

## APLICACIÓN DEL PROBIÓTICO *BACILLUS SUBTILIS* EN POLLOS DE ENGORDE COBB 500: EVALUACIÓN DE PARÁMETROS PRODUCTIVOS

### APPLICATION OF THE PROBIOTIC *BACILLUS SUBTILIS* IN COBB 500 CHICKEN: EVALUATION OF PRODUCTIVE PARAMETERS

Vélez-Mantuano Klever<sup>1\*</sup>; Castro-Pin Cindy<sup>2</sup>; Molina-Bazurto Ramón<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Manta, Ecuador.

\*Correo: klecin.diciembre@gmail.com

#### Resumen

En el sector avícola existe la necesidad de alternativas a los antibióticos, que no disminuyan la producción o conversión alimenticia de carne y que a su vez no generen efectos adversos en la salud del consumidor. En este sentido, los probióticos son una opción interesante; por lo tanto, en la presente investigación se determinó el efecto del probiótico *Bacillus Subtilis* sobre los parámetros productivos de pollos de engorde Cobb 500. El probiótico fue suministrado vía oral mediante solución acuosa en 3 diferentes concentraciones, durante un periodo de 6 semanas. Las concentraciones empleadas fueron  $1,2 \times 10^3$  UFC (D1),  $1,6 \times 10^5$  UFC (D2) y  $2 \times 10^7$  UFC (D3). Se evaluaron parámetros productivos como ganancia de peso, índice de conversión alimenticia, Factor de Eficiencia Americana, peso de la canal, mortalidad, cambios en las vellosidades y análisis patológicos; determinando que el probiótico *Bacillus Subtilis* tiene un efecto positivo en los parámetros productivos, lo cual se reflejó en la ganancia de peso y en la conversión alimenticia. Se destaca que el tratamiento D2 mostró mayor estabilidad en líneas generales, presentando un balance positivo en consumo, peso e índice de conversión, durante el proceso de engorde del pollo Cobb 500.

**Palabras clave:** Aves; probióticos; rendimiento; *Bacillus Subtilis*.

#### Abstract

In the poultry sector there is a need for alternatives to antibiotics, which do not reduce the production or conversion of meat and which in turn do not generate adverse effects on the health of the consumer. In this sense, probiotics are an interesting option; therefore, in the present investigation the effect of the *Bacillus subtilis* probiotic on the productive parameters of Cobb 500 broilers was determined. The probiotic was supplied orally by aqueous solution in 3 different concentrations, over a period of 6 weeks. The concentrations used were  $1.2 \times 10^3$  UFC (D1),  $1.6 \times 10^5$  UFC (D2) and  $2 \times 10^7$  UFC (D3). Productive parameters such as weight gain, food conversion index, American efficiency factor, carcass weight, mortality, changes in villi and pathological analyzes were evaluated; determining that the probiotic *Bacillus subtilis* has a positive effect on the productive parameters, which was reflected in the weight gain and in the nutritional conversion. It is highlighted that the D2 treatment showed greater stability in general lines, presenting a positive balance in consumption, weight and conversion rate, during the fattening process of the Cobb 500 chicken.

**Keywords:** Poultry; probiotics; yield; *Bacillus subtilis*.

## 1. Introducción

Según los aportes de Fajardo-Zapata et al. (2011), los antibióticos han logrado un incremento en la producción animal de interés alimentario. Sin embargo, los residuos de estas sustancias se acumulan en la carne que se predestina para el consumo humano y crean alteraciones en el estado de salud de quienes la consumen (Oliveira-Fuster & González-Molero, 2007). Así mismo, Acevedo et al. (2015), precisan que estos residuos consiguen llegar al consumidor a través de la cadena alimenticia causando reacciones alérgicas, resistencia bacteriana, alteración de la flora bacteriana intestinal.

Pacheco (2012) menciona que las alteraciones causadas por el uso excesivo de antibióticos son: facilidad al establecimiento de patógenos, pues el cuerpo, actúa como un reservorio de cepas resistentes, ya que los genes son transferidos desde temprana infancia. Además, provocan una elevación en la concentración de anticuerpos. Contribuye a la alta incidencia de enfermedades atópicas y alérgicas. Asimismo, generan cambios en la microbiota intestinal; por otra parte, inciden en la aparición de enfermedades isquémicas, las mismas que se

restablecen cuando se administran probióticos. En Ecuador, los aportes de Arévalo (2016), precisan que el uso de antibióticos aplicados para el mejorar el comportamiento productivo de pollos de engorde tuvo como resultado la generación de resistencia a través de genes que codificaron enzimas encontradas en el cromosoma bacteriano. Esto tiene como consecuencia permitir su fácil transferencia entre diferentes bacterias. Con base en lo anterior se considera excluir en la alimentación animal el uso de antibióticos promotores de crecimiento. Según Gutiérrez (2017), existen microorganismos que son usados como probióticos, entre ellos: el *Bacillus cereus*, *B. licheniformis*, *B. subtilis*, *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus faciminis* y *Saccharomyces cerevisiae*, estos fueron autorizados como nuevos aditivos en la alimentación. Todas estas cepas demostraron efectos positivos en diferentes hospederos, sobre todo en el incremento de los parámetros productivos y en una mejor condición sanitaria.

En este sentido, Gutiérrez (2017), realizó estudios respecto al efecto simbiótico a base del *Bacillus Subtilis* en pollos Cobb

500 en el cantón Bolívar de la provincia de Manabí y demostró que el uso de probióticos, se presenta como iniciativa muy destacada en relación a la utilización de antibióticos en animales y como una solución promotora de la calidad y de la seguridad nutricional; además, son totalmente seguros para los animales, los consumidores y el medio ambiente, y su eficacia está respaldada por numerosos estudios. Se considera que esto debe adecuarse a una respuesta respecto al manejo indiscriminado de antibióticos en la producción animal.

Por lo expuesto, el presente estudio detalla aportes favorables y desfavorables de probióticos de la especie del *B. subtilis* suministrada como promotor de crecimiento en pollos de engorde durante su ciclo de vida, valorando los cambios más notorios presentados en la etapa de finalización sobre los aspectos productivos, tales como: ganancia diaria de peso, peso de la canal, peso final, rendimiento de canal, conversión alimenticia y el factor de eficiencia productivo.

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1. Ubicación

La parte experimental de este proyecto de investigación se desarrolló en la finca experimental de la Comuna Los Bajos de Montecristi, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí. Con el uso también de los laboratorios de la sede-matriz, ubicada en la ciudad de Manta (Ecuador).

### 2.2. Diseño experimental

El experimento se condujo bajo el esquema del diseño completamente al azar (DCA) con un testigo. Cada variante se replicó tres veces.

#### Factores en estudio

Los factores en estudio y sus respectivos niveles fueron:

- A: Probiótico con cepas de *B. subtilis*.

Los niveles del factor:

A1:  $1,2 \times 10^3$  UFC; A2:  $1,6 \times 10^5$  UFC; A3:  $2 \times 10^7$  UFC.

- B: Parámetros productivos.

Como indicadores de este nivel se empleó el consumo de alimento, consumo de agua, ganancia de peso, conversión alimenticia, peso de la canal,

índice de conversión alimenticia (ICA), Factor de Eficiencia Americana (FEA).

Se realizó un análisis de varianza simple (ADEVA) para los datos de cada una de las variables respuesta, se empleó el programa InfoStat para el procesamiento de la información.

Las fuentes de variación que mostraron diferencias estadísticas se categorizaron mediante la prueba de Tukey al 0,05 de probabilidades de error. Las variables

que no presentaron normalidad fueron corregidas por sesgos en la distribución de errores, de modo que su distribución se acerque lo más posible a la distribución normal.

### 2.3. Tratamientos

En total, se evaluaron 4 tratamientos con 10 unidades de pollo Cobb 500 para cada uno. La tabla 1 describe los 4 tratamientos.

**Tabla 1.** Tratamientos para la producción de alcohol a partir de lactosuero.

Tratamiento	Códigos	Descripción	Unidades de estudio
1	T	Testigo (aplicación de vacunas)	10 aves
2	D1	$1,2 \times 10^3$ UFC	10 aves
3	D2	$1,6 \times 10^5$ UFC	10 aves
4	D3	$2 \times 10^7$ UFC	10 aves

### 2.4. Descripción del experimento

#### Preparación del probiótico

Se utilizaron cepas de *Bacillus subtilis* nativa aislada en la ESPAM. Éstas fueron diluidas en un medio acuoso. La preparación del medio acuoso se realizó de la siguiente forma:

- Se agregaron 2 gramos (gr) de Potassium Cloridea en 2500 ml de agua destilada.
- Se mezcló hasta homogenizar.

- Se realizó la esterilización en la autoclave.

La inoculación se llevó a cabo de la siguiente forma:

$1,2 \times 10^3$  UFC: 3 micropipetas de 1000  $\mu$ l.

$1,6 \times 10^5$  UFC: 4 micropipetas de 1000  $\mu$ l.

$2 \times 10^7$  UFC: 5 micropipetas de 1000  $\mu$ l.

La aplicación de la solución de probiótico se realizó en el agua de bebida del pollo

de engorde a dosis de 1 ml por cada litro de agua en cada tratamiento.

### Crianza del pollo broiler

Durante la crianza, se realizó el mismo manejo para cada tratamiento, en cuanto a la alimentación y bebida, la sanidad dentro y fuera del área de camada. Los valores de consumo, peso y temperaturas, se tomaron diariamente.

La aplicación de vacunas solo se efectuó en el grupo testigo. La vacunación se realizó mediante el protocolo establecido:

- Vitamina para el día de recibimiento (contiene electrolitos y es suministrada en el agua de bebida).
- Newcastle y Gumboro: (ambas son vacunas liofilizadas de virus vivo) Vía: Ocular: Newcastle-Oral: Gumboro. Presentación comercial juntas o por separadas. Aplicada a los 8 días de edad del pollo de engorde.
- Newcastle + Bronquitis: (vacuna liofilizada de virus vivo) Vía: Ocular. Presentación comercial juntas o por separadas. Aplicada a los 15 días de edad del pollo de engorde.
- Newcastle: (vacuna liofilizada de virus vivo) Vía: Ocular.

Presentación comercial juntas o por separadas. Aplicada a los 21 días de edad del pollo de engorde.

Además, se utilizó alimento balanceado para pollos de engorde, esto por la garantía en dietas y nutrientes para pollos de engorde que han presentado en diversos estudios durante las etapas de desarrollo del pollo, hasta la etapa de su acabado final.

El alimento tiene las siguientes características:

**Tabla 2.** Composición porcentual del alimento suministrado.

Componente (%)	Inicial	Engorde
Proteína (min)	21	19
Humedad (max)	12	12
Grasa	10	10
Fibra (max)	5	5
Ceniza (max)	7	7

## 2.5. Métodos de evaluación

### 2.5.1. Consumo de alimento y agua

Se obtiene al realizar la sumatoria de lo que consumieron las aves en la semana y se divide entre el saldo de aves de la semana.

$$\text{(Alimento ofrecido – Alimento sobrante)} = \text{consumo}$$

Sumatoria de consumo de los 7 días/ cantidad de aves por tratamiento.

### 2.5.2. Ganancia de peso

Se calcula por la diferencia de peso corporal de los animales en las semanas consecutivas.

### 2.5.3. Índice de Conversión Alimenticia (ICA)

Valor en kilogramos de alimento necesario de un ave para producir un kilogramo de carne. Este parámetro mide la relación entre el alimento consumido y el crecimiento del animal en determinado tiempo. Esta se determina mediante la fórmula de Índice de Conversión (ICA).

$$ICA = \text{Consumo} / \text{Peso vivo}$$

### 2.5.4. Factor de Eficiencia Americana (FEA)

Es el resultado de la interacción que existe entre el potencial genético del pollo, la alimentación que recibe y el manejo al que se somete durante su vida útil.

$$FEA = \text{Peso promedio por ave} / ICA$$

### 2.5.5. Peso de la canal

Este valor se toma una vez realizado el sacrificio de los pollos de engorde en donde se tomará netamente el valor de la canal del pollo.

### 2.5.6. Mortalidad

Índice valorado según el conteo de animales vivos y muertos.

### 2.5.7. Análisis de laboratorio

#### Cambios en las vellosidades

Para determinar los cambios generados internamente dentro del organismo de los pollos, se decidió tomar muestras intestinales para conocer a través de características comparativas las diferencias existentes en los tratamientos estudiados, tomando muestras de vellosidades del intestino delgado en sus porciones de duodeno y yeyuno.

De los cuatros tratamientos, se eligió una unidad de cada grupo, el día 21 y otra el día 42 (edad de vida del pollo). La selección del ave fue al azar. Se le realizó eutanasia y, posteriormente, se le practicó una necropsia para la toma de las muestras de intestino, para la medición de la altura de las vellosidades intestinales.

Para la muestra del duodeno se realizó un corte, justo en la porción media del ansa duodenal, corte aproximado de 1 cm. Mientras que para el segundo corte, la muestra del yeyuno, se midió con una regla desde el primer corte, hasta

después de 8 cm, para realizar el segundo corte, así mismo se toma 1cm de la porción del intestino. Ambas muestras tomadas con sus respectivos cuidados y en condiciones asépticas.

Las muestras se reservaron en formol, para luego inmovilizar las muestras con parafina, lo que facilitó el corte realizado por el micrótopo y la posterior observación en el microscopio. Es importante precisar que la integridad intestinal debe ser óptima, desde el nacimiento hasta el final del ciclo productivo, esta es esencial para Cumpliendo su respectivo sacrificio, para tomar 1 cm de cada porción. Las que se reservarán en formol, para luego inmovilizar la muestras con parafina, lo que facilitará el corte realizado por el micrótopo y la posterior observación en el microscopio. Es importante precisar que la integridad intestinal debe ser óptima, desde el nacimiento hasta el final del ciclo productivo, esta es esencial para obtener el máximo potencial genético de crecimiento y utilización del alimento de las aves.

### **Análisis patológico (presencia de *Salmonella* y *Escherichia coli*)**

Previa a la preparación del gel para el estudio bacteriológico, para observar

existencia de *Salmonella* y *Escherichia coli*, dentro de los tratamientos en estudio, se realizó el caldo que contenía las muestras de intestinos, el mismo que se inoculó en el respectivo gel

La preparación del caldo con muestras intestinales se procedió de la siguiente forma:

- Se tomaron 4 matraces con 40ml de agua destilada cada uno.
- A este matraz con agua destilada se le añadieron de 3 a 4 cortes en porciones distintas del intestino delgado. Se agitó para obtener una muestra homogénea.
- El caldo intestinal fue inoculado en el gel bacteriológico y esparcido por todo el contenido de la caja Petri, luego de esto se procedió a dejar las muestras en incubación por 48 horas.

### **3. Resultados y discusión**

#### **3.1. Consumo de agua semanal**

En tabla 3 se presenta el análisis de la varianza que existe en el consumo de agua, esto como respuesta al estudio de seis semanas de duración.

**Tabla 3.** Promedios de la variable consumo agua (ml/ave\*semana).

Tratamiento	SEMANA					
	I	II	III	IV	V	VI
D1	54,08	117,43	274,53	438,62	505,74	668,04
D2	57,00	177,14	276,43	437,43	523,44	686,08
D3	59,11	176,91	281,90	435,74	520,53	684,92
T	54,56	174,13	287,51	446,67	534,24	712,12
CV %	6,66	3,36	4,00	3,98	5,48	8,02
p-valor	0,38	0,62	0,52	0,89	0,69	0,81
Tukey	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Pro. General	56,19	161,40	280,09	439,62	520,99	687,79

Como se puede observar en la tabla 3, no existe diferencia significativa demarcada en la prueba de análisis estadístico de Tukey.

**Tabla 4.** Sumatoria general de los consumos de agua por cada tratamiento.

Tratamiento	Sumatoria general
D1	2058,44
D2	2157,52
D3	2159,11
T	2209,23

Sin embargo, en comparaciones numéricas, se observa en la tabla 4, que progresivamente a mayor cantidad de probiótico existió un aumento considerable al consumo de agua, siendo D3 el más alto (2159,11 ml de agua consumida); no obstante, este valor considerado como el más alto entre los

tratamientos con probióticos, no superó el valor de consumo de agua que presentó el tratamiento "testigo" T (2209,23 ml).

### 3.2. Consumo de alimento semanal

Los promedios del consumo de alimento semanal se presentan en la tabla 5. Éstos se obtuvieron de las medias estadísticas de la prueba de Tukey, como resultado de los datos recolectados durante las seis semanas de vida de los pollos broiler en estudio.

En esta tabla se puede apreciar que solo en la primera semana hubo diferencia estadística en esta variable, categóricamente se encontró que los tratamientos D2 y D3 comparten la primera categoría, sin embargo, el D3 alcanzó el mayor promedio de consumo

de alimento (26,33 g/ave), en comparación con los tratamientos que se ubicaron en segunda categoría obteniendo un promedio en consumo entre los tratamientos D1 (24,07 g/ave) y T (24,15 g/ave).

**Tabla 5.** Promedios de la variable consumo agua (ml/ave\*semana).

Tratamiento	SEMANA					
	I	II	III	IV	V	VI
D1	24,07 B	54,62	98,74	135,43	150,09	180,01
D2	25,00AB	54,36	97,19	135,86	154,58	181,37
D3	26,33 A	55,19	98,00	137,21	155,94	181,01
T	24,15 B	54,65	100,09	137,89	158,94	184,76
CV %	3,08	2,82	2,15	3,5	5,98	5,35
p-valor	0,02*	0,92	0,44	0,91	0,71	0,94
Tukey	2,00	-----	-----	-----	-----	-----
Pro. General	24,89	54,71	98,51	136,60	154,89	181,79

A partir de la semana II, el proceso no presentó diferencias estadísticas, esto concuerda con la investigación elaborada por Gutiérrez (2017), en la que evaluó el efecto simbiótico a base de *Saccharomyces Cerevisiae* y *Bacillus Subtilis* sobre parámetros zootécnicos en pollos Cobb 500, y determinó que no existen diferencias significativas entre el grupo control y los grupos experimentales dentro de la variable consumo de alimento.

Sin embargo, se denotan diferencias numéricas en los promedios general

durante las 6 semanas. De modo que, se visualiza que T presenta el consumo de alimento más elevado, con un promedio general por semana de consumo de (110,08 g/semana). Mientras que los otros tres niveles de probiótico actúan en proceso de escala ascendente siendo D1 (107,16 g/semana) el de menor consumo y D3 el que presenta un consumo mayor (108,95 g/semana).

### 3.3. Ganancia de peso semanal

Al igual que en las variables anteriores no se observan diferencias estadísticamente significativas. Barros

(2018) concluye que porcentajes de 0,01% y 0,02% de probiótico comercial, no obtuvieron significancia en la variable ganancia de peso.

El tratamiento D2 (6768,52 g) presenta durante el desarrollo del experimento los valores más altos de esta variable ubicándolo categóricamente en primer puesto, e incluso logró superar en pequeñas cantidades al tratamiento testigo (6744,68).

Medina et al. (2017) destaca que en dietas basales de probióticos con *Bacillus Subtilis* de 2, 3 y 4 x 10<sup>10</sup> UFC/kg, sin antibióticos, suplementados, dieron como resultado el progreso o mejora referente a la conversión alimenticia y ganancia de peso en machos Arbor Acres. Del mismo modo, hace referencia Barros (2018), mencionando que una

concentración de 10<sup>10</sup> UFC/g con *Bacillus Subtilis* C-3102 como probiótico, constituye un sucedáneo eficiente de los antibióticos.

### 3.4. Índice de Conversión Alimenticia semanal (ICA)

En la tabla 6 se observa que en la semana 2 existe una diferencia significativa (p-valor < 0,05), donde en categorías establece que D2 es la que presenta una mayor conversión de alimentos en carne, a continuación, le sigue D3 y finalmente en menor rango D1 y T. El mismo comportamiento ocurre en cuanto a datos numéricos en las semanas I, II, III, IV, V y VI, a pesar de no haber diferencias estadísticas.

**Tabla 6.** Promedios de la variable Índice de conversión alimenticia/ semana durante las 6 semanas de tratamiento.

Tratamiento	SEMANA					
	I	II	III	IV	V	VI
D1	0,267	0,198 B	0,139	0,111	0,087	0,075
D2	0,293	0,183 A	0,136	0,110	0,084	0,070
D3	0,293	0,189AB	0,138	0,111	0,085	0,071
T	0,273	0,198 B	0,14	0,112	0,087	0,072
CV %	6,48	2,7	3,09	5,27	4,60	8,11
p-valor	0,24	0,04**	0,74	0,99	0,84	8,82
Tukey	-----	0,01	-----	-----	-----	-----
Pro. General	0,28	0,19	0,14	0,11	0,09	0,07

En las gráficas 1, 2 y 3 se muestran los consumos de alimento y ganancia de promedios de índice de conversión, peso en la V semana.

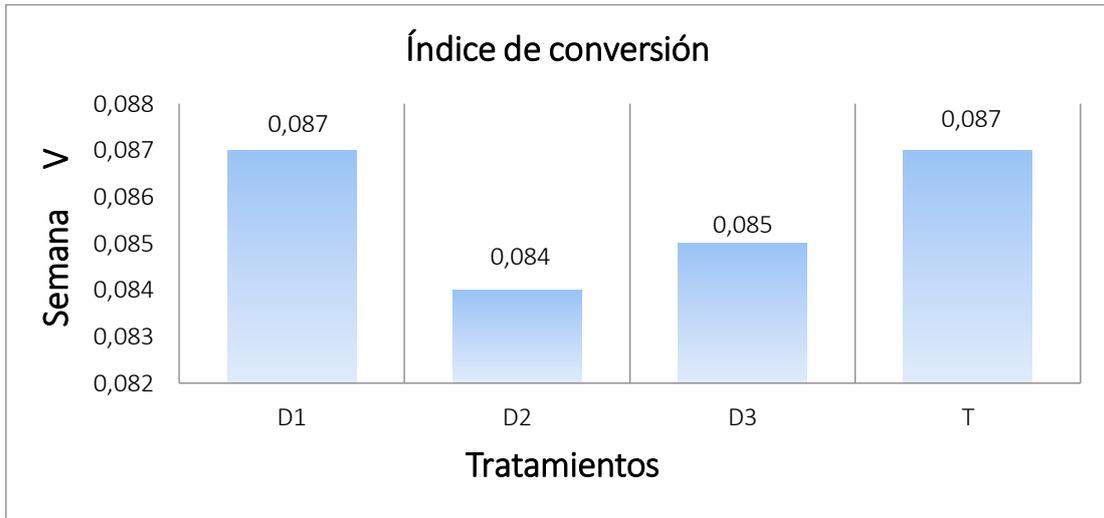


Figura 1. Promedios de la Variable ICA (g/ave) para cada tratamiento durante la semana V.

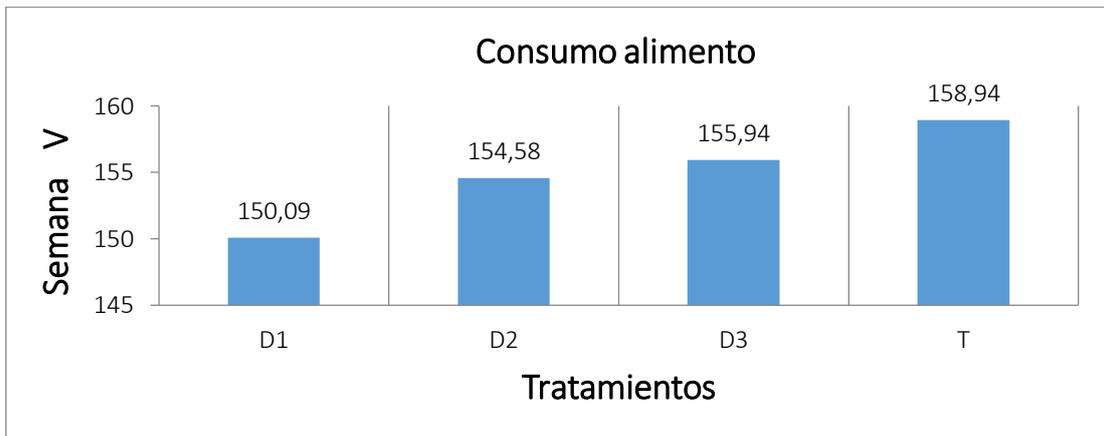


Figura 2. Medias estadísticas de la variable consumo alimento (g/ave) para cada tratamiento durante la semana V.

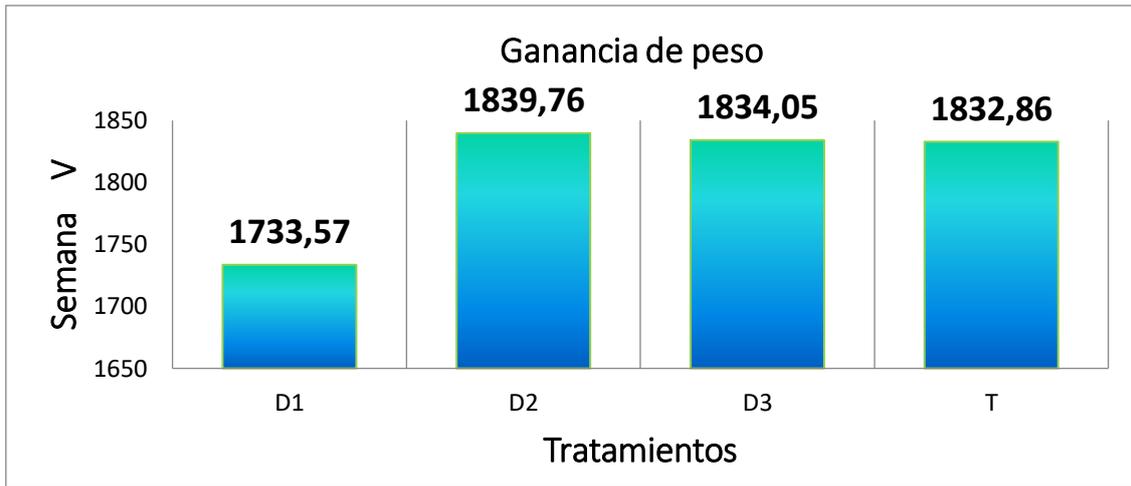


Figura 3. Medias estadísticas de la variable ganancia de peso (g/ave) para cada tratamiento durante la semana V.

### 3.5. Factor de Eficiencia Americana (FEA)

Al evaluar el Factor de Eficiencia Americana (FEA), se obtuvieron los mejores resultados matemáticos, más no estadísticos, para el tratamiento D2. Estos resultados fueron favorables teniendo en cuenta que los rangos de este estudio el menor es de 304,8 y

mayor de 37330,1. En donde el tratamiento D2 refleja los más altos valores. La tabla 7 demuestra el Factor de Eficiencia Americana de todos los grupos según el análisis estadístico de Tukey, mientras que en la tabla 8 se vuelve a confirmar el análisis estadístico de los datos mediante el análisis de varianza.

Tabla 7. Promedios de la variable FEA (g/ave\*semana).

Tratamiento	SEMANA					
	I	II	III	IV	V	VI
D1	338,5	1407,3	5098,7	10984,6	20076,7	32630,9
D2	304,8	1622,0	5243,6	11298,4	22001,0	37330,1
D3	305,5	1549,6	5158,1	11096,1	21587,3	35835,1
T	324,6	1539,7	5070,4	11157,5	21188,5	36279,3
CV %	8,87	6	6,08	9,14	7,37	12,19
p-valor	0,44	0,10	0,96	0,99	0,57	0,60

Tukey						
Pro. General	318,34	1529,62	5141,38	11132,05	21189,59	35518,87

**Tabla 8.** Análisis de varianza de los datos obtenidos.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	26011612,1	3	8670537,3	0,39748	0,7627742	6,5913821
Dentro de los grupos	87252963,19	4	21813240,8			
Total	113264575,3	7				

### 3.6. Peso al sacrificio de canal y vísceras

Se tomaron los datos al finalizar la VI semana, puesto que posterior al tratamiento se realizó el sacrificio, para posteriormente proceder a tomar solo el

peso de la canal de los pollos en sacrificio. Considerando que la canal, se trata únicamente de todo lo que globaliza la parte muscular comestible, es decir el cuerpo del animal sin vísceras ni plumaje.

**Tabla 9.** Comparación de peso final junto con peso de la canal y peso de vísceras.

Tratamiento	Peso Semana VI (g)	Peso canal (g)	Peso de vísceras (g)
D1	2422,7	2000 B	300 AB
D2	2590,9	2140,9 A	236,4 A
D3	2545,45	2122,7 A	368,2 B
T	2581,82	2068,2 AB	304,55 AB

Según los análisis estadísticos realizados, el tratamiento D2 es el primero categóricamente con respecto al menor peso en vísceras. Y también, está en primer lugar por presentar el valor más

superior en cuanto al peso de canal. En otros estudios se han determinado resultados opuestos, puesto que no se evidencian diferencias significativas entre el grupo control y el experimental,

en la variable peso de canal (Gutiérrez, 2017).

En cuanto al rendimiento de canal se puede observar en la tabla 9, que D2 es el tratamiento con mayor rendimiento de carne, seguido de D3 (2122,7 g); T con 2068, 2 g y D1 con 2000 g, por lo tanto; se demuestra que la aplicación del probiótico *Bacillus Subtilis* sobre los parámetros productivos del pollo de engorde en la dieta a través del consumo de agua, ayuda a mejorar la producción de carne avícola; esto concuerda con Arévalo (2016), quien demostró una mejora en el rendimiento de la canal con el uso de microorganismos de montaña, como probióticos naturales líquidos y sólidos en pollos de engorde.

### 3.7. Análisis de laboratorio

#### 3.7.1. Patológico

Se demostró la capacidad del probiótico *Bacillus Subtilis* para disminuir la población de *Salmonella*. Resultados que son reafirmados por Aguavil (2012) como resultado de su estudio bacteriológico se comprobó que los tratamientos con probióticos no presentaron infección por *Salmonella*, mientras que el tratamiento testigo sí presentó infección por agentes

patógenos. Por su parte, Milián et al., (2008) mencionan que empleo de probióticos basados en *Bacillus sp.* mejora el rendimiento productivo de las aves, debido principalmente a que inhibe el crecimiento de bacterias patógenas y estimula la producción de bacterias ácido lácticas, que favorecen la acidez intestinal.

Se concluye que los tratamientos D1, D2 y D3 no presentaron agentes patógenos. Esto no sucedió con el grupo testigo T, el cual presentó *Salmonella*.

#### 3.7.2. Vellosidades

Se tomaron fotografías de las vellosidades y luego se realizaron comparaciones respecto a la altura o crecimiento de las vellosidades en el duodeno, a 21 y 42 días de edad (tablas 10 y 11, respectivamente), se observó que los pollos que recibieron alimentación con probióticos, presentan los valores más altos. No obstante, no se encontraron diferencias estadísticas al comparar la media de tratamientos para las variables: altura de las vellosidades, profundidad de criptas, relación vellosidad-cripta en duodeno.

**Tabla 10.** Altura de vellosidades en pollos de engorde: día 21.

Tratamiento	Duodeno	Yeyuno
T	1435,6	1100,7
D1	1370,6	1110,8
D2	1490,0	1200,3
D3	1330,8	1105,0

Las alturas fueron medidas en micras.

**Tabla 11.** Altura de vellosidades en pollos de engorde: día 42.

Tratamiento	Duodeno	Yeyuno
T	1755,1	1470,9
D1	1740,2	1395,0
D2	1800,5	1500,3
D3	1700,7	1380,2

La altura fue medida en micras.

### 3.8. Mortalidad

Se determinó que el tratamiento testigo reflejó mayor porcentaje de mortalidad (2%), mientras tanto, los demás tratamientos no presentaron mortalidad de las aves; por lo tanto, se concluye que las diluciones del probiótico *Bacillus Subtilis* inciden positivamente sobre los parámetros productivos del pollo de engorde y ayudan a reducir el porcentaje de mortalidad en las aves. Cabe señalar que en este estudio, la mortalidad no se produjo por enfermedades registradas o suscitadas durante el ensayo. Esto concuerda con la investigación realizada por Gutiérrez (2017), en la que se

reporta la mortalidad más baja en pollos suplementados con un probiótico en solución acuosa.

### 4. Conclusiones

Los resultados indican que las diluciones del probiótico *Bacillus Subtilis*, tienen un efecto positivo en los parámetros productivos de los pollos de engorde, lo cual se reflejó en la ganancia de peso y en la conversión alimenticia.

Además, se especifica que sobre los rangos que denotan la etapa de finalización, se presentan cambios estadísticos significantes como lo es peso de canal. Los tratamientos D2 y D3 con uso de probióticos logran superar el peso presentado por el tratamiento con antibiótico (control). Sin embargo, se destaca que el tratamiento D2 mostró mayor estabilidad en líneas generales, presentando un balance en consumo, peso e índice de conversión, durante el proceso de engorde del pollo Cobb 500.

### Bibliografía

Acevedo, D., Montero, P., & Jaimes, J. (2015). Determinación de Antibióticos y Calidad Microbiológica de la Carne de Pollo Comercializada en Cartagena (Colombia). *Revista Información tecnológica*, 26(1), 71-76.

- Aguavil-Enriquez, 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. Escuela Politécnica del Ejército, Santo Domingo-Ecuador. Tesis de pregrado.
- Arévalo-Castro, R. (2016). Efecto de la enterogermina (Esporas de *Bacillus clausii*) en comportamiento productivo de pollos de engorde. Universidad Técnica de Ambato. Ambato: UTA.
- Barros-Cajilima, M. (2018). Uso de probióticos en la alimentación de pollos Broiler con diferentes porcentajes de inclusión. Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca- Ecuador. Tesis de pregrado.
- Fajardo-Zapata, Á., Méndez-Casallas, F. J., & Molina, L. (2011). Residuos de fármacos anabolizantes en carnes destinadas al consumo humano. *Revista Universitas Scientiarum*, 16(1), 77-91.
- Gutiérrez-Murillo, S. (2017). Efecto Simbiótico a base de *Sacchromyces cerevisiae* y *Bacillus subtilis* sobre parámetros zootécnicos en pollos Cobb 500. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Bolívar-Manabí: ESPAM. Tesis de pregrado.
- Medina, T., Arroyo, G., Herrera, C. & Mexicano, L. (2017). *Bacillus subtilis* como probiótico en avicultura: aspectos relevantes en investigaciones recientes. *Abanico veterinario*, 7(3), 14-20.
- Milián, G., Pérez, M., y Bocourt, R. (2008). Empleo de probióticos basado en *Bacillus* sp y de sus endosporas en la producción avícola. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 42(2), 117-122.
- Olveira-Fuster, G., & González-Molero, I. (2007). Probióticos y prebióticos en la práctica clínica. *Nutrición Hospitalaria*. *Nutr Hosp*, 22(2), 26-34.
- Pacheco-Gil, L. (2012). La resistencia a antibióticos: El efecto colateral. *Horizonte Sanitario*, 11(1), 24-31.