



**Uso de un probiótico (*Bacillus subtilis* sp.), en la alimentación de pollos broilers, en zonas de altura.**

Simbaña Segura, Lesly Dayanna

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

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

Ing. Ortiz Manzano, Mario Leonardo

9 de febrero del 2022



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

### Certificación

Certifico que el trabajo de titulación, **“Uso de un probiótico (*Bacillus subtilis* sp), en la alimentación de pollos broilers, en zonas de altura”** fue realizado por la señorita **Simbaña Segura, Lesly Dayanna**; el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Sangolquí, 09 de febrero de 2022



Firmado electrónicamente por:  
**MARIO LEONARDO  
ORTIZ MANZANO**

Ing. Ortiz Manzano, Mario Leonardo

C. C. 0602065435



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Responsabilidad de autoría

Yo, **Simbaña Segura, Lesly Dayanna**, con cédula de ciudadanía n° 1726298324, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **Uso de un probiótico (*Bacillus subtilis* sp), en la alimentación de pollos broilers, en zonas de altura** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 09 de febrero de 2022

.....  
**Simbaña Segura, Lesly Dayanna**

C.C.: 1726298324



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

**Autorización de publicación**

Yo, **Simbaña Segura, Lesly Dayanna**, con cédula de ciudadanía n° 1726298324, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **Uso de un probiótico (*Bacillus subtilis* sp), en la alimentación de pollos broilers, en zonas de altura** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Sangolquí, 09 de febrero de 2022

Firma:

**Simbaña Segura, Lesly Dayanna**

C.C.: 1726298324

## Reporte de verificación de similitud de contenidos



Simbaña Segura Lesly Dayanna\_Trabajo-titulación.docx

Scanned on: 21:37 February 9, 2022 UTC



Overall Similarity Score



Results Found



Total Words in Text

Identical Words	313
Words with Minor Changes	7
Paraphrased Words	272
Ommited Words	2282



Firmado electrónicamente por:  
**MARIO LEONARDO  
ORTIZ MANZANO**

**Ing. Ortiz Manzano, Mario Leonardo**

C. C. 0602065435



Website | Education | Businesses

### Dedicatoria

*A Dios, quien ha guiado mi camino y me ha dado la fortaleza y sabiduría para sobrellevar cada adversidad y tomar cada decisión, quien me ha demostrado su amor y bondad cada día.*

*Con mucho amor a mi madre Blanca, la mujer más importante en mi vida, fuerte, amable y generosa, quien me cuidó y guió con amor y paciencia, siendo mi inspiración y quien ahora desde el cielo me protege y se enorgullece de mí y mis logros.*

*A mi abuelito, Roberto, quien fue mi padre y amigo.*

*A mi madre Nancy, quien me motivó a seguir a delante en mis estudios, ser perseverante, brindándome apoyo y amor incondicional.*

*A mi padre, Fernando, por siempre creer en mí, por preocuparse y cuidarme siempre.*

*A mis hermanos, Jhon Jairo y Damian, por siempre estar conmigo y volver más entretenidos mis días.*

*A toda mi familia, mis tíos, primos y personas que confían y siempre están pendientes de mí.*

## **Agradecimientos**

Agradezco al ingeniero Mario Ortiz, mi tutor de tesis, por su apoyo incondicional, por compartir sus conocimientos y sabiduría, contribuyendo en mí desarrollo profesional, muchas gracias por la confianza y por todo.

Al ingeniero Jhon Cueva por estar siempre pendiente del proyecto y confiar en nosotras.

A todos los trabajadores del módulo de avicultura por su ayuda, consejos y compañía.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, a la Facultad de Ingeniería Agropecuaria IASA por permitirme utilizar las instalaciones y culminar con éxito este proyecto y mis estudios, a mis maestros por brindarme sus conocimientos y ser el pilar de mi formación profesional.

A mis amigas, Michu Caiza y Sindy Aguirre, por su apoyo, cariño y amistad incondicional.

## Índice de contenidos

Carátula.....	1
Certificación .....	2
Responsabilidad de autoría .....	3
Autorización de publicación.....	4
Reporte de verificación de similitud de contenidos .....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimientos .....	7
Índice de contenidos.....	8
Índice de tablas .....	12
Índice de figuras.....	14
Resumen .....	15
Abstract.....	16
Capítulo I.....	17
Introducción.....	17
Antecedentes.....	17
Justificación.....	18



Objetivos .....	19
Objetivo general .....	19
Objetivos Específicos .....	20
Hipótesis .....	20
Capítulo II .....	21
Marco referencial.....	21
Avicultura en Ecuador .....	21
Pollos Broiler (Cobb 500) .....	21
Parámetros productivos .....	21
Dietas de pollos broiler .....	22
Antibióticos promotores de crecimiento (AGP) .....	23
Promotores Naturales de Crecimiento .....	23
Probióticos .....	24
Mecanismos de acción.....	25
<i>Bacillus subtilis</i> sp. ....	26
Capítulo III .....	31
Materiales y métodos .....	31
Ubicación del área de investigación .....	31
Establecimiento del proyecto .....	32

	10
Manejo, limpieza y desinfección.....	33
Limpieza del galpón .....	33
Desinfección de camas .....	33
Temperatura .....	33
Alimentación.....	34
Probiótico: <i>Bacillus subtilis</i> sp.....	37
Manejo de los pollitos.....	37
Programa de vacunación .....	37
Variables evaluadas .....	38
Ganancia diaria de peso (GDP) .....	38
Consumo de alimento.....	38
Índice de conversión alimenticia (CA).....	39
Índice de eficiencia europeo (IEE) .....	39
Rendimiento en canal.....	39
Rendimiento de pechuga.....	40
Análisis estadístico .....	40
Análisis económico .....	41
Capítulo IV.....	42
Resultados y Discusión.....	42
Peso corporal .....	42

	11
Ganancia diaria de peso (GDP) .....	44
Consumo de alimento.....	46
Mortalidad .....	47
Índice de Conversión alimenticia (CA) .....	49
Índice de eficiencia europeo (IEE).....	51
Rendimiento en canal y pechuga (%).....	52
Análisis económico .....	54
Capítulo V.....	56
Conclusiones y Recomendaciones .....	56
Conclusiones .....	56
Recomendaciones.....	57
Bibliografía .....	58

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Objetivos de desempeño - Machos .....	22
<b>Tabla 2</b> Rango de temperatura ambiental según edad de los pollitos.....	34
<b>Tabla 3</b> Formulación de dietas.....	35
<b>Tabla 4</b> Nivel de nutrientes y aminoácidos digeribles por edad y rango de peso en Pollos de Engorde.....	35
<b>Tabla 5</b> Composición nutricional del alimento por edad.....	36
<b>Tabla 6</b> Programa de vacunación. ....	37
<b>Tabla 7</b> Promedio $\pm$ desviación estándar del peso de pollos de engorde sometidos a tres tratamientos. ....	43
<b>Tabla 8</b> Promedio $\pm$ desviación estándar de la ganancia diaria de peso de pollos de engorde sometidos a tres tratamientos. ....	44
<b>Tabla 9</b> Promedio $\pm$ desviación estándar del consumo de alimento concentrado de los pollos de engorde sometidos a tres tratamientos.....	46
<b>Tabla 10</b> Promedio $\pm$ desviación estándar del consumo de alimento acumulado de los pollos de engorde sometidos a tres tratamientos.....	47
<b>Tabla 11</b> Promedio $\pm$ desviación estándar del porcentaje de mortalidad de los pollos de engorde sometidos a tres tratamientos. ....	48

<b>Tabla 12</b> Promedio $\pm$ desviación estándar del índice de conversión alimenticia de pollos de engorde sometidos a tres tratamientos.....	50
<b>Tabla 13</b> Promedio $\pm$ desviación estándar de la viabilidad e índice de eficiencia europeo de pollos de engorde sometidos a tres tratamientos. ....	51
<b>Tabla 14</b> Promedio $\pm$ desviación estándar del rendimiento en Canal de pollos de engorde a los 42 días de edad sometidos a tres tratamientos. ....	53
<b>Tabla 15</b> Análisis de presupuesto parcial de los tres tratamientos. ....	54
<b>Tabla 16</b> Tasa de retorno marginal para tratamientos no dominados (T0 y T1).....	55
<b>Tabla 17</b> Índice Beneficio/Costo de los tratamientos evaluados. ....	55

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> Visión satelital del área de estudio.....	31
<b>Figura 2</b> Disposición del experimento en el campo.....	32
<b>Figura 3</b> Ganancia diaria de peso (1 a 42 días) de pollos de engorde sometidos a tres tratamientos. ....	45
<b>Figura 4</b> Porcentaje de mortalidad acumulada (1 a 42 días) de pollos de engorde sometidos a tres tratamientos.....	48
<b>Figura 5</b> Índice de Eficiencia Europeo de pollos de engorde sometidos a tres tratamientos. ....	52

## Resumen

El presente estudio evaluó el uso del probiótico *Bacillus subtilis* sp., en la alimentación de pollos broilers sobre los parámetros productivos, un total de 600 pollitos de engorde comerciales de un día de edad (Cobb 500) con un peso promedio de  $50,73 \pm 1,61$  g, se dividieron al azar en tres tratamientos, cada uno con diez réplicas de 20 aves por réplica. Los tratamientos consistieron en la dieta basal suplementada con el probiótico *Bacillus subtilis* sp. (T1), grupo suplementado con una combinación de *B. subtilis* sp. y un antibiótico promotor de crecimiento, bacitracina de zinc (T2), además del grupo control T0, dieta basal suplementada con bacitracina de zinc, durante un periodo de 42 días. Las variables productivas evaluadas fueron: peso corporal y ganancia de peso semanal, se registró diariamente el consumo de alimento, índice de conversión alimenticia y mortalidad, al término del ensayo se evaluó el índice de eficiencia europeo, rendimiento en canal y pechuga, además de realizar un análisis económico. Los resultados mostraron diferencias significativas entre tratamientos para las variables peso corporal, ganancia de peso, tasa de mortalidad, índice de conversión alimenticia e índice de eficiencia europeo, las cuales mejoraron en los tratamientos suplementados con *B. subtilis* sp. (T1 y T2) en comparación con el control (T0). Para las variables consumo de alimento acumulado, rendimiento en canal y pechuga no se encontró un efecto significativo del probiótico. El T1 constituye la alternativa económicamente rentable y viable, al generar un mayor beneficio neto (7,41 USD/ave) e índice beneficio/costo (3,67). Por lo tanto, se concluye que el probiótico *Bacillus subtilis* sp. mejora el desempeño productivo de pollos de engorde, consolidándose como una alternativa a los antibióticos promotores de crecimiento.

**Palabras Clave:** pollos de engorde, probiótico, *Bacillus subtilis* sp., desempeño productivo, antibiótico promotor de crecimiento.

### Abstract

The present study evaluated the use of the probiotic *Bacillus subtilis* sp., in the feeding of broiler chickens on the productive parameters, a total of 600 one-day-old commercial broiler chicks (Cobb 500) with an average weight of  $50.73 \pm 1.61$  g, were randomly divided into three treatments, each with ten replicates of 20 birds per replicate. The treatments consisted of the basal diet supplemented with the probiotic *Bacillus subtilis* sp. (T1), group supplemented with a combination of *B. subtilis* sp. and a growth-promoting antibiotic, zinc bacitracin (T2), in addition to the control group T0, basal diet supplemented with zinc bacitracin, for a period of 42 days. The productive variables evaluated were: body weight and weekly weight gain, feed consumption, feed conversion ratio and mortality were recorded daily, at the end of the trial the European efficiency index, carcass and breast yield were evaluated, in addition to performing an economic analysis. The results showed significant differences between treatments for the variables body weight, weight gain, mortality rate, feed conversion ratio and European efficiency index, which improved in the treatments supplemented with *B. subtilis* sp. (T1 and T2) compared to the control (T0). For the variables accumulated feed intake, carcass and breast yield, no significant effect of the probiotic was found. T1 constitutes the economically profitable and viable alternative, generating a higher net benefit (7,41 USD/bird) and benefit/cost ratio (3,67). Therefore, it is concluded that the biotic *Bacillus subtilis* sp. improves the productive performance of broilers, establishing itself as an alternative to antibiotic growth promoters.

**Keywords:** broiler chickens, probiotic, *Bacillus subtilis* sp., productive performance, growth promoting antibiotic.



## Capítulo I

### Introducción

#### Antecedentes

El sector avícola en Ecuador representa una actividad económica de gran importancia debido a su alta demanda, la cual incrementa proporcionalmente con el aumento de la población, esta actividad genera ganancias debido a la producción de carne de pollo y huevos, incubación y fabricación de alimentos concentrados, destacando la crianza de pollos de engorde ya que este alimento es considerado una de las principales fuentes de proteína en la dieta ecuatoriana, además de ser la más asequible, es así que la producción de carne de pollo pasó de 229,88 millones/año en el 2016 a 263 millones/año para 2020, por ende se observó un incremento del consumo per cápita, pasando de 25,15 kg/persona/año a 28,31 kg/persona/año, respectivamente (CONAVE, 2021).

Además, cabe recalcar que actualmente la industria avícola genera alto dinamismo agropecuario en el país con un aporte del 3% al PIB nacional, mientras que el aporte al PIB agropecuario es del 23% (CONAVE, 2021). Siendo la región Costa la principal región productora abarcando el 55,99% de la producción nacional (INEC, 2020).

El manejo intensivo en la industria avícola y en especial el periodo de adaptación del pollito posterior a la eclosión predisponen un reto de índole productivo y sanitario (Wigley, 2013). Es así, que los antibióticos promotores de crecimiento (AGP) en las dietas se han vuelto el aditivo más utilizado en la alimentación de las aves de corral ya que permiten controlar brotes de enfermedades entéricas y por consiguiente atenuar dificultades como una insuficiente conversión alimenticia y la disminución en la respuesta zootécnica (Jayaraman et al., 2017). Uno de los mayores problemas de la avicultura ecuatoriana es el uso indiscriminado de antibióticos

promotores de crecimiento (Parra, 2019). Un estudio realizado por la Universidad de Guadalajara ha demostrado que, de un determinado número de muestras de carne de pollo, el 24% dio positivo para residuos antimicrobianos y el 20% fue sospechoso (Pacheco, 2018). Como resultado, los antibióticos se vuelven ineficaces y las infecciones persisten en animales y personas, lo que incrementa el riesgo de propagación (Ramos, 2019).

La producción pecuaria enfrenta un futuro sin el uso de AGP, la prohibición de su uso y el retiro voluntario gradual en alimentos, ha supuesto una presión adicional para mejorar la salud y el bienestar de los animales (Ravindran, 2013). Una alternativa al uso de los AGP, son los probióticos, específicamente del género *Bacillus*, estos microorganismos están emergiendo como una solución factible ya que sus capacidades de formación de esporas les brindan varias ventajas sobre los probióticos convencionales, su éxito se ha atribuido a la posesión de una variedad de mecanismos que provocan efectos probióticos, que incluyen, la exclusión competitiva de patógenos comunes de las aves, la mejora de la digestión y la absorción a través de la producción de enzimas exógenas, la mejora de la morfología intestinal, la inmunomodulación, y la reducción de compuestos tóxicos como amoníaco y aflatoxinas, estos efectos generan una reducción de enfermedades y mortalidad, mejora en la eficiencia de la alimentación hasta del 5%, mejoran la salud y ayudan en la sostenibilidad ambiental de la producción avícola (Ramlucken et al., 2020).

### **Justificación**

Las estrictas regulaciones relacionadas con el uso de antibióticos promotores de crecimiento (AGP) en la producción pecuaria, junto con las tendencias cambiantes de los consumidores en términos de un aumento en el consumo de carne sin antibióticos promotores de crecimiento, representan un desafío para la industria avícola (Ramlucken et al., 2020). La

sustitución de AGP por alternativas naturales como probióticos, es una opción económica viable ya que actúan como agentes profilácticos, terapéuticos y promotores del crecimiento. Estos aditivos naturales mejoran la microflora intestinal de las aves de corral al reponer las bacterias suprimidas e inhibir el crecimiento de la flora patógena. Su administración en las aves y el ganado tiene un buen impacto en el rendimiento del crecimiento, la utilización del alimento, la resistencia a las enfermedades, la inmunoestimulación, síntesis de vitaminas, enzimas digestivas y ácidos grasos de cadena corta (Gopal & Dhanasekaran, 2021).

Jayaraman et al., (2017) evaluaron el uso de *Bacillus subtilis* PB6 como potencial sustituto del antibiótico promotor del crecimiento para mejorar el rendimiento de las aves de engorde, obteniendo como resultados que *Bacillus subtilis* PB6 mejoró significativamente el peso corporal, el índice de conversión alimenticia y la altura de las vellosidades en comparación con el control y otros grupos de AGP, concluyendo que la suplementación de *B. subtilis* PB6 mejora el rendimiento general de los pollos de engorde en comparación con ACT, y puede utilizarse como posible reemplazo en la avicultura.

Por tal motivo en este estudio se evaluará la inclusión de *Bacillus subtilis* sp. en la dieta sobre la respuesta productiva en pollos broilers, con la finalidad de sustituir el uso de antibióticos promotores de crecimiento.

## **Objetivos**

### ***Objetivo general***

Evaluar el efecto del uso de un probiótico (*Bacillus subtilis* sp), en la alimentación de pollos broilers, sobre el desempeño productivo en zonas de altura.

**Objetivos Específicos**

- Valorar el efecto de un probiótico *Bacillus subtilis* sp. sobre los parámetros productivos: ganancia de peso, consumo de alimento, índice de conversión alimenticia, rendimiento en canal, rendimiento de pechuga y retorno económico.
- Determinar el mejor desempeño de los tratamientos mediante el factor de eficiencia Europea de producción (IEE).
- Evaluar económicamente el tratamiento más eficiente.

**Hipótesis**

**H0:** La inclusión de un probiótico *Bacillus subtilis* sp. en la alimentación de pollos broiler en zonas de altura, no mejora el desempeño productivo de las aves.

**H1:** La inclusión de un probiótico *Bacillus subtilis* sp. en la alimentación de pollos broiler en zonas de altura, si mejora el desempeño productivo de las aves.

## Capítulo II

### Marco referencial

#### **Avicultura en Ecuador**

El sector avícola en Ecuador representa una actividad económica de gran importancia ya que contribuye significativamente a cerrar la brecha nutricional del país, gracias a sus productos de alta calidad, carne y huevos ricos en proteínas y nutrientes, a un costo inferior que otras fuentes de carne animal (Abd El-Hack et al., 2022).

La actividad avícola se encuentra en constante crecimiento en el país, el consumo per cápita de carne de ave en el año 2016 fue de 25,15 kg/persona/año, y para el año 2020 se estableció en 28,31 kg/persona/año, es así que la cantidad de pollos producidos para carne, pasó de 229,88 millones/año en el 2016 a 263 millones/año para el 2020 generando 496 TM de carne de pollo (CONAVE, 2021).

#### **Pollos Broiler (Cobb 500)**

La raza de pollo broiler, línea genética Cobb 500, es la que más se explota a nivel nacional al ser una línea altamente competitiva, debido a su resistencia a enfermedades, menor índice de conversión alimenticia por ende buena ganancia de peso, calidad muscular, facilidad de adaptabilidad, además de ser muy apetecido en el mercado (Rosales, 2015). Además, poseen resistencia esquelética y función cardiovascular mejorada, y una mayor uniformidad corporal (Cobb-Vantres, 2018).

#### ***Parámetros productivos***

Dentro de los parámetros productivos que se miden periódicamente, están: peso del ave de acuerdo a su edad, ganancia de peso diaria, conversión alimenticia, consumo de alimento

diario y consumo de alimento acumulado. De acuerdo con el “Manual informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde”, se detallan los valores ideales de las variables que se mencionan anteriormente a los 7,14, 21, 28 y 35 días (edad de cosecha) en la Tabla 1.

**Tabla 1**

*Objetivos de desempeño - Machos.*

Edad (días)	Peso para la edad (g)	Ganancia de peso diario (g)	Conversión alimenticia acumulada	Consumo de alimento diario (g)	Consumo de alimento acumulado (g)
7	194	30	0,75	-	146
14	534	60	1,02	76	547
21	1042	81	1,21	120	1263
28	1675	97	1,36	164	2273
35	2392	106	1,48	192	3540

*Nota.* Recuperado de Suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde, (p.5), por Cobb-Vantres, 2018.

### ***Dietas de pollos broiler***

La primera semana será crucial para evaluar la resistencia y supervivencia del pollo, por tanto, mientras más rápido y eficiente sea el consumo de alimento y agua, más rápido el pollo fortalece el sistema inmune y transforma su sistema digestivo tanto anatómica como fisiológicamente (Penz, 2014).

El sistema digestivo del pollo es inmaduro durante los 14 primeros días, ya que las enzimas digestivas no han evolucionado, y algunos alimentos adicionados en las dietas pueden contener factores anti nutricionales como lecitinas, saponinas, oligosaridos, etc., que afectan el crecimiento y producen problemas de salud intestinal (Paulino, 2017). Por tal razón es indispensable suplementar promotores de crecimiento en los primeros días.

### **Antibióticos promotores de crecimiento (AGP)**

Con el fin de mejorar la eficiencia productiva a bajo costo, se popularizó el uso de antibióticos promotores de crecimiento a partir de la década de 1940, ya que estos productos mejoran la tasa de crecimiento y la productividad general de los pollos de engorde y además poseen propiedades antimicrobiales. Los antibióticos más usados en avicultura con este fin son la bacitracina, virginiamicina, avilamicina y la enravacima (Peralta et al., 2018).

En 1997, la Organización Mundial de la Salud (OMS) anunció que la resistencia a los antibióticos era un problema mundial de salud pública (Abd El-Hack et al., 2022).

La Unión Europea ha prohibido el uso de antibióticos promotores de crecimiento desde el año 2006, debido a la resistencia cruzada que causa en los animales, y a una posible resistencia a patógenos presentes en humanos (Rhayat et al., 2017).

Un estudio realizado por Lynne et al., (2009) se examinó la resistencia a los antibióticos de *Salmonella entérica* aislada de animales de interés zootécnico, encontrando que el 72% eran resistentes a al menos un antibiótico y el 24 % a 8 o más antimicrobianos.

### **Promotores Naturales de Crecimiento**

La idea del uso de los promotores naturales de crecimiento surge de la necesidad de tener producciones avícolas seguras y saludables, libre de todo tipo de químicos, pero con las mismas características productivas y sanitarias (Gadde et al., 2017).

Se está probando el potencial de prebióticos, probióticos, ácidos orgánicos, enzimas, silicatos y compuestos fitogénicos para el remplazo de antibióticos (Grashorn, 2010).

Estas alternativas son aditivos alimentarios que se utilizan para controlar los patógenos en el intestino y aumentar el rendimiento de las aves, cada uno con un mecanismo de acción

característico por ejemplo los prebióticos son oligosacáridos no digeribles, utilizados por poblaciones específicas de microorganismos intestinales (Abd El-Hack et al., 2022).

### ***Probióticos***

Como alternativa al uso de antibióticos se han estudiado e implementado la suplementación con probióticos. Los probióticos han sido definidos por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), como organismos vivos que cuando se administran en cantidades adecuadas confieren un beneficio para la salud del hospedero (FAO/WHO, 2001).

Varios estudios han informado el impacto positivo de los probióticos en la microbiota intestinal, el rendimiento del crecimiento y la eficiencia alimenticia en pollos de engorde, sin embargo, la literatura muestra que su eficacia es variable y puede depender de numerosos parámetros: la especie y cepa, estabilidad, ambiente de reproducción, manejo del uso probiótico (vía de administración, tiempo y dosis), genética, edad y estado de salud de los animales (Rhayat et al., 2017).

Los microorganismos utilizados como probióticos en nutrición animal deben poseer ciertas características como, no ser patógenos, ser resistentes a factores físicos y ambientales propios del proceso de elaboración de pienso, mantener viabilidad durante el procesamiento, almacenamiento y manejo, ser capaces de resistir el ambiente del tubo digestivo, adherirse a la pared intestinal, colonizar el tubo digestivo del animal y producir componentes antimicrobianos (Setlow, 2006). Además, deben tener la capacidad de crecer rápidamente en medios de cultivo de bajo costo, para que su producción y uso en nutrición animal sea rentable (Bajagai et al., 2016). Por ello, el uso de bacterias formadoras de esporas altamente resistentes a condiciones



ambientales adversas como altas temperaturas y desecación, particularmente pertenecientes al género *Bacillus*, son cada vez más frecuentes (Reid, 2016).

En avicultura el empleo de probióticos tiene el objetivo de mejorar el balance microbiano del tracto gastrointestinal (TGI), inhibir el crecimiento de bacterias patógenas, producir enzimas hidrolíticas para mejorar la utilización de alimentos y como resultado final, mejorar los rendimientos productivos (Barrera-Barrera et al., 2014).

La reducción de costos de alimentación constituye un reto en la industria pecuaria, ya que representa hasta el 70% de los costos de producción, la incorporación de enzimas exógenas y la suplementación con probióticos permite abordar este desafío y brindar una solución a este problema al mejorar la digestibilidad de alimentos con energía metabolizable más baja (Ramlucken et al., 2020).

Es importante que, para el desarrollo de estos suplementos, se utilice microflora autóctona de las aves de corral, ya que tienen mayor oportunidad de supervivencia y colonización del tracto gastrointestinal, además de aplacar desafíos asociados con la inclusión de microorganismos extraños (Reuben et al., 2019).

### ***Mecanismos de acción***

Según Markowiak & Ślizewska (2018), el beneficio generado por el uso de probióticos, se debe principalmente a que estos, fomentan el balance microbiano en el tubo digestivo. Los mecanismos por los cuales los probióticos logran este balance son exclusión competitiva, antagonismo bacteriano e inmuno-modulación. Las Poblaciones microbianas benéficas en el tubo digestivo, tienen un efecto directo en la eficacia de la alimentación, productividad, salud y bienestar de los animales, reportando mejora en estos aspectos debido al aumento en la

digestión y absorción de nutrientes, aunque estos resultados pueden variar dependiendo de las prácticas de alimentación, composición de las dietas y manejo en finca (Bajagai et al., 2016).

La microbiota en el sistema digestivo de animales de interés zootécnico lleva a cabo procesos de digestión y fermentación de polímeros vegetales, síntesis de vitaminas, bioconversión de compuestos tóxicos, estimulación del sistema inmune, mantenimiento de la peristalsis intestinal y de la integridad de la mucosa intestinal, sirviendo como barrera contra la colonización por patógenos (Chaucheyras-Durand & Durand, 2010).

La mayor digestibilidad de nutrientes podría deberse al aumento de la actividad enzimática en el intestino, ocasionada por los probióticos administrados. También se ha descrito que el consumo de probióticos aumenta la altura de las vellosidades intestinales en pollos, aumentando el área de absorción de nutrientes (Afsharmanesh & Sadaghi, 2014).

### ***Bacillus subtilis* sp.**

*Bacillus subtilis* sp. es una bacteria Gram positiva, aerobio facultativo comúnmente encontrada en el suelo (Aguavil, 2012). Su ventaja clave sobre otras especies probióticas se debe a la capacidad inherente para formar una resistente endospora protectora, permitiendo al organismo tolerar condiciones ambientalmente extremas, cambios en el pH y temperatura (Ramlucken et al., 2020).

El género es considerado como una de las bacterias probióticas más exitosas en la nutrición avícola debido a su resistencia a una amplia gama de temperaturas durante el proceso de fabricación del alimento y el almacenamiento a largo plazo, además de sobrevivir al bajo pH, sales biliares y otras moléculas antimicrobianas en el tracto gastrointestinal (TGI) del huésped (Ciurescun et al., 2020).

Los modos de acción de los probióticos de aves de corral en general no se han aclarado completamente, pero se han propuesto algunos mecanismos (Ramlucken et al., 2020). Este probiótico produce una variedad de enzimas hidrolíticas, como proteasa, amilasa y lipasa, que son beneficiosas para la digestión animal, ya que descomponen las complejas moléculas de los alimentos y las transforman en nutrientes más simples, y promueven el desarrollo de la estructura micro-morfológica del intestino delgado (Yang et al., 2021).

*Bacillus* también responde mejorando la composición bacteriana de la microbiota intestinal, se ha reportado que *Bacillus* germina dentro del tracto gastrointestinal de las aves de corral y forma una pequeña población dentro de la microbiota normal, además de aumentar la abundancia de bacterias benéficas y disminuir la proliferación de patógenos, mejorando así la salud, el estado inmunitario y el rendimiento de los pollos de engorde (Ciurescu et al., 2020; Jeong & Kim, 2014). Siendo una alternativa es ideal para ser suplementado en piensos granulados, ya que son microorganismos estables, resistentes al calor y pueden administrarse en esporas (Yang et al., 2021).

En la producción avícola, la digestión y la absorción de nutrientes insuficientes provocan un desperdicio de alimento, la suplementación de la dieta con enzimas digestivas producidas por el probiótico *Bacillus subtilis* sp. es útil para la digestión y el metabolismo del pollo, ya que establece una composición bacteriana óptima lo que permite mejorar el rendimiento del crecimiento y la eficiencia (Yang et al., 2021).

El modo de acción principal de las esporas de *B. subtilis* está relacionado con su capacidad para crear un entorno anaeróbico en el intestino, con lo cual promueve el crecimiento de probióticos anaeróbicos como *Bifidobacterium*, *Lactobacillus* y levaduras, la proliferación de lactobacilos nativos conduce a una colonización competitiva y producción de

ácido láctico para controlar y limitar las bacterias patógenas en el intestino (Jeong & Kim, 2014). En última instancia, esto da como resultado restricciones para el desarrollo de bacterias patógenas en los intestinos del huésped (Manafi et al., 2016).

Lo antes mencionado, se reafirma en un estudio realizado por Jeong & Kim (2014), quienes documentaron que la suplementación con *B. subtilis* C-1302 a 300 y 600 mg/kg de alimento produjo cambios beneficiosos en la microflora intestinal y excreta, al aumentar los recuentos de *Lactobacillus* y reducir los recuentos de *E. coli*, *C. perfringens* y *Salmonella*, lo que resultó en efectos favorables sobre el rendimiento del crecimiento (mejorando la ganancia diaria de peso y la tasa de conversión alimenticia), digestibilidad de nutrientes (mayor ATTD de MS y GE) y emisión de gases nocivos (reducción de amoníaco) en pollos de engorde.

Además, *B. subtilis* juega un papel vital en el desarrollo del tracto gastrointestinal y del tejido linfoide asociado al intestino, y mejora la inmunidad innata y adaptativa del huésped (Fathi et al., 2017).

La suplementación dietética con *B. subtilis* tiene efectos positivos que mejoran el desempeño de las aves al crear un ambiente intestinal favorable para una microflora intestinal adecuada en el hospedador, lo que se traduce en una mejor conversión alimenticia y eficiencia digestiva (Oladokun et al., 2021). Es así que esta estrategia se ha utilizado para controlar patógenos en aves de corral, especialmente en pollitos de un día, que son inmunológicamente inmaduros y, por lo tanto, propensos a la colonización por organismos exógenos (Ramlucke et al., 2020).

Según Yang et al., (2021), la función promotora del compuesto *Bacillus* sp. se basa en mejorar el rendimiento de crecimiento corporal superior, debido a la secreción de enzimas digestivas, que estimulan el desarrollo de vellosidades intestinales y la optimización de la

composición bacteriana gastrointestinal. Los autores determinaron que *B. subtilis* sp. en el intestino también influyó en la composición de la microbiota a través de la colonización y propagación, lo que afecta el metabolismo corporal ya que una microbiota intestinal equilibrada y óptima es fundamental para mejorar el crecimiento corporal y mantener la salud, especialmente en los pollitos recién nacidos. El carácter fisiológico particular de los pollos hace que las funciones del ciego sean más importantes que en otros animales, en este estudio la composición de microbiota cecal en pollitos suplementados con *B. subtilis* sp. fue más abundante en todos los segmentos del intestino, la microbiota en el intestino grueso, incluido el ciego, contribuye a la síntesis de vitamina B y ácidos grasos de cadena corta. En las aves, la microbiota cecal también desempeña un papel en el metabolismo de otras sustancias nutricionales y en la defensa contra la infección de patógenos (Prince et al., 2018). De este modo, el probiótico *Bacillus subtilis* sp. permite obtener aves con mayor inmunocompetencia ante agentes patógenos, consolidándose como una vía más para mejorar la productividad y rendimiento.

En un estudio realizado por Wang et al., (2018) se indica que los pollos de engorde alimentados con el probiótico *B. subtilis* pueden hacer frente al estrés por calor (HS) de manera más efectiva, el HS es considerado un factor de estrés ambiental crítico que reduce el rendimiento, la salud y el bienestar de los animales; *B. subtilis* genera una mejora en las reacciones inflamatorias y en el comportamiento inducido por el calor a través de la regulación de la inmunidad modulada por la microbiota.

Las mejoras genéticas en la producción de pollos de engorde han mejorado el tamaño corporal y la tasa de crecimiento, lo que resulta en un mayor rendimiento de carne, sin embargo, la calidad disminuyó drásticamente, la suplementación con el probiótico *Bacillus*

*subtilis* brinda una solución a este problema ya que se ha reportado que la cepa DSM 32315 podría mejorar las características de la canal y la calidad de la carne de los pollos de engorde al mejorar el pH y la terneza, disminuir la pérdida por goteo y la pérdida por cocción, y ajustar la composición de ácidos grasos y aminoácidos (AA), al aumentar el contenido de ácido glutámico, AA que contribuye en gran medida al sabor (Tang et al., 2021).

Es importante mencionar que los efectos probióticos de *B. subtilis* son específicos de la cepa utilizada, y los mecanismos de acción subyacentes siguen siendo en gran medida esquivos (Qiu et al., 2021). Varios investigadores, como Rhayat et al., (2017) han informado que los efectos de la suplementación dietética sobre el rendimiento del crecimiento y la fisiología intestinal en pollos de engorde fueron marcadamente dependientes de la cepa.

## Capítulo III

### Materiales y métodos

#### Ubicación del área de investigación

El estudio se llevó a cabo en el galpón experimental del Taller de campo de avicultura de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA I, hacienda “El Prado” (Figura 1), ubicada en el sector San Fernando, parroquia Sangolquí, cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha. Geográficamente se ubica a  $78^{\circ}24'44''$  E,  $0^{\circ}23'20''$  S y 2 748 m.s.n.m de altitud (Arce & Pozo, 2015).

El área de estudio corresponde al piso altitudinal montano bajo, región altitudinal templada zona de vida: bosque húmedo montano bajo, clasificación bioclimática: húmedo temperado y piso zoogeográfico: temperado – alto andino, la temperatura media anual es  $13,96^{\circ}\text{C}$ , y la precipitación anual de 1332 mm (Arce, 2009).

#### Figura 1

*Visión satelital del área de estudio*



*Nota.* Representación de la ubicación donde se desarrolló el experimento, tomado de (Google Maps, 2020).

### Establecimiento del proyecto

La investigación se llevó a cabo a partir del día lunes 27 de septiembre del presente año, con una duración de aproximadamente dos meses; tiempo en el cual se evaluó la respuesta productiva de 600 pollos broilers machos de la línea genética COBB 500 de un día de nacidos, distribuidos en tres tratamientos con 10 repeticiones y un tamaño de unidad experimental de 20 aves, bajo un sistema de crianza intensivo.

Se establecieron los siguientes tratamientos:

- T0: alimento concentrado con antibiótico promotor de crecimiento (30mg / kg de bacitracina de zinc)
- T1: alimento concentrado sin promotor de crecimiento y suplementado con probiótico (*Bacillus subtilis* sp).
- T2: alimento concentrado suplementado con promotor de crecimiento (30mg / kg de bacitracina de zinc) y probiótico (*Bacillus subtilis* sp.). La disposición de los tratamientos en el campo se indica en la Figura 2.

**Figura 2**

*Disposición del experimento en el campo*

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

*Nota.* T0= alimento balanceado con promotor de crecimiento; T1= alimento balanceado suplementado con el probiótico *Bacillus subtilis* sp.; T2= alimento balanceado suplementado con promotor de crecimiento, bacitracina de zinc y probiótico *Bacillus subtilis* sp.



## **Manejo, limpieza y desinfección**

### ***Limpieza del galpón***

Se procedió a abrir las cortinas del galpón, y dejar airear por 24 horas, pasado ese tiempo se lavó cortinas, piso y techo, tanto interna como externamente, con una máquina de presión de agua de 1400 W. Se procedió a desinfectar el galpón con amonio cuaternario con una dosis de 5 ml por litro de agua (Unileón, 2013). La limpieza se realizó 8 días antes de la recepción de los pollitos.

Para la limpieza de comederos se remojó con agua y detergente, y se procedió a lavar. Se dejó secar al sol. Se procedió con la limpieza del sistema de bebederos utilizando amoniaco al 3% y se realizó 2 limpiezas profundas, drenando toda el agua, para evitar que queden precipitados de sales u otros microorganismos patógenos (Watkins, 2016).

### ***Desinfección de camas***

Las camas se prepararon con viruta de madera al 15% de humedad, formando un colchón de 8 cm de alto (Castelló, 2008). Para la desinfección se usó formol al 5% mezclado en agua y sulfato de cobre al 10%, se fumigo con una bomba manual, realizando 3 aplicaciones en toda la superficie de la cama (Quezada, 2011).

### **Temperatura**

La temperatura fue controlada diariamente mediante un termómetro ambiental a 0,6 m del suelo (Renteria, 2013). El requerimiento de temperatura dependerá del ciclo de vida de los pollitos (Tabla 2). Para el control de la temperatura se usó una criadora de 1200 kcal/h por cada 60 pollitos; la criadora se situó a una altura de 1,2 m con respecto al suelo (Renteria, 2013).

**Tabla 2**

*Rango de temperatura ambiental según edad de los pollitos.*

<b>Edad (días)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>
0-3	33-31
4-7	32-31
8-14	30-28
15-21	28-26
22-24	25-23
25-28	23-21
29-35	21-19
Más de 35	19-17

*Nota.* La tabla muestra los requerimientos de temperatura ambiental según la edad de las aves. Recuperado de Good Brooding Conditions for the Best Starting of the Chicks, por Hendrix Genetics, 2006, Poultry Industry.

### **Alimentación**

El alimento concentrado a suministrarse a las aves se elaboró en la planta de alimentos concentrados de la carrera con la ayuda del software de formulación NUTRION 10, mismo que fue a base de maíz – soya; El concentrado fue iso proteico, iso energético e iso fosfórico. El manejo de la alimentación fue a voluntad durante los primeros días de vida; del 8 al día 21 se suministró en función de la tabla de consumo reportada para la línea genética COBB 500; A partir del día 11 hasta el 35 se aplicó un programa de restricción de alimento, tiempo en el cual se alimentó en un horario de 07h00 a 10h00 y de 15h00 a 17h00 debido a la incidencia de síndrome ascítico y del día 36 al saque se suministró alimento a voluntad.

Se formularon 4 dietas, en relación al crecimiento, desarrollo y necesidades nutricionales de los pollitos (Tabla 3), requerimientos nutricionales encontrados en Tablas

Brasileñas de Aves y Cerdos (Tabla 4) (Rostagno et al., 2017). La composición nutricional del alimento se detalla en la Tabla 5.

**Tabla 3**

*Formulación de dietas.*

<b>Dieta</b>	<b>Edad (días)</b>
Pre – inicial	1 – 7
Inicial - Crecimiento	8 – 21
Engorde 1	22 – 33
Engorde 2	34 – 42

*Nota.* La tabla muestra las dietas formuladas de acuerdo a las fases de desarrollo *de las aves*.

**Tabla 4**

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

<b>Edad</b>	<b>días</b>	<b>1 - 7</b>	<b>8 – 21</b>	<b>22 – 33</b>	<b>34 - 42</b>	<b>43 – 46</b>
<b>Rango de Peso</b>	<b>kg</b>	<b>0,04 - 0,18</b>	<b>0,21 - 0,79</b>	<b>0,85 - 1,68</b>	<b>1,77 - 2,46</b>	<b>2,5 - 2,8</b>
<b>Nutriente</b>						
<b>Proteína Cruda Total</b>	%	25.31	24.38	22.66	19.54	17.71
<b>Proteína Digestible</b>	%	22.50	21.93	20.45	17.67	16.01
<b>Calcio</b>	%	0.92	0.86	0.75	0.65	0.58
<b>Fosforo Digerible</b>	%	0.40	0.34	0.31	0.27	0.24
<b>Potasio</b>	%	0.59	0.59	0.58	0.58	0.58
<b>Sodio</b>	%	0.22	0.21	0.20	0.20	0.19
<b>Cloro</b>	%	0.20	0.19	0.18	0.17	0.17
<b>Ácido Linoleico</b>	%	1.09	1.06	1.04	1.02	1.00
<b>Aminoácido Digerible</b>						
<b>Metionina</b>	%	0.548	0.535	0.516	0.437	0.396
<b>Metionina + Cistina</b>	%	0.989	0.966	0.914	0.79	0.716
<b>Treonina</b>	%	0.882	0.862	0.815	0.704	0.638
<b>Triptófano</b>	%	0.241	0.235	0.222	0.192	0.174

Edad	días	1 - 7	8 - 21	22 - 33	34 - 42	43 - 46
Rango de Peso	kg	0,04 - 0,18	0,21 - 0,79	0,85 - 1,68	1,77 - 2,46	2,5 - 2,8
Aminoácido Digerible						
Arginina	%	1.434	1.397	1.321	1.142	1.035
Valina	%	1.029	0.879	0.815	0.756	0.695
Isoleucina	%	0.895	0.765	0.711	0.659	0.606
Leucina	%	1.438	1.221	1.129	1.047	0.962
Histidina	%	0.494	0.422	0.387	0.359	0.33
Fenilalanina	%	0.842	0.719	0.659	0.611	0.56

*Nota.* La tabla muestra los requerimientos nutricionales. Recuperado de Tablas Brasileñas de Aves y Cerdos. Composición de Alimentos y Requerimientos Nutricionales (p. 292), por Rostagno et al., 2017, Universidad Federal de Viçosa.

**Tabla 5**

*Composición nutricional del alimento por edad.*

Cod	Ingrediente	1 - 7	8 - 21	22 - 33		34 - 42
				Peso (Kg)		
0001	Maíz amarillo IASA	72,138	334,346	609,906	703,729	
0267	Soya 47 % IASA	61,111	247,442	371,235	287,914	
0523	Aceite de palma	6,000	26,000	48,963	44,000	
0312	Harina de carne 51 %	4,500	19,500	33,000	33,000	
0440	Carbonato calcio 35 %	3,228	10,364	13,778	9,933	
0460	Sal	0,567	2,196	3,193	3,190	
0500	Metionina 99 %	0,561	2,396	3,844	3,054	
0503	Lisina HCL	0,360	1,556	2,988	2,948	
0009	Antimicótico	0,300	0,650	2,200	2,200	
0008	Atrapante toxinas	0,300	0,650	2,200	2,200	
0467	Vit. Ini. Aves	0,300	1,300	2,200	2,200	
0163	OSMEQ 140	0,225	1,300	2,200	2,200	
0507	Treonina	0,158	0,761	1,377	1,170	
0148	Colina herbal	0,150	0,650	1,100	1,100	
0178	Valina	0,043	0,291	1,267	0,537	
0407	Enzimas Pool gr/tm	0,030	0,143	0,330	0,296	
0052	Fitasa 10000 Broiler	0,015	0,065	0,110	0,110	
0027	Anticoccidial ionoforo	0,015	0,390	0,110	0,220	

*Nota.* La tabla muestra las materias primas y cantidades utilizadas en las cuatro dietas formuladas a partir del software NUTRION 10.

**Probiótico: *Bacillus subtilis* sp.**

El probiótico durante los primeros 7 días fue suministrado vía agua de bebida a los tratamientos correspondientes, a una dosis de 1,9ml/L, a partir del día 8 hasta al saque, será incluido en el alimento en el momento del mezclado. El probiótico tendrá una concentración de  $10^{10}$ .

**Manejo de los pollitos.**

Los 600 pollitos machos de la línea genética COBB 500 fueron ingresados al galpón, todos bajo las mismas condiciones ambientales y alimentados con la misma porción de alimento y calidad de agua, durante 42 días, tiempo que duró la fase de campo. El manejo de los animales se basó en los requerimientos básicos de acuerdo a su edad, entre las actividades realizadas tenemos: adaptación de comederos, manejo de ventilación, regulación de bebederos de niple.

***Programa de vacunación***

La vacunación de las aves se llevó a cabo de acuerdo a protocolos establecidos en la guía de manejo del pollo de engorde (Cobb-Vantress, 2018). Se consideró la edad, la vacuna, la cepa y la vía de suministro (Tabla 6).

**Tabla 6**

*Programa de vacunación.*

Edad (días)	Vacuna	Cepa	Vía de suministro
7	New Castle	La Sota	Agua de bebida
	Gumboro	Clon 30	
	Bronquitis	H120	
14	Gumboro	Clon 30	Agua de bebida
21	New Castle	La Sota	Agua de bebida
	Bronquitis	H120	

*Nota.* La presente tabla detalla el programa sanitario de vacunación utilizado en el experimento.

### **Variables evaluadas**

Los 600 pollitos llegaron entre las 10 y 12 de la mañana, con el fin de contar con el tiempo suficiente para adaptarse a las nuevas condiciones ambientales del galpón, puedan comer, hidratarse y descansar. Antes de ubicarlos en los respectivos boxes se procedió a pesar a todos los pollitos, para determinar la media aritmética, desviación estándar y coeficiente de variación, las cuales ayudarán a determinar el grado de variabilidad respecto al peso.

Los parámetros productivos que se evaluaron en la presente investigación fueron: ganancia de peso, consumo de alimento, índice de conversión alimenticia, factor de eficiencia europeo (IEE), rendimiento en canal y rendimiento de pechuga.

### ***Ganancia diaria de peso (GDP)***

El peso de los animales se evaluó mediante una balanza digital con capacidad máxima de 40 kg, se midió el peso a la llegada (1 día de edad), posteriormente se midió el peso a los 7, 14, 21, 28, 35 y 42 días de edad.

Se consideró tres fases, período de inicio (1 a 14 días), crecimiento (15 a 28 días) y el período de finalización (29 a 42 días), en base a esto se determinó la ganancia de peso (GP) por fase considerando el peso final menos el peso inicial dividido para 14 días.

$$GP (kg) = \frac{\text{Peso final} - \text{Peso Inicial (kg)}}{14 \text{ días}}$$

### ***Consumo de alimento***

El consumo de alimento se calculó pesando el alimento residual de la cantidad total ofrecida diariamente, en relación al alimento inicial, dividido para el número de aves por box (Jayaraman et al., 2017).

$$\text{Consumo de Alimento (kg)} = \frac{\text{Ración ofrecida} - \text{Ración residual final (kg)}}{\text{N}^\circ \text{ de aves}}$$

### **Índice de conversión alimenticia (CA)**

La conversión alimenticia se evaluó semanalmente, dividiendo el consumo de alimento acumulado sobre el peso semanal, valor que expresa los kg de alimento consumido para ganar un kg de peso vivo (Jayaraman et al., 2017).

$$CA = \frac{\text{Consumo de alimento Promedio (kg)}}{\text{Ganancia de Peso Promedio (kg)}}$$

### **Índice de eficiencia europeo (IEE)**

Denota el rendimiento general de un lote, un valor IEE más alto representa una mayor rentabilidad para el avicultor y refleja un manejo eficiente de los factores productivos, se determinó al final del período experimental (42 días) y está definido por la edad de los pollos de engorde al sacrificio, su peso vivo promedio, viabilidad e índice de conversión alimenticia (Jayaraman et al., 2017).

$$IEE = \frac{\text{Viabilidad (\%)} * \text{Peso vivo (kg)}}{\text{Edad (días)} * \text{Conversión alimenticia}} * 100$$

La viabilidad del lote, se basa en la sobrevivencia del lote en términos porcentuales y se determinó sobre la base de la mortalidad.

$$\text{Viabilidad} = 1 - \text{Mortalidad};$$

Dónde: 1 equivale al 100% de sobrevivencia del lote.

### **Rendimiento en canal**

Constituye el porcentaje de aprovechamiento de canal, posterior al sacrificio y habiendo desechado: sangre, plumas, patas, cabeza, vísceras, cuello, hígado, corazón y molleja.

$$R. \text{Carcasa (\%)} = \frac{\text{Peso de la canal (kg)}}{\text{Peso del ave (kg)}} * 100$$

### **Rendimiento de pechuga**

Este parámetro se determinó mediante el cociente del peso de la pechuga y el peso de la carcasa multiplicado por 100, es de importancia ya que la pechuga es el corte de mayor interés e integridad muscular, representando entre el 20 y 23% del peso vivo (Awaad et al., 2014).

$$R. \text{Pechuga} = \frac{\text{Peso Pechuga}}{\text{Peso Carcasa}} * 100$$

### **Análisis estadístico**

Para la distribución de los tratamientos se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con 10 repeticiones por tratamiento, las variables productivas se caracterizaron mediante estadística descriptiva (media, desviación estándar y coeficiente de variación). Para determinar el efecto de las dietas sobre las variables mencionadas se realizó un análisis de varianza (ANOVA), y se sometió a una prueba de comparación de medias utilizando una prueba de Tukey al 5%. Se empleó el siguiente modelo matemático:

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

Dónde:

$Y_{ij}$  = variable de respuesta

$u$  = media general

$T_i$  = efecto del  $i$ -ésimo tratamiento

$e_{ij}$  = error experimental



Los supuestos de normalidad y homocedasticidad fueron evaluados usando QQ-plot y la prueba de Shapiro-Wilks. Además, se utilizó la prueba no paramétrica Kruskal Wallis para las variables que no cumplen con los supuestos. Todos los datos fueron procesados en el software estadístico INFOSTAT con un nivel de significancia del 5%.

### **Análisis económico**

Para establecer el tratamiento con mayor tasa de retorno marginal es decir el tratamiento más económico o rentable se realizó un análisis de presupuesto parcial, para lo cual se determinó por tratamiento los costos variables, beneficio bruto y beneficio neto.

Beneficio bruto por tratamiento (BB):

$$BB = \text{Rendimiento ajustado ( kg de pollo faenado/tratamiento) * costo unitario}$$

Beneficio neto por tratamiento (BN):

$$BN = \text{Beneficio bruto} - \text{costos variables}$$

Con respecto a los tratamientos no dominados se realizó un análisis marginal con el objetivo de calcular la tasa de retorno marginal de cada tratamiento, y con ello establecer el tratamiento económicamente viable (Perrín et al., 1983).

## Capítulo IV

### Resultados y Discusión

#### Peso corporal

A la recepción los pollitos BB presentaron un peso inicial promedio de  $50,73 \pm 1,61$  g, con un coeficiente de variación (CV) de 3,17, de acuerdo con la guía de manejo Cobb-vantress, (2008) un lote se considera uniforme cuando presenta un  $CV \leq 8$ , denotando uniformidad en el lote inicial.

No se encontró diferencias significativas entre tratamientos para las variables de peso a los 7 días ( $F_2, 27=0,64$ ;  $p=0,535$ ) y peso a los 14 días ( $H=0,85$ ;  $p=0,65$ ) como se indica en la tabla 7.

El peso corporal de las aves a partir del día 21 hasta el sacrificio presentó diferencias significativas, al día 21 el peso de las aves alimentadas con alimento concentrado suplementado con promotor de crecimiento (bacitracina de zinc) y el probiótico (*Bacillus subtilis* sp.) correspondiente al tratamiento 2 fue mayor al de las aves del tratamiento 0 y 1. Mientras que para el periodo comprendido del día 28 al 42, se observó que los tratamientos que contienen el probiótico (*Bacillus subtilis* sp.) se diferenciaron estadísticamente del control en el cual únicamente se suministró un promotor de crecimiento comercial, destacando el tratamiento 1, desde el punto de vista numérico, alimento concentrado sin promotor de crecimiento y suplementado con probiótico (*Bacillus subtilis* sp), con un mayor peso final de  $3170,6 \pm 71,13$  g (Tabla 7) superando los rendimientos reportados por la línea genética Cobb 500 con una diferencia de 23,6 g.

Los resultados obtenidos coinciden con un estudio realizado por Jayaraman et al., (2017) en pollos de engorde sacrificados a los 35 días, donde los pollos del tratamiento suplementado con el probiótico (*Bacillus subtilis* PB6) presentaron un peso corporal mayor frente al grupo suplementado con un promotor de crecimiento comercial, resaltando que a partir del día 21 los grupos suplementados con *Bacillus subtilis* PB6 presentan un mejor desempeño al alcanzar un mayor peso corporal.

Igualmente, en un estudio realizado por Bai et al., (2017) en el cual reportan los efectos del probiótico dietético *Bacillus subtilis* BS fmbJ sobre el crecimiento de los pollos de engorde en diferentes fases, observando que del día 1 al 21, el rendimiento del crecimiento de los pollos no se vio afectado por la dieta BS fmbJ, mientras que durante el periodo de 22 a 42 días, los pollos de engorde alimentados con dietas *Bacillus subtilis* obtuvieron un mayor peso corporal en comparación con el grupo control ( $p < 0,05$ ) llegando a alcanzar un peso final de  $2528.10 \pm 71.30$  g, al comparar este peso con los datos obtenidos en el presente estudio, se reporta un peso final superior con un incremento de 642,5 g a favor de este ensayo.

**Tabla 7**

*Promedio  $\pm$  desviación estándar del peso de pollos de engorde sometidos a tres tratamientos.*

Peso (g)	Tratamientos			p - valor
	T0	T1	T2	
	Media $\pm$ D.E.	Media $\pm$ D.E.	Media $\pm$ D.E.	
Inicial	50,33 $\pm$ 0,96 <sup>a</sup>	51,25 $\pm$ 1,48 <sup>a</sup>	50,63 $\pm$ 2,17 <sup>a</sup>	0,437
7 días	204,2 $\pm$ 10,99 <sup>a</sup>	205,2 $\pm$ 9,35 <sup>a</sup>	209 $\pm$ 9,6 <sup>a</sup>	0,535
14 días <sup>1</sup>	387,4 $\pm$ 29,7 <sup>a</sup>	396,32 $\pm$ 16,32 <sup>a</sup>	391,43 $\pm$ 10,05 <sup>a</sup>	0,653
21 días <sup>1</sup>	993,9 $\pm$ 38,18 <sup>a</sup>	1013,8 $\pm$ 22,38 <sup>a</sup>	1032,06 $\pm$ 18,84 <sup>b</sup>	0,017
28 días	1578,6 $\pm$ 49,7 <sup>b</sup>	1699,9 $\pm$ 50,77 <sup>a</sup>	1718,6 $\pm$ 32,2 <sup>a</sup>	< 0,0001
35 días	2329,51 $\pm$ 81,48 <sup>b</sup>	2482,06 $\pm$ 27,09 <sup>a</sup>	2462 $\pm$ 50,03 <sup>a</sup>	< 0,0001
42 días	3043,6 $\pm$ 57,42 <sup>b</sup>	3170,6 $\pm$ 71,13 <sup>a</sup>	3161,2 $\pm$ 100,74 <sup>a</sup>	0,001

*Nota.* Medias en la misma fila con letras diferentes difieren estadísticamente (HSD Tukey  $p < 0,05$ ). <sup>1</sup>Los datos no cumplieron con los supuestos de normalidad y homocedasticidad, procediendo a realizar la prueba no paramétrica Kruskal Wallis (Ranks;  $p > 0,05$ ).

### Ganancia diaria de peso (GDP)

Con respecto a la variable ganancia de peso diaria no se encontró diferencias significativas para los tratamientos evaluados en la fase inicial (1 a 14 días) ( $H=0,71$ ;  $p=0,703$ ) y en la fase de finalización (29 a 42 días) ( $F_{2, 27}=0,27$ ;  $p=0,768$ ). Mientras que para la fase de crecimiento (15 a 28 días) el uso del probiótico *Bacillus subtilis* sp., solo y en combinación con un antibiótico promotor de crecimiento, mejoró significativamente ( $p<0,0001$ ) la ganancia diaria promedio en comparación al control (Tabla 8).

**Tabla 8**

*Promedio  $\pm$  desviación estándar de la ganancia diaria de peso de pollos de engorde sometidos a tres tratamientos.*

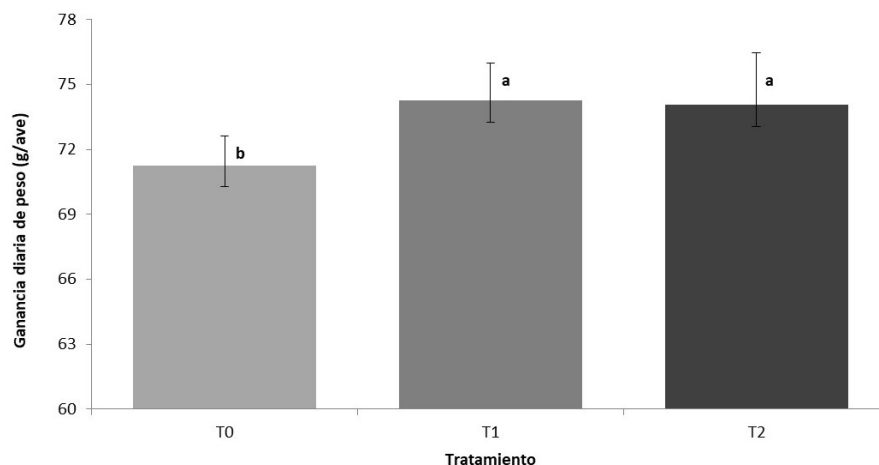
Ganancia de peso (g/ave/día)	Tratamientos			p – valor
	T0	T1	T2	
	Media $\pm$ D.E.	Media $\pm$ D.E.	Media $\pm$ D.E.	
1 - 14 días <sup>1</sup>	24,08 $\pm$ 2,1 <sup>a</sup>	24,65 $\pm$ 1,1 <sup>a</sup>	24,34 $\pm$ 0,6 <sup>a</sup>	0,703
15 - 28 días	85,09 $\pm$ 3, 67 <sup>b</sup>	93,11 $\pm$ 3,04 <sup>a</sup>	94,8 $\pm$ 1,9 <sup>a</sup>	< 0,0001
29 - 42 días	104,64 $\pm$ 5,05 <sup>a</sup>	105,05 $\pm$ 7,52 <sup>a</sup>	103,04 $\pm$ 6,67 <sup>a</sup>	0,768
1 - 42 días	71,27 $\pm$ 1,36 <sup>b</sup>	74,27 $\pm$ 1,71 <sup>a</sup>	74,06 $\pm$ 2,39 <sup>a</sup>	0,0018

*Nota.* Medias en la misma fila con letras diferentes difieren estadísticamente (HSD Tukey  $p<0,05$ ). <sup>1</sup>Los datos no cumplieron con los supuestos de normalidad y homocedasticidad, procediendo a realizar la prueba no paramétrica Kruskal Wallis (Ranks;  $p > 0,05$ ).

Al analizar la variable durante todo el periodo del ensayo (1 a 42 días) se mostró que la ganancia diaria de peso se vio influenciada por efecto de los tratamientos, obteniendo que los pollos alimentados con una dieta basal suplementada con *B. subtilis* sp., solo (T1) y en combinación con un antibiótico promotor de crecimiento (T2), presentaron mayor ganancia diaria de peso frente al control (T0) (Figura 3).

**Figura 3**

*Ganancia diaria de peso (1 a 42 días) de pollos de engorde sometidos a tres tratamientos.*



*Nota.* Medias y desviaciones estándar de la ganancia diaria de peso (1 a 42 días). Letras diferentes difieren estadísticamente (HSD Tukey  $p < 0,05$ ).

Los resultados se asemejan al estudio realizado por Qiu et al., (2021) donde se evaluó los efectos de la suplementación dietética con *Bacillus subtilis* como alternativa a los antibióticos, sobre el rendimiento, la inmunidad sérica y la salud intestinal en pollos de engorde, registrando que únicamente en el periodo de crecimiento la ganancia diaria promedio de los grupos promotor de crecimiento y *B. subtilis* fueron significativamente más altas ( $P \leq 0.05$ ) que el grupo de control.

Por otro lado, en el estudio realizado por Park et al., (2020) en el cual se reporta que las ganancias de peso corporal de los pollos alimentados con dietas suplementadas con *B. subtilis* aumentaron en un rango de 5,6 a 7,6% en los grupos que se utilizó el probiótico, en comparación con los pollos alimentados con la dieta sin suplementos.

### Consumo de alimento

En la Tabla 9 se muestra el consumo de alimento diario (g) durante las tres fases de desarrollo de los pollos de engorde, encontrando que no existen diferencias significativas respecto a los tratamientos durante la fase inicial (1 -14 días) ( $F_{2,27}=0,79$ ;  $p=0,464$ ) y la de crecimiento (15 – 28 días) ( $F_{2,27}=0,28$ ;  $p=0,758$ ).

En la fase de finalización el consumo de alimento diario (g) de los pollos difirió entre tratamientos ( $F_{2,27}=3,22$ ;  $p=0,05$ ). Los pollos alimentados con una dieta basal suplementada únicamente con el probiótico *Bacillus subtilis* sp. presentaron un menor consumo de alimento que el control (tabla 9), al tener en cuenta el peso corporal final de este tratamiento ( $3170,6 \pm 71,13$ g), se observa una mejor eficiencia alimenticia.

Los datos concuerdan con los resultados obtenidos por Park & Kim (2014), los cuales reportan los efectos del uso de diferentes concentraciones del probiótico *B. subtilis* B2A sobre el desempeño productivo de pollos de engorde, concluyendo que las aves alimentadas con *B. subtilis* B2A mostraron un consumo de alimento significativamente menor ( $P < 0,05$ ).

**Tabla 9**

*Promedio  $\pm$  desviación estándar del consumo de alimento concentrado de los pollos de engorde sometidos a tres tratamientos.*

Consumo de alimento (g/ave/día)	Tratamientos			p – valor
	T0	T1	T2	
	Media $\pm$ D.E.	Media $\pm$ D.E.	Media $\pm$ D.E.	
1 - 14 días	42,87 $\pm$ 1,17 <sup>a</sup>	43,51 $\pm$ 1,2 <sup>a</sup>	43,29 $\pm$ 1,11 <sup>a</sup>	0,464
15 - 28 días	107,32 $\pm$ 5,2 <sup>a</sup>	105,83 $\pm$ 5,37 <sup>a</sup>	106,22 $\pm$ 2,79 <sup>a</sup>	0,758
29 - 42 días	180,93 $\pm$ 10,46 <sup>b</sup>	171,39 $\pm$ 6,54 <sup>a</sup>	174,38 $\pm$ 8,33 <sup>ab</sup>	0,05

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

El consumo acumulado de alimento concentrado de las aves fue similar para los tres tratamientos evaluados en el ensayo (Tabla 10), observando una tendencia crecimiento de consumo y manteniéndose acorde a los valores de ingesta de alimento de la línea genética. Estos resultados concuerdan con lo expuesto por Park et al. (2020), los cuales encontraron que el consumo de alimento no presentó diferencias entre los grupos en los que se usó *B. subtilis* y el control.

**Tabla 10**

*Promedio  $\pm$  desviación estándar del consumo de alimento acumulado de los pollos de engorde sometidos a tres tratamientos.*

Consumo de alimento acumulado (kg)	Tratamientos			p – valor
	T0	T1	T2	
	Media $\pm$ D.E.	Media $\pm$ D.E.	Media $\pm$ D.E.	
14 días	0,60 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	0,61 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	0,61 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	0,465
28 días	2,1 $\pm$ 0,08 <sup>a</sup>	2,09 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup>	2,09 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>	0,885
42 días	4,64 $\pm$ 0,2 <sup>a</sup>	4,49 $\pm$ 0,15 <sup>a</sup>	4,53 $\pm$ 0,13 <sup>a</sup>	0,152

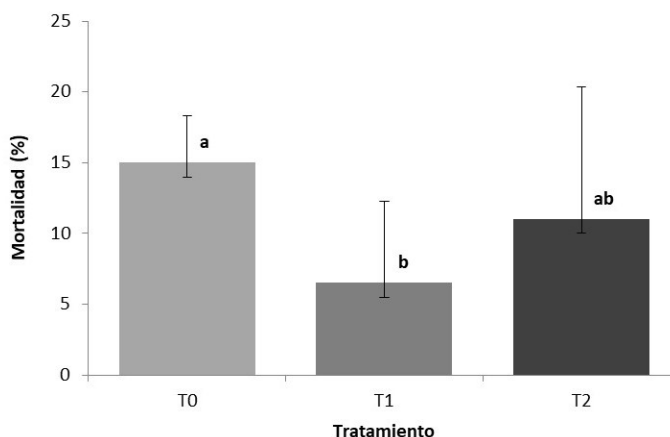
*Nota.* Medias en la misma fila con letras diferentes difieren estadísticamente (HSD Tukey  $p < 0,05$ ).

### **Mortalidad**

El porcentaje de mortalidad al sacrificio (42 días) difirió entre tratamientos ( $H=7,9$ ;  $p=0,017$ ). En la figura 4 se observa que la tasa más baja de mortalidad se obtuvo con el tratamiento T1 (alimento concentrado sin promotor de crecimiento y suplementado con probiótico (*Bacillus subtilis* sp.) con un porcentaje de  $6,5 \pm 5,8\%$  mientras que el tratamiento 0, control, presentó la mayor mortalidad con  $15 \pm 3,33\%$  (Tabla 11).

**Figura 4**

*Porcentaje de mortalidad acumulada (1 a 42 días) de pollos de engorde sometidos a tres tratamientos.*



*Nota.* Medias y desviaciones estándar del porcentaje de mortalidad (1 – 42 días). Letras diferentes difieren estadísticamente (HSD Tukey  $p < 0,05$ ).

Con respecto a las fases de desarrollo, únicamente se encontró diferencias significativas para la fase de crecimiento (15 – 28 días) ( $F_{2,27}=3,79$ ;  $p=0,035$ ), además se observa un incremento de esta variable al pasar de la fase inicial a la de crecimiento, esto debido a la incidencia del síndrome ascítico.

**Tabla 11**

*Promedio  $\pm$  desviación estándar del porcentaje de mortalidad de los pollos de engorde sometidos a tres tratamientos.*

Mortalidad (%)	Tratamientos			p – valor
	T0	T1	T2	
	Media $\pm$ D.E.	Media $\pm$ D.E.	Media $\pm$ D.E.	
1 - 14 días <sup>1</sup>	1 $\pm$ 2,11 <sup>a</sup>	0 $\pm$ 0 <sup>a</sup>	0 $\pm$ 0 <sup>a</sup>	0,126
15 - 28 días	6,5 $\pm$ 4,12 <sup>a</sup>	1,5 $\pm$ 2,42 <sup>b</sup>	4 $\pm$ 5,16 <sup>ab</sup>	0,035
29 - 42 días	7,5 $\pm$ 4,25 <sup>a</sup>	5 $\pm$ 5,27 <sup>a</sup>	7 $\pm$ 8,23 <sup>a</sup>	0,635
1 - 42 días <sup>1</sup>	15 $\pm$ 3,33 <sup>a</sup>	6,5 $\pm$ 5,8 <sup>b</sup>	11 $\pm$ 9,37 <sup>ab</sup>	0,017

*Nota.* Medias en la misma fila con letras diferentes difieren estadísticamente (HSD Tukey  $p < 0,05$ ). <sup>1</sup>Los datos no cumplieron con los supuestos de normalidad y homocedasticidad, procediendo a realizar la prueba no paramétrica Kruskal Wallis (Ranks;  $p > 0,05$ ).



En el estudio realizado por Qiu et al. (2021) se reporta la influencia del probiótico en la mortalidad del lote, concluyendo que la tasa de mortalidad del grupo suplementado con *B. subtilis* disminuyó significativamente ( $P \leq 0,05$ ), esto podría deberse a los efectos benéficos del probiótico en la respuesta inmunitaria, equilibrio de la microflora intestinal y la salud intestinal de los animales tratados. Esto concuerda con los resultados presentados por Sokale et al., (2019), los cuales exponen que la suplementación dietética con *Bacillus subtilis* redujo las lesiones por enteritis necrótica y la mortalidad, además afectó positivamente la morfología intestinal.

#### **Índice de Conversión alimenticia (CA)**

El efecto del uso de un antibiótico promotor de crecimiento (bacitracina de zinc) y el probiótico (*Bacillus subtilis* sp.) sobre el índice de conversión alimenticia (CA) se muestra en la tabla 12, el análisis muestra que no existe diferencia significativa a los 14 días ( $F_{2,27}=0,09$ ;  $p=0,917$ ), a los 28 y 42 días se estableció que las unidades experimentales pertenecientes a los tratamientos T1 y T2, suplementados con el probiótico *Bacillus subtilis* sp. presentaron un menor índice de conversión alimenticias con respecto al control, uso de un antibiótico promotor de crecimiento, los valores obtenidos al término del experimento son de  $1,42 \pm 0,06$  y  $1,44 \pm 0,07$ , respectivamente.

**Tabla 12**

*Promedio  $\pm$  desviación estándar del índice de conversión alimenticia de pollos de engorde sometidos a tres tratamientos.*

Conversión alimenticia (CA)	Tratamientos			p - valor
	T0	T1	T2	
	Media $\pm$ D.E.	Media $\pm$ D.E.	Media $\pm$ D.E.	
14 días	1,56 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup>	1,54 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>	1,55 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup>	0,917
28 días	1,33 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>	1,23 $\pm$ 0,05 <sup>b</sup>	1,22 $\pm$ 0,03 <sup>b</sup>	<0,0001
42 días	1,52 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup>	1,42 $\pm$ 0,06 <sup>b</sup>	1,44 $\pm$ 0,07 <sup>b</sup>	0,0032

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

Investigadores han documentado los efectos de *Bacillus subtilis* en aves de corral, reportando que la suplementación dietética con el probiótico mejoran significativamente ( $P < 0,05$ ) el consumo diario de alimento, la ganancia de peso y el índice de conversión alimenticia de pollos de engorde de 1 a 42 días (Bai et al., 2017). Esto coincide con el ensayo realizado por Jacquier et al., (2019) durante todo el periodo del experimento (1 a 42 días) se observó una mejora en el índice de conversión alimenticia en el grupo tratado con *B. subtilis* reduciéndose en un 5,4% en comparación al control sin la suplementación dietética con probiótico ( $P < 0,0001$ ).

Maya-Ortega et al., (2021) confirmaron que la suplementación con *B. subtilis* en las dietas generó una reducción del índice de conversión alimenticia en comparación al control ( $P < 0,05$ ), reportando un valor de CA de 1,41 a los 42 días de vida, valor que se asemeja al encontrado en el presente estudio.

### Índice de eficiencia europeo (IEE)

La viabilidad constituye un parámetro productivo que indica el porcentaje de animales que llegaron al término del ensayo (42 días), el mayor porcentaje de viabilidad fue obtenido en el tratamiento 1 con  $93,5 \pm 5,8$  % difiriendo significativamente del tratamiento control (Tabla 13).

En cuanto al índice de eficiencia europeo, la suplementación dietética con el probiótico *Bacillus subtilis* sp. en las dietas de los pollos de engorde ejerce efectos positivos en esta variable ya que se encontró diferencias significativas entre tratamientos ( $H=11,1$ ;  $P=0,0039$ ), con un mayor IEE en el tratamiento 1, al obtener un valor de  $499,27 \pm 42,88$  (Tabla 13), siendo 23,24% más alto que el tratamiento 0, denotando una mayor rentabilidad y eficiencia en el manejo en T1 (Figura 5).

**Tabla 13**

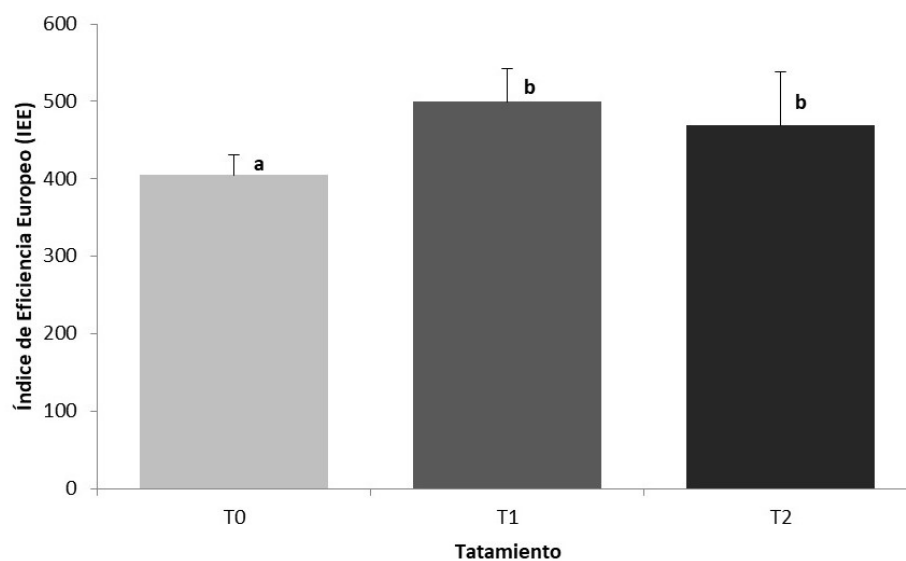
*Promedio  $\pm$  desviación estándar de la viabilidad e índice de eficiencia europeo de pollos de engorde sometidos a tres tratamientos.*

	Tratamientos			p - valor
	T0	T1	T2	
	Media $\pm$ D.E.	Media $\pm$ D.E.	Media $\pm$ D.E.	
Viabilidad (%) <sup>1</sup>	$85 \pm 3,33^a$	$93,5 \pm 5,8^b$	$89 \pm 9,37^{ab}$	0,017
IEE <sup>1</sup>	$405,13 \pm 26,06^a$	$499,27 \pm 42,88^b$	$468,92 \pm 68,57^b$	0,0039

*Nota.* Medias en la misma fila con letras diferentes difieren estadísticamente (HSD Tukey  $p < 0,05$ ). <sup>1</sup>Los datos no cumplieron con los supuestos de normalidad y homocedasticidad, procediendo a realizar la prueba no paramétrica Kruskal Wallis (Ranks;  $p > 0,05$ ).

**Figura 5**

*Índice de Eficiencia Europeo de pollos de engorde sometidos a tres tratamientos.*



*Nota.* Medias y desviaciones estándar del Índice de Eficiencia Europeo. Letras diferentes difieren estadísticamente (HSD Tukey  $p < 0,05$ ).

Los resultados obtenidos en el presente estudio fueron corroborados por Jayaraman et al. (2017) quienes indicaron que el grupo suplementación con *Bacillus subtilis* PB6 presentó un valor más alto de IEE a la edad de sacrificio, debido a un mayor peso corporal y menor índice de conversión alimenticia.

#### **Rendimiento en canal y pechuga (%)**

Los porcentajes de rendimiento en canal y pechuga no se vieron influenciados por los tratamientos ( $F_{2,12}=0,64$ ;  $p=0,543$ ) y ( $F_{2,12}=0,17$ ;  $p=0,849$ ), respectivamente. Numéricamente, el T1, grupo suplementado con *B. subtilis* presentó el porcentaje más alto para rendimiento de canal con un valor de  $83,61 \pm 7,64$ , mientras que para porcentaje de pechuga, el T2, grupo suplementado con *B. subtilis* y promotor de crecimiento, presentó el valor más elevado con  $35,65 \pm 1,99$  (tabla 14).

Los resultados coinciden con lo expuesto por Yadav et al., (2018) los cuales informan que el porcentaje de carcasa promedio a los 42 días no presentó diferencias significativas en los grupos de aves suplementados con *B. subtilis* o con un promotor de crecimiento, reportando un valor de  $79,92 \pm 1,73\%$  en tratamiento del probiótico, mientras que en el presente estudio se obtuvo un valor de  $83,61 \pm 7,64\%$ , superior al reportado por Yadav et al., (2018).

Tang et al. (2021), quienes no encontraron influencia de la suplementación de *B. subtilis* sobre el peso y porcentaje de la canal ( $p= 0,477$ ), además reportan un porcentaje de pechuga de  $27,14 \pm 1,82$  para el grupo tratado con el probiótico, valor inferior a los obtenidos en el presente ensayo, el cual fue de  $34,71 \pm 3,65\%$ .

Por el contrario, Cramer et al., (2018) reportaron que el peso del músculo de la pechuga de pollos de engorde se vio afectado por la suplementación con *B. subtilis* ( $P < 0,0001$ ), atribuyendo el resultado a la cepa ya que los efectos beneficiosos de *B. subtilis* en los pollos de engorde dependen marcadamente de ella.

#### Tabla 14

*Promedio  $\pm$  desviación estándar del rendimiento en canal y pechuga de pollos de engorde a los 42 días de edad sometidos a tres tratamientos.*

	Tratamientos			p - valor
	T0	T1	T2	
	Media $\pm$ D.E.	Media $\pm$ D.E.	Media $\pm$ D.E.	
Rendimiento Canal (%)	$80,95 \pm 5,93^a$	$83,61 \pm 7,64^a$	$79,4 \pm 3,54^a$	0,543
Pechuga (%)	$35,15 \pm 1,56^a$	$34,71 \pm 3,65^a$	$35,65 \pm 1,99^a$	0,849

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

### Análisis económico

Para el análisis económico se llevó a cabo un análisis de presupuesto parcial de los tratamientos evaluados (Tabla 15), observando que el tratamiento 1 en el cual se suministró el probiótico *Bacillus subtilis* sp. tuvo un mayor beneficio neto con un valor de 7,41 USD/ave, seguido del tratamiento 0 (promotor de crecimiento) con 6,95 USD/ave y finalmente el tratamiento 2 (*Bacillus subtilis* sp. + promotor de crecimiento) con 6,94 USD/ave.

**Tabla 15**

*Análisis de presupuesto parcial de los tres tratamientos.*

	Tratamientos		
	T0	T1	T2
Rendimiento medio (kg/ave)	2,47	2,66	2,51
Rendimiento ajustado (kg/ave)	2,34	2,53	2,38
Beneficio bruto (USD / ave)	6,97	7,53	7,10
Costo promotor de crecimiento (USD / ave)	0,03	-	0,02
Costo Probiótico ( <i>Bacillus subtilis</i> sp.) (USD / ave)	-	0,12	0,13
Total costos variables (USD / ave)	0,03	0,12	0,15
Beneficio neto (USD / ave)	6,95	7,41	6,94

Nota. La tabla muestra el presupuesto parcial de los tres tratamientos evaluados.

Mediante el análisis de presupuesto parcial se determinó al T2 como dominado es decir aquel que tiene más costo variable y menos beneficio neto, constituyendo la alternativa menos rentable. Mientras que para el T0 y T1, no dominados, se realizó la tasa de retorno marginal (Tabla 15), reportando que para cambiar el manejo de la alimentación, al pasar del uso de un antibiótico promotor de crecimiento comercial como es bacitracina de zinc, al suministro del probiótico *Bacillus subtilis* sp., es necesario invertir 0,10 USD extra para obtener un retorno adicional de 0,46 USD (beneficio neto marginal), equivalente a una tasa de retorno marginal del 468,89%, lo que significa que por cada dólar invertido en el probiótico *B. subtilis* sp. se obtendría

4,69 USD adicionales. Determinando que el T1, suplementación dietética con *Bacillus subtilis* sp., constituye la mejor alternativa económica.

**Tabla 16**

*Tasa de retorno marginal para tratamientos no dominados (T0 y T1).*

	Tratamientos	
	T0	T1
Costos variables	0,03	0,12
Costos marginales	0,10	
Beneficios netos	6,95	7,41
Beneficios netos marginales	0,46	
Tasa de Retorno Marginal	468,89	

Nota. La tabla muestra el análisis de tasa de retorno marginal para los tratamientos no dominados.

**Tabla 17**

*Índice Beneficio/Costo de los tratamientos evaluados.*

Relación	Tratamiento		
	T0	T1	T2
Beneficio/Costo	3,33	3,67	3,28

Nota. La tabla muestra la relación Beneficio/Costo.

En la tabla 17 se presenta los valores obtenidos para el índice beneficio/costo de cada tratamiento, observando valores mayores a 1 en todos los casos, lo que denota rentabilidad, destacando el T1 con el valor más alto 3,67, es decir que por cada dólar invertido se obtendrá 2,67 dólares de ganancia.

## Capítulo V

### Conclusiones y Recomendaciones

#### Conclusiones

En base a los resultados obtenidos se concluye que:

- La suplementación dietética con el probiótico *Bacillus subtilis* sp., solo (T1) y en combinación con un antibiótico promotor de crecimiento (T2), tuvo un efecto positivo sobre los parámetros productivos al mejorar el desempeño de pollos de engorde línea Cobb 500 con respecto a las variables, peso corporal, ganancia de peso, tasa de mortalidad e índice de conversión alimenticia; no se encontraron diferencias significativas entre el T1 y T2.
- Los pollos de engorde pertenecientes al tratamiento 1, alimentados con una dieta basal suplementada con el probiótico *Bacillus subtilis* sp. presentaron un peso promedio al sacrificio de 3,17kg, mayor en un 4,17% respecto al control T0, en cuanto a la ganancia de peso esta fue mayor en 4,21% frente a T0; mientras que las variables tasa de mortalidad e índice de conversión alimenticia disminuyeron presentando un valor de 6,5% y 1,42, respectivamente.
- En referencia al rendimiento en canal y pechuga, los pollos alimentados con una dieta basal suplementada con *B. subtilis* sp. (T1) y el grupo suplementado con una combinación del probiótico y un promotor de crecimiento (T2), no presentaron diferencias significativas respecto a los pollos del grupo suplementado únicamente con un promotor de crecimiento (T0).
- El factor de eficiencia Europea de producción (IEE) se vio influenciado por los tratamientos, observando un valor superior en los tratamientos suplementados con *B.*



*subtilis* sp. con respecto al control (T0), destacando numéricamente el T1 al ser 23,24% más alto, denotando una mayor rentabilidad y eficiencia en el manejo.

- Mediante al análisis económico, se determinó que el tratamiento 1 representa la alternativa más rentable y viable, al generar un mayor beneficio neto con un valor de 7,41 USD/ave; una tasa de retorno marginal del 468,89% superior a la tasa de retorno mínima aceptable y un índice beneficio/costo de 3,67.

### **Recomendaciones**

- Se recomienda el uso del probiótico *Bacillus subtilis* sp. como una alternativa a los antibióticos promotores de crecimiento, al ser una opción segura y saludable que posee un efecto benéfico sobre el desempeño productivo de pollos de engorde línea Cobb 500, además de representar una alternativa económicamente rentable al obtener un mayor beneficio neto.
- Evaluar los efectos de la suplementación con *Bacillus subtilis* sobre la calidad y valor nutricional de la carne, propiedades fisicoquímicas, perfil de ácidos grasos y contenido de aminoácidos.
- Realizar investigaciones sobre el efecto de la suplementación con una combinación de probióticos autóctonos ya que se reportan mayores beneficios en parámetros productivos y sanitarios.
- Analizar los efectos del probiótico *B. subtilis* sobre la microbiota intestinal y del excremento, adicional evaluar las emisiones de gases nocivos.

### Bibliografía

- Abd El-Hack, M. E., El-Saadony, M. T., Salem, H. M., El-Tahan, A. M., Soliman, M. M., Youssef, G., y otros. (2022). Alternatives to antibiotics for organic poultry production: types, modes of action and impacts on bird's health and production. *Poultry Science*.
- Afsharmanesh, M., & Sadaghi, B. (2014). Effects of dietary alternatives (probiotic, green tea powder and Kombucha tea) as antimicrobial growth promoters on growth, ileal nutrient digestibility, blood parameters, and immune response of broiler chickens. *Comp. Clin. Pathol.*, 23, 717-724.
- Aguavil, J. (2012). Evaluación del efecto de un probiótico nativo elaborado en base a *Lactobacillus acidophilus* y *Bacillus subtilis* sobre el sistema gastrointestinal en pollos broiler ross-308 en Santo Domingo de los Tsáchilas. *Universidad de las Fuerzas Armadas*.
- Arce, M. (2009). Normal climática y distribución de la precipitación de la hacienda El Prado-IASA. *Boletín Técnico IASA*, 8, 126-128.
- Arce, M., & Pozo, W. (2015). Variabilidad de la producción lechera del agrosistema IASA, según las categorías de intensidad de lluvias de Trojer. *Boletín Técnico IASA*.
- Awaad, M., Elmenawey, M., & Ahmed, K. (2014). Effect of a specific combination of carvacrol, cinnamaldehyde, and on the growth performance, carcass quality and gut integrity of broiler chickens. *Veterinary World*, 7(4), 284-290.
- Bai, K., Huang, Q., Zhang, J., He, J., Zhang, L., & Wang, T. (2017). Supplemental effects of probiotic *Bacillus subtilis* fmbJ on growth performance, antioxidant capacity, and meat quality of broiler chickens. *Poultry Science*, 96, 74-82.
- Bajagai, Y., Klieve, A., Dart, P., & Bryden, W. (2016). Probiotics in animal nutrition: Production, impact and regulation. *Animal Production and Health Division (NSA)*.

- Barrera-Barrera, H., Rodríguez-González, S., & Torres-Vidales, G. (2014). The effect of adding citric acid and a commercial probiotic to drinking water on the morphometry of the duodenum for broilers and their zootechnical parameters. *Universidad de los Llanos*, 18(2).
- Castelló, J. A. (2008). *La cama para los broilers*. Obtenido de <https://seleccionesavicolas.com/pdf-files/2008/9/4113-la-cama-para-los-broilers.pdf>
- Chaucheyras-Durand, F., & Durand, H. (2010). Probiotics in animal nutrition and health. *Benef Microbes*, 1(1), 3-9.
- Ciurescu, G., Dumitru, M., Gheorghe, A., Untea, A. E., & Drăghici, R. (2020). Effect of *Bacillus subtilis* on growth performance, bone mineralization, and bacterial population of broilers fed with different protein sources. *Poultry Science*, 99(11), 5960-5971.
- Cobb-Vantres. (2018). *Suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde*. Obtenido de <https://www.cobb-vantress.com/assets/Cobb-Files/c8850fbe02/6998d7c0-12d1-11e9-9c88-c51e407c53ab.pdf>
- Cobb-vantress. (2008). *Guía de Manejo del Pollo de Engorde*. Obtenido de <https://colaves.com/wp-content/uploads/2020/09/Cobb500.pdf>
- Cobb-Vantress. (2018). *Guía de manejo del pollo de engorde*. Obtenido de [https://www.cobb-vantress.com/assets/Cobb-Files/ec35b0ab1e/Broiler-Guide-2019-ESP-WEB\\_2.22.2019.pdf](https://www.cobb-vantress.com/assets/Cobb-Files/ec35b0ab1e/Broiler-Guide-2019-ESP-WEB_2.22.2019.pdf)
- CONAVE. (2021). *El sector avicultor un potencial motor económico y Laboral Nacional*. Obtenido de <https://www.conave.org/el-sector-avicultor-un-potencial-motor-economico-y-laboral-nacional/>
- CONAVE. (2021). *Información Sector Avícola (Público)*. Obtenido de <https://www.conave.org/informacion-sector-avicola-publico/>

- Cramer, T. A., Kim, H. W., Chao, Y., Wang, W., Cheng, H. W., & Kim, Y. H. (2018). Effects of probiotic (*Bacillus subtilis*) supplementation on meat quality characteristics of breast muscle from broilers exposed to chronic heat stress. *Poultry Science*, *97*(9), 3358-3368.
- FAO/WHO. (2001). *Health and Nutritional Properties of Probiotics in Food including Powder Milk with Live Lactic Acid Bacteria*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a0512e/a0512e.pdf>
- Fathi, M., Ebeid, T., Al-Homidan, I., Soliman, N., & Abou-Emera, O. (2017). Influence of probiotic supplementation on immune response in broilers raised under hot climate. *British poultry science*, *58*, 512-516.
- Gadde, U., Kim, W., Oh, S., & Lillehoj, H. (2017). Alternatives to Antibiotics for Maximizing Growth Performance and Feed Efficiency in Poultry: A Review. *Animal Health Research Reviews*, *18*(1), 26-45.
- Google Maps. (2020). *Mapa Satelital de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA (Universidad de las Fuerzas Armadas)*. Obtenido de [https://www.google.com.ec/maps/place/IASA+\(Carrera+Agropecuaria+Universidad+de+las+Fuerzas+Armadas+\)/@-0.3849892,-78.4166337,784m/data=!3m1!1e3!4m2!1m6!3m5!1s0x91d5bb2c607a54a7:0x41f3cfca99f509d5!2sIASA+\(Carrera+Agropecuaria+Universidad+de+las+Fuerzas+Ar](https://www.google.com.ec/maps/place/IASA+(Carrera+Agropecuaria+Universidad+de+las+Fuerzas+Armadas+)/@-0.3849892,-78.4166337,784m/data=!3m1!1e3!4m2!1m6!3m5!1s0x91d5bb2c607a54a7:0x41f3cfca99f509d5!2sIASA+(Carrera+Agropecuaria+Universidad+de+las+Fuerzas+Ar)
- Gopal, V., & Dhanasekaran, D. (2021). Probiotics as a Growth Promotant for Livestock and Poultry Production. *Avances en probióticos: Microorganismos en la alimentación y la salud*, 349-364.
- Grashorn, M. (2010). Use of Phytobiotics in Broiler Nutrition— an Alternative to Infeed Antibiotics? *Journal of Animal and Feed Sciences*, *19*(3), 338-347.

- Hendrix Genetics. (2006). *Good Brooding Conditions for the Best Starting of the Chicks*. Obtenido de <https://en.engormix.com/poultry-industry/articles/good-brooding-conditions-best-t33417.htm>
- INEC. (2020). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC)*. INEC. . Obtenido de [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac-2019/Presentacion%20de%20los%20principales%20resultados%20ESPAC%202019.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2019/Presentacion%20de%20los%20principales%20resultados%20ESPAC%202019.pdf)
- Jacquier, V., Nelson, A., Jlali, M., Rhayat, L., Brinch, K. S., & Devillard, E. (2019). Bacillus subtilis 29784 induces a shift in broiler gut microbiome toward butyrate-producing bacteria and improves intestinal histomorphology and animal performance. *Poultry Science*, *98*(6), 2548-2554.
- Jayaraman, S., Pratim Das, P., Chandra Saini, P., Roy, B., & Nath Chatterjee, P. (2017). Use of Bacillus Subtilis PB6 as a potential antibiotic growth promoter replacement in improving performance of broiler birds. *Poultry Science*, *96*(8), 2614-2622.
- Jeong, J. S., & Kim, I. H. (2014). Effect of Bacillus subtilis C-3102 spores as a probiotic feed supplement on growth performance, noxious gas emission, and intestinal microflora in broilers. *Poultry Science*, *93*(12), 3097-3103.
- Lynne, A. M., Kaldhone, P., David, D., White, D. G., & Foley, S. L. (2009). Characterization of Antimicrobial Resistance in Salmonella enterica Serotype Heidelberg Isolated from Food Animals. *Foodborne Pathogens and Disease*, *6*(2), 207-215.
- Manafi, M., Khalaji, S., Hedayati, M., & Pirany, N. (2016). Efficacy of Bacillus subtilis and bacitracin methylene disalicylate on growth performance, digestibility, blood metabolites, immunity, and intestinal microbiota after intramuscular inoculation with Escherichia coli in broilers. *Poultry Science Association Inc.*

- Markowiak, P., & Śliżewska, K. (2018). The role of probiotics, prebiotics and synbiotics in animal nutrition. *Gut Pathog*, *10*(21).
- Maya-Ortega, C., Madrid-Garcés, T., & Parra-Suescún, J. E. (2021). Effect of *Bacillus subtilis* on blood metabolites and productive parameters in broiler chickens. *Biotechnology in the Agricultural and Agroindustrial Sector*, *19*(1), 105-116.
- Oladokun, S., Koehler, A., Maclsaac, J., Ibeagha-Awemu, E., & Adewole, D. (2021). *Bacillus subtilis* delivery route: effect on growth performance, intestinal morphology, cecal short-chain fatty acid concentration, and cecal microbiota in broiler chickens. *Poultry Science*, *100*(3).
- Pacheco, C. (2018). Residuos de antimicrobianos en carne de pollos en el estado de Jalisco. *Avances de Investigación en Inocuidad de Alimentos*, *1*.
- Park, I., Zimmerman, N. P., Smith, A. H., Rehberger, T. G., Lillehoj, E. P., & Lillehoj, H. S. (2020). Dietary Supplementation With *Bacillus subtilis* Direct-Fed Microbials Alters Chicken Intestinal Metabolite Levels. *Frontiers in Veterinary Science*, *7*(123).
- Park, J. H., & Kim, I. H. (2014). Supplemental effect of probiotic *Bacillus subtilis* B2A on productivity, organ weight, intestinal *Salmonella* microflora, and breast meat quality of growing broiler chicks. *Poultry Science*, *93*(8), 2054-2059.
- Parra, P. (2019). Estudio retrospectivo de los principales agentes bacterianos aislados en aves comerciales y determinación de perfiles de resistencia de *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. desde el 2013 al 2018. *Universidad Central del Ecuador*.
- Paulino, J. (2017). *Nutrición de precisión para pollo de engorde de alto desempeño*. Engormix. .  
Obtenido de <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/nutricion-precision-pollo-engorde-t40378.htm>

- Penz, A. (2014). Nutrición del pollo durante la primera y última semana de vida. *Universidad de Georgia*, 1, 12.
- Peralta, M., Soltermann, A., Grosso, V., Miazzo, R., & Nilson, A. (2018). Stevia (Stevia rebaudiana Bertoni): un aditivo natural efectivo en avicultura. *Revista Ciencias Veterinarias*, 36(1), 7-18.
- Perrín, R., Winkelmann, D., Moscardi, E., & Anderson, J. (1983). Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. *CIMMYT*.
- Prince, N., Oommen, V., & Bhaskar, A. (2018). Chicken intestine: an alternative to the mammalian intestine for physiology experimentation. *Advances in Physiology Education*, 42(2), 387-389.
- Qiu, K., Li, C.-l., Wang, J., Qi, G.-h., Gao, J., Zhang, H.-j., y otros. (2021). Effects of Dietary Supplementation With *Bacillus subtilis*, as an Alternative to Antibiotics, on Growth Performance, Serum Immunity, and Intestinal Health in Broiler Chickens. *Frontiers in Nutrition*, 8.
- Quezada, J. (2011). Utilización de tres niveles de Stevia rebaudiana en alimentación de broilers y su influencia en la flora y desarrollo intestinal. *Universidad de las Fuerzas Armadas*.
- Ramlucken, U., Lalloo, R., Roets, Y., Moonsamy, G., Jansen van Rensburg, C., & Thantscha, M. (2020). Advantages of *Bacillus* based probiotics in poultry production. *Livestock Science*, 241.
- Ramos, M. (2019). *OPS/OMS Ecuador - AGROCALIDAD prohíbe el uso del antibiótico colistina para uso o consumo animal | OPS/OMS*. Obtenido de [https://www.paho.org/ecu/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2154:agr](https://www.paho.org/ecu/index.php?option=com_content&view=article&id=2154:agr)

ocalidad-prohibe-el-uso-del-antibiotico-colistina-para-uso-o-consumo-  
animal&Itemid=360

- Ravindran, V. (2013). Disponibilidad de piensos y nutrición de aves de corral en países en desarrollo. *Revisión del desarrollo avícola*, 62-66.
- Reid, G. (2016). Probiotics: definition, scope and mechanisms of action. *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology*, 30(1), 17-25.
- Renteria, O. (2013). *Manual práctico del pequeño productor de pollos de engorde*. Obtenido de <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/manual-practico-pequeno-productor-t30174.htm>
- Reuben, R. C., Roy, P. C., Sarkar, S. L., Alam, R.-U., & Jahid, I. K. (2019). Isolation, characterization, and assessment of lactic acid bacteria toward their selection as poultry probiotics. *BMC Microbiología*, 19.
- Rhayat, L., Jacquier, V., Brinch, K. S., Nielsen, P., Nelson, A., Geraert, P. A., y otros. (2017). Bacillus subtilis strain specificity affects performance improvement in broilers. *Poultry Science*, 96(7), 2274-2280.
- Rosales, S. (2015). Estudio de Mercado Avícola enfocado a la Comercialización del Pollo en Pie, año 2012-2014. *Loja, Ecuador: Superintendencia de Control del Poder del Mercado*.
- Rostagno, H. S. (2017). Tablas Brasileñas de Aves y Cerdos. *Composición de Alimentos y Requerimientos Nutricionales*, 220-267. Universidad Federal de Viçosa.
- Setlow, P. (2006). Spores of Bacillus subtilis: their resistance to and killing by radiation, heat and chemicals. *Journal of Applied Microbiology*, 101(3), 514-525.
- Sokale, A. O., Menconi, A., Mathis, G. F., Lumpkins, B., Sims, M. D., Whelan, R. A., y otros. (2019). Effect of Bacillus subtilis DSM 32315 on the intestinal structural integrity and



growth performance of broiler chickens under necrotic enteritis challenge. *Poultry science*, 98(11), 5392-5400.

Tang, X., Liu, X., & Liu, H. (2021). Effects of Dietary Probiotic (*Bacillus subtilis*) Supplementation on Carcass Traits, Meat Quality, Amino Acid, and Fatty Acid Profile of Broiler Chickens. *Frontiers in veterinary science*, 8.

Unileón. (2013). *Limpieza y desinfección (personal laboral)*. Obtenido de <https://servicios.unileon.es/hospital-veterinario/limpieza-y-desinfeccion-personal-laboral/#:~:text=De%20acuerdo%20al%20protocolo%20de,30%20veces%20en%20ag>

Wang, W., Yan, F. F., Hu, J. Y., Amen, O. A., & Cheng, H. W. (2018). Supplementation of *Bacillus subtilis*-based probiotic reduces heat stress-related behaviors and inflammatory response in broiler chickens. *Journal of animal science*, 96(5), 1654–1666.

Watkins, S. (2016). Limpieza de tuberías de agua para optimizar la salud de las aves. *Poultry Science*, 7(1), 9.

Wigley, P. (2013). Immunity to bacterial infection in the chicken. *Developmental and Comparative Immunology*, 41(3), 413-417.

Yadav, M., Dubey, M., Yadav, M., & Shiv Shankar, K. (2018). Effect of Supplementation of Probiotic (*Bacillus subtilis*) on Growth Performance and Carcass Traits of Broiler Chickens. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci.*, 7(8), 4840-4849.

Yang, J., Huang, K., Wang, J., Wu, D., Liu, Z., Yu, P., y otros. (2021). Combined Use of *Bacillus subtilis* yb-114,246 and *Bacillus licheniformis* yb-214,245 Improves Body Growth Performance of Chinese Huainan Partridge Shank Chickens by Enhancing Intestinal Digestive Profiles. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 13(2), 327-342.

Enlace:

[https://drive.google.com/drive/folders/1XF\\_CSLsKMIH9G\\_0UIre1MOjCGoliDsf1?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1XF_CSLsKMIH9G_0UIre1MOjCGoliDsf1?usp=sharing)