

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**  
**Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria**  
**Ingeniería Agronómica**



Proyecto Especial de Graduación  
**Evaluación de un probiótico (eMAX) en el desempeño productivo de  
pollos de engorde**

Estudiante

Mauricio Alejandro Mendoza Zambrano

Luis Gonzalo Ochoa Carrión

Asesores

Yordan Martínez, D.Sc.

Patricio E. Paz, Ph.D.

Honduras, junio 2022

**Autoridades**

**TANYA MÜLLER GARCÍA**

Rectora

**ANA M. MAIER ACOSTA**

Vicepresidenta y Decana Académica

**CELIA O. TREJO RAMOS**

Directora Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

**HUGO ZAVALA MEMBREÑO**

Secretario General

## Contenido

Índice de Cuadros.....	4
Índice de Anexos.....	5
Resumen .....	6
Abstract.....	7
Introducción.....	8
Materiales y Métodos.....	11
Ubicación del Estudio.....	11
Animales y Diseño Experimental.....	11
Condiciones Experimentales.....	15
Parámetros Medidos.....	15
Peso del Canal y Órganos.....	15
Análisis Estadístico .....	16
Resultados y Discusión.....	17
Conclusiones .....	30
Recomendaciones.....	31
Referencias.....	32
Anexos.....	38

### Índice de Cuadros

Cuadro 1	Ingredientes y aportes nutricionales de los pollos de engorde Cobb-500® (0-8 días).....	12
Cuadro 2	Ingredientes y aportes nutricionales de los pollos de engorde Cobb-500® (9-18 días).....	13
Cuadro 3	Ingredientes y aportes nutricionales de pollos de engorde Cobb-500® (19-32 días). ....	14
Cuadro 4	Efecto de eMAX en el desempeño productivo de pollos de engorde (0-8 días).....	17
Cuadro 5	Efecto de eMAX en el desempeño productivo de pollos de engorde (9-18 días).....	19
Cuadro 6	Efecto de eMAX en el desempeño productivo de pollos de engorde (19-32 días).....	21
Cuadro 7	Efecto de eMAX en el desempeño productivo de pollos de engorde (0-32 días).....	24
Cuadro 8	Efecto eMAX del rendimiento del canal y el peso relativo de los órganos digestivos de pollos de engorde (0-32 días). ....	26
Cuadro 9	Efecto de eMAX en la relación costo beneficio considerando el costo de la dieta, consumo de alimento, conversión alimenticia y peso de la canal de pollos de engorde (0-32 días).....	27

**Índice de Anexos**

Anexo A Galpón experimental .....	38
Anexo B Toma de datos día 0-8 .....	39
Anexo C Toma de datos días 9-18.....	40
Anexo D Toma de datos días 19- 32.....	41
Anexo E Toma de datos del rendimiento del canal y el peso relativo de los órganos digestivos (0-32 días) .....	42

### Resumen

Para evaluar el efecto del aditivo eMAX en los indicadores productivos de pollos de engorde Cobb-500® de 0-32 días, un total de 2763 pollos se distribuyeron aleatoriamente en cuatro tratamientos, cada uno con 12 repeticiones y 57 aves durante 32 días. Los tratamientos consistieron en: dieta basal incluyendo promotores de crecimiento, eMAX, sin promotores de crecimiento, sin coccidiostato y sin enzimas (excepto fitasa), eMAX en dietas hipocalóricas, sin promotores de crecimiento, sin coccidiostato, sin enzimas (excepto fitasa) y eMAX en dietas hipocalóricas, sin promotores de crecimiento, con coccidiostato, sin enzimas (excepto fitasa). Las dietas hipocalóricas con eMAX y sin coccidiostato disminuyeron la respuesta productiva, quizás debido a la ausencia del coccidiostato. Asimismo, este tratamiento redujo el peso absoluto de la canal, aunque sin cambios en el peso relativo de los órganos. Además, el uso de eMAX en dietas hipocalóricas y con coccidiostato redujeron el costo de la dieta y tuvo la mejor respuesta económica.

*Palabras claves:* Indicadores productivos, aditivo, reducción de energía.

### **Abstract**

To evaluate the effect of the eMAX additive on the productive indicators of Cobb-500® broilers from 0-32 days, a total of 2763 chickens were randomly distributed in four treatments, each with 12 repetitions and 57 birds for 32 days. The treatments consisted of basal diet including growth promoters, eMAX, without growth promoters, without coccidiostat and without enzymes (except phytase), eMAX in hypocaloric diets, without growth promoters, without coccidiostat, without enzymes (except phytase) and eMAX in hypocaloric diets, without growth promoters, with coccidiostat, without enzymes (except phytase). Low-calorie diets with eMAX and without coccidiostat decreased the productive response, perhaps due to the absence of coccidiostat. Likewise, this treatment reduced the absolute weight of the carcass, although without changes in the relative weight of the organs. In addition, the use of eMAX in hypocaloric diets and with coccidiostat reduced the cost of the diet and had the best economic response.

*Keywords:* Productive indicators, additive, energy reduction.

## Introducción

En la última década, el sector avícola sigue creciendo y se industrializa en muchas partes del mundo debido al poderoso impulso del crecimiento demográfico, el aumento del poder adquisitivo y los procesos de urbanización (FAO 2020). Asimismo, se estima que la producción avícola latinoamericana crecerá por encima de los promedios mundiales durante los próximos diez años. En este período, las granjas avícolas mundiales crecerán un 2.5% anual, mientras que en América Latina la estimación es del 4% anual. Este gran avance en la región está marcado por el escenario económico actual, en el que las aves se benefician de su mayor competitividad de precios y preferencia de los consumidores. En el mercado latinoamericano, alrededor del 50% del consumo total de proteína animal es carne de pollo. Países sudamericanos como Perú, Colombia y Bolivia, y Panamá y Nicaragua en Centroamérica han mostrado un crecimiento significativo en los últimos años (Marques 2019).

A raíz de la elevada demanda, existe incremento en las producciones avícolas, las cuales deben cumplir con las necesidades del animal para llegar a un rendimiento deseable y así mismo la salud del animal sea buena, esto se logra cuando existe un suministro constante y racionado de energía, proteínas, aminoácidos esenciales, minerales y vitaminas. Por esta razón, las dietas de las aves se deben formular a partir de una mezcla de ingredientes, entre ellos granos de cereales, subproductos de cereales, grasas, fuentes de proteínas vegetales, suplementos vitamínicos y de minerales, aminoácidos cristalinos y aditivos para alimentos (Ravindran 2013).

El permanente y actual desafío de la industria avícola consiste en mejorar los índices productivos, y asegurar la eficiencia en ganancia de peso, viabilidad, consumo de alimento y rentabilidad de la producción (Ordoñez et al. 2018). Los indicadores productivos en un pollo comercial van desde peso del canal, grasa animal, porciones comestibles, peso del ciego, peso del vaso, hasta la medición de bacterias ácido lácticas cecales e inmunoglobulinas séricas. Así, la producción animal es sumamente competitiva caracterizada por una alta intensidad productiva.

En el mundo avícola para incrementar la productividad se utilizan constantemente promotores de crecimientos (bacitracina de Zn) que actúan como antibióticos, el problema de estos es la repercusión en la vida humana, por esta razón la población actual muestra un gran interés por la inocuidad y seguridad alimentaria. Además, muchos gobiernos crean leyes y reglamentos que regulan el uso de antibióticos (Zhang et al. 2021), por lo que la industria está enfocada en buscar alternativas para estos, que mantengan el rendimiento y la salud de los animales en condiciones productivas (Ciurescu et al. 2020). Por ello, la inclusión de estos microorganismos (probióticos) está siendo cada vez más popular, en este sentido. Ehrmann et al. (2002), afirman que la suplantación de alimentos microbianos de animales de granja (probióticos) incluyen principalmente en la mejora de la tasa de crecimiento y la utilización del alimento, la resistencia a enfermedades y la reducción de la eliminación intestinal de bacterias enteropatógenas, lo que se han obtenidos resultados tangibles en comparación con los antibióticos promotores de crecimiento.

El primer investigador en el área de los probióticos y fermentación fue Elie Metchnikoff, quien informó que las poblaciones campesinas en las zonas rurales de Bulgaria experimentaron una mayor longevidad humana, lo que se relacionó con beber grandes cantidades de leche o productos lácteos (Abd El-Hack et al. 2020). Las fuentes de probióticos varían, pero se pueden aislar de la leche, los alimentos fermentados, las heces o el microbiota intestinal de diferentes animales (Fontana et al. 2013). Las dos fuentes principales de probióticos aislados de productos fermentados tradicionales son especies de bacterias del ácido láctico y bifidobacterias, pero se pueden identificar y utilizar comercialmente muchas otras fuentes de probióticos (Forkus et al. 2017). Las especies de bacterias del ácido láctico son muy populares para los humanos, animales y aves de corral porque pueden mejorar la capacidad de digerir la lactosa si el individuo es intolerante a la lactosa (Abd El-Hack et al. 2020).

En la avicultura existen variedades de probióticos, los cuales pueden estar conformados por un solo tipo de microorganismo o por combinaciones de estos. La combinación se hace con el fin de

lograr mayor eficiencia al momento de colonizar el intestino. Principalmente se utilizan bacterias de los géneros: *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus*, *Lactococcus*, *Streptococcus* y *Pediococcus* (Díaz et al. 2017).

Por otro lado, cada género de microorganismos puede tener diferentes especies y cepas con capacidad de producir efectos metabólicos diferentes o mecanismos de acción los cuales son: (1) exclusión competitiva de microorganismos patógenos; (2) producción de sustancias antimicrobianas; (3) competencia por factores de crecimiento y nutrientes; (4) mejora de la adhesión a la mucosa intestinal; (5) mejora de la función de barrera epitelial, y (6) mejora de la secreción de IgA (Abd El-Hack et al. 2020). Por consiguiente, todos los mecanismos tienen la misma finalidad, que es contrarrestar el ataque de patógenos y que el animal se encuentre en un ambiente sano.

Así, los probióticos son microorganismos vivos que pueden agregarse como suplemento en las dietas de diferentes etapas animales, que por consiguiente favorecen la capacidad de mejorar la inmunidad, la estructura intestinal y la función de barrera intestinal en pollos de engorde (Abd El-Hack et al. 2020). Así, los probióticos son más sostenibles y biológicamente positivos para el humano, ayudan en contra de las enfermedades debido a que bacterias como las ácido-lácticas tienen la capacidad de producir bacteriocinas, sustancias que poseen la propiedad de inhibir y la capacidad de proteger al huésped (Díaz et al. 2017).

Teniendo como objetivos el determinar el efecto del probiótico eMAX en los indicadores productivos en el desempeño de los pollos de engorde. Así mismo calcular si el uso de eMAX como aditivo zootécnico en la nutrición de pollos de engorde tiene beneficios económicos y por último determinar el efecto del probiótico eMAX en el peso de canal y peso relativo de órganos.

## Materiales y Métodos

### Ubicación del Estudio

La investigación se desarrolló en el Centro de Investigación y Enseñanza Avícola de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, ubicado en Valle del Yegüare, a 30 km de la carretera de Tegucigalpa-Danlí. La unidad avícola se encuentra a 800 msnm, con una precipitación media anual de 1,100 mm y una temperatura media de 26°C.

### Animales y Diseño Experimental

Un total de 2736 pollos de la línea Cobb 500<sup>®</sup> de engorde de un día de edad se distribuyeron aleatoriamente para 32 días en cuatro tratamientos, 12 repeticiones con 57 pollos por repetición durante 32 días y una densidad de 12.12 aves/m<sup>2</sup>. Los tratamientos experimentales fueron:

Dieta normal, incluyendo promotores de crecimiento y coccidiostato.

eMAX, energía normal (igual al T1), sin promotores de crecimiento, sin coccidiostato, remover enzimas excepto por la fitasa.

eMAX, energía reducida (3% de reducción en EM en crecimiento, y 5% de reducción en EM en engorde), sin promotores de crecimiento, sin coccidiostatos, remover enzimas excepto por la fitasa.

eMAX, energía reducida (3% de reducción en EM en crecimiento, y 5% de reducción en EM en engorde), sin promotores de crecimiento, con coccidiostato, remover enzimas excepto por la fitasa.

Las dietas experimentales se muestran en los Cuadros 1-4.

**Cuadro 1**

*Ingredientes y aportes nutricionales de los pollos de engorde Cobb-500® (0-8 días).*

Ingredientes (%)	Control	eMAX, dieta isoenergética sin coccidiostato	eMAX, dieta isoenergética sin coccidiostato	eMAX, dieta isoenergética sin coccidiostato
Harina de maíz	50,834	51,047	51,047	51,047
Harina de soya	39,526	39.51	39.51	39.51
Premezcla de minerales y vitaminas	0.35	0.35	0.35	0.35
Bicarbonato de sodio	0.23	0.23	0.23	0.23
Aceite de palma africana	4,942	4.86	4.86	4.86
Colina	0.08	0.08	0.08	0.08
DL-Metionina	0.331	0.331	0.331	0.331
L-lisina	0.175	0.175	0.175	0.175
L-treonina	0.112	0.112	0.112	0.112
Carbonato de calcio	1.40	1.40	1.40	1.40
Biofos	1,495	1,495	1,495	1,495
Mycofix plus 5.0	0.12	0.12	0.12	0.12
Coccidiostato	0.05	0.00	0.00	0.00
Complejo multienzimático	0.05	0.00	0.00	0.00
Fitasa	0.00	0.01	0.01	0.01
Bacitracina Zn	0.035	0.00	0.00	0.00
eMAX2	0.00	0.01	0.01	0.01
Costo (USD/t)	588.58	580.93	580.93	580.93
<i>Aportes nutricionales (%)</i>				
Energía metabolizable (kcal/kg)	2975	2975	2975	2975
Proteína cruda (%)	22.00	22.00	22.00	22.00
Calcio	0.90	0.90	0.90	0.90
P disponible	0,45	0,45	0,45	0,45
Lisina	1.22	1.22	1.22	1.22
Metionina + cistina	0.91	0.91	0.91	0.91
Treonina	0.83	0.83	0.83	0.83
Triptófano	0.22	0.22	0.22	0.22
Valina	0.88	0.88	0.88	0.88

Nota. <sup>1</sup>Cada kg contiene: vitamina A 11.550 UI, vitamina D3 4.300 UI, vitamina E 27,5 UI, vitamina K3 3,85 mg, vitamina B1 2,75 mg, vitamina

B2 9,9 mg, vitamina B6 3,85 mg, vitamina B12 22,0 Mcg, niacina 49,5 mg, ácido pantoténico 15,4 mg, ácido fólico 1,38 mg, biotina 166 Mcg;

selenio 0,09 mg, yodo 0,18 mg, cobre 3,00 mg, hierro 36,0 mg, manganeso 54,0 mg, zinc 48,0 mg, cobalto 0,12 mg. CONTROL: Dieta basal

(según los requerimientos nutricionales de la línea genética), incluyendo promotores de crecimiento.

T2:eMAX2, ME normal (igual a T1), sin promotores de crecimiento, sin coccidiostato, elimina enzimas excepto fitasa.

T3:eMAX2, energía normal (igual a T1), sin promotores de crecimiento, sin coccidiostato, elimina enzimas excepto fitasa.

T4:eMAX2, energía normal (igual a T1), sin promotores de crecimiento, sin coccidiostato, elimina enzimas excepto fitasa

**Cuadro 2**

*Ingredientes y aportes nutricionales de los pollos de engorde Cobb-500® (9-18 días).*

Ingredientes (%)	Control	eMAX, dieta isoenergética	eMAX, dieta hipo energética sin coccidiostato	eMAX, dieta hipo energética con coccidiostato
Harina de maíz	56,478	56,703	58,976	58,891
Harina de soya	34,445	34,42	34,098	34,098
Premezcla de minerales y vitaminas	0.35	0.35	0.35	0.35
Cloruro de sodio	0.27	0.27	0.27	0.27
Bicarbonato de sodio	0.23	0.23	0.23	0.23
Colina	0.08	0.08	0.08	0.08
L-lisina	0.18	0.18	0.181	0.181
L-treonina	0.069	0.069	0.066	0.066
Carbonato de calcio	1,299	1,299	1,299	1,299
Biofos	1,367	1,367	1,367	1,367
Mycofix plus 5.0	0.12	0.12	0.12	0.12
Coccidiostato	0.05	0.00	0.00	0.05
Complejo multienzimático	0.05	0.00	0.00	0.00
Fitasa	0.00	0.01	0.01	0.01
Bacitracina Zn	0.035	0.00	0.00	0.00
eMAX2	0.00	0.01	0.01	0.01
Costo (USD/T)	573.37	567.69	555.12	558.88
<b>Aportes nutricionales (%)</b>				
Energía metabolizable (kcal/kg)	3025	3025	2934.25	2934.25
Proteína cruda %	20.00	20.00	20.00	20.00
Calcio	0.84	0.84	0.84	0.84
P disponible	0.42	0.42	0.42	0.42
Lisina	1.12	1.12	1.12	1.12
Metionina + cistina	0.85	0.85	0.85	0.85
Treonina	0.73	0.73	0.73	0.73
Triptófano	0.20	0.20	0.20	0.20
Valina	0.81	0.81	0.81	0.81

Nota. <sup>1</sup>Cada kg contiene: vitamina A 11.550 UI, vitamina D3 4.300 UI, vitamina E 27,5 UI, vitamina K3 3,85 mg, vitamina B1 2,75 mg, vitamina

B2 9,9 mg, vitamina B6 3,85 mg, vitamina B12 22,0 Mcg, niacina 49,5 mg, ácido pantoténico 15,4 mg, ácido fólico 1,38 mg, biotina 166 Mcg; selenio 0,09 mg, yodo 0,18 mg, cobre 3,00 mg, hierro 36,0 mg, manganeso 54,0 mg, zinc 48,0 mg, cobalto 0,12 mg. CONTROL: Dieta basal (según los requerimientos nutricionales de la línea genética), incluyendo promotores de crecimiento.

T2:eMAX2, ME normal (igual a T1), sin promotores de crecimiento, sin coccidiostato, elimina enzimas excepto fitasa.

T3:eMAX2, de bajo contenido energético (Dietas formuladas con un 3% menos de EM), sin promotores de crecimiento, sin coccidiostato, elimina enzimas a excepción de la fitasa.

T4:eMAX2, de bajo contenido energético (Dietas formuladas con un 3% menos de EM), sin promotores de crecimiento, con coccidiostato, elimina enzimas a excepción de la fitasa.

**Cuadro 3***Ingredientes y aportes nutricionales de pollos de engorde Cobb-500® (19-32 días).*

Ingredientes (%)	Control	eMAX, dieta isoenergética	eMAX, dieta hipo energética sin coccidiostato	eMAX, dieta hipo energética con coccidiostato
Harina de maíz	58,327	58,565	62,471	62,373
Harina de soya	32.2	32,165	31,604	31.62
Premezcla de minerales y vitaminas	0.35	0.35	0.35	0.35
Cloruro de sodio	0.27	0.27	0.27	0.27
Bicarbonato de sodio	0.23	0.23	0.23	0.23
Colina	0.08	0.08	0.08	0.08
DL-Metionina	0.277	0.277	0.277	0.274
L-lisina	0.13	0.127	0.13	0.13
Carbonato de calcio	1,163	1,163	1,163	1,163
Biofos	1,186	1,186	1.17	1,172
Mycofix plus 5.0	0.12	0.12	0.12	0.12
Coccidiostato	0.05	0.00	0.00	0.05
Complejo multienzimático	0.05	0.00	0.00	0.00
Fitasa	0.00	0.01	0.01	0.01
Bacitracina Zn	0.035	0.00	0.00	0.00
eMAX2	0.00	0.01	0.01	0.01
Costo (USD/T)	572.23	564.62	543.48	547.14
<i>Aportes nutricionales (%)</i>				
Energía metabolizable (kcal/kg)	3100	3100	2945	2945
Proteína cruda (%)	19.00	19.00	19.00	19.00
Calcio	0.76	0.76	0.76	0.76
P disponible	0.38	0.38	0.38	0.38
Lisina	1.02	1.02	1.02	1.02
Metionina + cistina	0.80	0.80	0.80	0.80
Treonina	0,66	0,66	0,66	0,66
Triptófano	0.19	0.19	0.19	0.19
Valina	0.77	0.77	0.77	0.77

Nota. <sup>1</sup>Cada kg contiene: vitamina A 11.550 UI, vitamina D3 4.300 UI, vitamina E 27,5 UI, vitamina K3 3,85 mg, vitamina B1 2,75 mg, vitamina

B2 9,9 mg, vitamina B6 3,85 mg, vitamina B12 22,0 Mcg, niacina 49,5 mg, ácido pantoténico 15,4 mg, ácido fólico 1,38 mg, biotina 166 Mcg;

selenio 0,09 mg, yodo 0,18 mg, cobre 3,00 mg, hierro 36,0 mg, manganeso 54,0 mg, zinc 48,0 mg, cobalto 0,12 mg. T1: CONTROL: Dieta

basal (según los requerimientos nutricionales de la línea genética), incluyendo promotores de crecimiento.

T2:eMAX2, ME normal (igual a T1), sin promotores de crecimiento, sin coccidiostato, elimina enzimas excepto fitasa.

T3:eMAX2, de bajo contenido energético (Dietas formuladas con un 5% menos de EM), sin promotores de crecimiento, sin coccidiostato,

elimina enzimas a excepción de la fitasa.

T4:eMAX2, de bajo contenido energético (Dietas formuladas con un 5% menos de EM), sin promotores de crecimiento, con coccidiostato,

elimina enzimas a excepción de la fitasa.

### **Condiciones Experimentales**

Se tomó en cuenta los requerimientos nutricionales de la línea genética en estudio para realizar tres frecuencias alimentarias (0-8 días; 9-18 días; 19-32 días). Cada repetición estuvo constituida por un corral con cama profunda de viruta de madera y 12.12 aves/m<sup>2</sup>. El alimento y el agua se suministró ad libitum en comederos tipo tolva y bebederos de niple, respectivamente. La temperatura y la ventilación dentro del galpón se controló mediante criadoras de gas, manejo de cortinas y ventiladores. La nave se desinfectó según las normas de calidad medioambientales. No se utilizó medicamentos, ni atención veterinaria terapéutica durante toda la etapa experimental.

### **Parámetros Medidos**

En cada fase experimental (inicio, crecimiento y finalización) se determinaron los indicadores del desempeño productivo de los pollos de engorde. La viabilidad se determinó por los animales vivos entre los existentes al inicio del experimento. Se calculó la conversión alimenticia como la cantidad de alimento ingerido, para una ganancia de 1 g de peso vivo (PV). El peso inicial y el final de cada etapa se realizó de forma individual, en una balanza industrial Mettler Toledo® IND226 con precisión  $\pm 1.00$  g, respectivamente. El consumo de alimento acumulado (CA), se calculó diariamente mediante el método de oferta y rechazo.

### **Peso del Canal y Órganos**

A los 32 días de edad, 5 aves tratamiento en ayunas por ocho horas se sacrificaron utilizando el método de dislocación cervical mecánica. Se pesaron individualmente antes del sacrificio en una balanza digital Truweigh™ Blaze digital scale BL-100-01-BK con precisión  $\pm 0.1$  g para determinar el peso vivo. Luego del sacrificio, se pesó la canal, bazo y órganos digestivos (intestino delgado y ciegos) de las aves para calcular el peso relativo de los órganos.

**Análisis Estadístico**

Se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) de clasificación simple en un diseño totalmente aleatorizado, antes de realizar el análisis de varianza se procedió a verificar la normalidad de los datos por la prueba de Kolmogórov-Smirnov y para la uniformidad de la varianza, la prueba de Bartlett. En los casos necesarios se utilizó la décima de rangos múltiples de medias de Duncan (1955) para determinar las diferencias entre medias. La viabilidad se determinó por comparación de proporciones. Todos los análisis se desarrollaron según el software estadístico SPSS versión 23.1.

## Resultados y Discusión

En el Cuadro 4 se observa el desempeño productivo de la etapa de inicio de los pollos de engorde (0-8 días). Los tratamientos experimentales no mostraron diferencias entre sí ( $P > 0.05$ ). Se observa que la viabilidad es similar a los dictados por la línea genética.

### Cuadro 4

*Efecto de eMAX en el desempeño productivo de pollos de engorde (0-8 días).*

Elementos	Tratamientos experimentales				EE ±	Valor de P
	Control	eMAX, dieta isoenergética sin coccidiostato	eMAX, dieta isoenergética sin coccidiostato	eMAX, dieta isoenergética sin coccidiostato		
PVI (g)	45.78	45.26	45.89	45.26	0.315	0.345
PV (g)	206.43	203.71	207.42	208.75	2.706	0.119
CA (g/ave)	171.63	164.58	168.8	178.48	2.562	0.14
CON	1.07	1.04	1.05	1.05	0.009	0.105
Viabilidad (%)	100	99.5	98.33	97.5	0.962	0.12

*Nota.* PVI: peso vivo inicial; PV: peso vivo; CA: consumo de alimento; CON: conversión alimenticia.

En la fase inicial las dietas para cada tratamiento son similares, con la diferencia que el tratamiento control contiene promotores de crecimiento y coccidiostato, mientras que los tres tratamientos restantes son dietas basales que incluyen el probiótico eMAX a un nivel de inclusión del 0.01%. Según los resultados del Cuadro 4, la conversión alimenticia (CON), no indica cambios notables, por lo que difiere con Jadhav K et al. (2015), quienes estudiaron el efecto de diferentes niveles (0.02, 0.03 y 0.04%) de probióticos (*Lactobacillus sporogenes*) en pollos de engorde y observaron la mayor eficiencia alimenticia en pollos que recibieron 0.02% de probióticos. Algo similar a lo ya mencionado ocurre en Bai S et al. (2013), donde el rendimiento de crecimiento de los pollos de engorde aumentó al utilizar oralmente probióticos (*Lactobacillus fermentum* y *Saccharomyces cerevisiae*) en niveles que oscilan entre 0.1 y 0.3% durante uno a 21 días. De manera similar Zulkifli et al. (2000), demostraron que una dieta suplementada con 0.1% de *Lactobacillus* mejoró la ganancia de peso diaria promedio y la eficiencia alimenticia de 1 a 21 días de edad. Por esto Huang MK. et al. (2004), demostraron que la concentración óptima para administrar algún probiótico depende de la cepa y los sustratos.

Se evidencia que todos los tratamientos con presencia de eMAX no tuvieron diferencias significativas en cuanto a peso vivo en los primeros ocho días de vida, en un estudio realizado por Rivera et al. (2021), donde se comparó un control y una dieta con probiótico, demostraron que el peso vivo no presentó diferencias ( $P > 0.05$ ) durante la primera semana del estudio, así mismo, el consumo de alimento tampoco presentó diferencias ( $P > 0.05$ ) y la conversión alimenticia calculada al final de la primera semana. Mientras tanto en el estudio realizado por Cardoso et al. (2011), en donde evaluó dos tratamientos con antibiótico (avilamicina) y probiótico (*Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus faecium* y *Bifidobacterium bifidum*), a la que la ganancia de peso de 0-7 días fue mayor en el grupo alimentado con el antibiótico en comparación con aves alimentadas con el producto probiótico ( $P \leq 0.05$ ), por lo que no se observó ninguna influencia de los probióticos en el aumento de peso, a diferencia de Kabir et al. (2004), quienes obtuvieron mayor ganancia de peso en pollos de engorde alimentados con productos probióticos que contienen *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Bifidobacterium bifidum*, *Streptococcus thermophilus*, *Enterococcus faecium*, en relación a las aves control en todos los periodos de crianza analizados (2, 4, 5 y 6 semanas de edad). Sin embargo, estas diferencias pueden deberse a factores inherentes a cada diseño experimental, como la combinación de cepas probióticas, la dosis de administración, la edad de las aves, la higiene de la granja, los factores de estrés ambiental y la composición de la dieta (Bai K et al. 2017).

En el Cuadro 4 se observa que la viabilidad del animal fue similar al dictado por la línea genética Cobb500™, lo que demuestra la homogeneidad de los tratamientos. Atribuyendo a lo que mencionan Díaz JMaría et al. (2018), que la bacitracina es uno de los antimicrobianos como promotores de crecimiento más utilizados para mejorar la productividad en las aves de corral que poseen actividad antimicrobiana contra los microorganismos grampositivos que interfieren con la formación de la pared celular bacteriana.

El Cuadro 5 muestra los cambios en el desempeño productivo de pollos de engorde Cobb 500™. El tratamiento eMAX, dieta hipo energética sin coccidiostato donde hay 3% menos de energía metabolizable tuvo el menor peso vivo ( $P \leq 0.05$ ), siendo diferente estadísticamente con el tratamiento que incluyó coccidiostato. Así mismo, el tratamiento eMAX, dieta hipo energética con coccidiostato indicó ( $P \leq 0.05$ ) en el mayor consumo de alimento con relación a los otros tratamientos, aunque la menor conversión alimenticia y viabilidad correspondió al tratamiento eMAX, dieta isoenergética.

### Cuadro 5

*Efecto de eMAX en el desempeño productivo de pollos de engorde (9-18 días).*

Elementos	Tratamientos experimentales				EE ±	Valor de P
	Control	eMAX, dieta isoenergética	eMAX, dieta hipo energética sin coccidiostato	eMAX, dieta hipo energética con coccidiostato		
PV (g)	886.21 <sup>ab</sup>	892.07 <sup>ab</sup>	882.89 <sup>b</sup>	903.58 <sup>a</sup>	5.87	0.008
CA (g/promedio)	839.97 <sup>b</sup>	836.35 <sup>b</sup>	839.46 <sup>b</sup>	857.07 <sup>a</sup>	3.907	0.002
CON	1.24 <sup>a</sup>	1.22 <sup>b</sup>	1.24 <sup>a</sup>	1.25 <sup>a</sup>	0.006	0.005
Viabilidad (%)	99.83 <sup>a</sup>	98.50 <sup>b</sup>	99.00 <sup>ab</sup>	99.67 <sup>ab</sup>	0.425	0.011

*Nota.* <sup>a, b</sup> Medias con letras diferentes entre filas difieren a  $P \leq 0.05$ . PV: peso vivo; CA: consumo de alimento; CON: conversión alimenticia

El tratamiento con eMAX, dieta hipo energética y coccidiostato demuestra que el uso del probiótico podría aumentar la altura de las vellosidades, cual es asociado con el aumento del área de superficie de absorción, esto fue confirmado por Abdel-Moneim et al. (2020), quienes reportaron un aumento significativo en la altura de vellosidades del íleon cuando se inocularon cepas de bifidobacterias en el saco vitelino a los 18 días de incubación mientras que la profundidad de las criptas no se vio afectada. Se supone que los probióticos activan la división celular mitótica e inducen la proliferación de células epiteliales intestinales, lo que podría explicar el aumento de la longitud de las vellosidades. Así mismo hay que recordar que entre más profunda sea la cripta el animal tiende a disminuir el rendimiento de crecimiento de los pollos de engorde (Singh et al. 2011), por lo que se establece que esto no se presentó en nuestro estudio (profundidad de la cripta). De igual manera

Edens (2003), establece que el rendimiento mejorado de pollos y pavos alimentados con probióticos se puede correlacionar con microestructuras en el intestino donde aumentó la altura de las vellosidades y el número de células caliciformes y disminuyó la profundidad de las criptas.

En el Cuadro 5, el peso vivo del tratamiento con eMAX, dieta hipo energética y coccidiostato, mostró diferencias significativas con relación al tratamiento con eMAX, dieta hipo energética y sin coccidiostato, es decir, que en el intervalo de 9- 18 días el uso de eMAX más coccidiostato actuó sobre esta variable. Ritzi et al. (2016), aseguran que las aves con el tratamiento de coccidiostato más probiótico obtuvieron mayores ganancias de peso durante los días 1 a 15 y los días 7 a 15 en comparación con las aves que solo se les aplicó coccidiostato. Estos resultados sugieren que la combinación de probióticos y vacunas contra la coccidiosis podría mejorar el rendimiento y brindar un efecto protector. Mientras tanto la reducción de energía juega un papel importante ya que en el trabajo realizado por Ghasemi et al. (2020), concluyeron que el uso de un probiótico que constaba de cuatro especies bacterianas, incluidas *Enterococcus faecium*, *Pediococcus acidilactici*, *Bacillus subtilis* y *Bacillus licheniformis*, en la etapa de crecimiento no tuvieron un efecto significativo sobre la ganancia de peso, basándose en que, este tipo de microorganismo son más efectivos bajo condiciones de estrés por calor, hacinamiento y mal manejo (Hooge 2004), por lo que en nuestro estudio el probiótico usado tiene efecto por el estrés causado en la reducción de energía.

Por otro lado, el tratamiento con presencia de eMAX, dieta hipo energética y sin coccidiostato, disminuyó el peso vivo, esto se podría atribuir a la falta del desparasitante en la dieta. Bravo y Vanegas (2007), establecen que todas las especies de coccidias están en capacidad de afectar negativamente la pérdida de peso vivo, lo que afecta directamente el costo de producción.

El tratamiento con eMAX, dieta hipo energética y coccidiostato presentó el mayor consumo de alimentos, por consiguiente, este indicador es debido a la inclusión de coccidiostato y la reducción del 3% de energía. Debido a que el ave estimula el consumo de alimento como respuesta compensatoria a una disminución en la densidad de nutrientes (Spratt y Leeson 1987). Así mismo se

coincide con Yeo y Kim (1997), quienes informaron que alimentar con una dieta que contiene un probiótico (*L. casei*) aumentó significativamente el promedio del consumo de pollos de engorde durante las primeras tres semanas.

En la conversión alimenticia del animal, el tratamiento con eMAX, dieta isoenergética, indicó diferencias estadísticas sobre el resto de los tratamientos. Según Gong et al. (2018), el uso de *B. subtilis* en la etapa 1- 21 días, redujo el índice de conversión alimenticia, pero no lo suficiente para diferir estadísticamente al control. Por otra parte, en el estudio de Bai S et al. (2013), la inclusión en la dieta de antibióticos o probióticos aumentó ( $P \leq 0.05$ ) el peso corporal de los pollitos de 21 días de edad, así como la ganancia diaria promedio y consumo diario promedio de alimento, y disminuyó ( $P \leq 0.05$ ) el índice de conversión alimenticia durante el período de inicio (1 a 21 días) en comparación con el tratamiento con dieta basal. Por lo que esta mejora se podría atribuir a la capacidad de *B. subtilis* para secretar enzimas exógenas, que contribuyen a las enzimas endógenas producidas por el huésped para mejorar la digestibilidad de los nutrientes (Abdel-Moneim et al. 2020).

El mayor peso vivo se observó en el tratamiento control, mostrando diferencias notables ( $P \leq 0.05$ ) con los otros tratamientos, siendo el tratamiento eMAX, dieta hipo energética sin coccidiostato el de menor peso vivo, consumo de alimento y mayor conversión alimenticia. La mejor eficiencia productiva se encontró en la dieta basal (Cuadro 6).

## Cuadro 6

*Efecto de eMAX en el desempeño productivo de pollos de engorde (19-32 días)*

Elementos	Tratamientos experimentales				EE $\pm$	Valor de P
	Control	eMAX, dieta isoenergética	eMAX, dieta hipo energética sin coccidiostato	eMAX, dieta hipo energética con coccidiostato		
PV (g)	2058.88 <sup>a</sup>	1996.43 <sup>b</sup>	1908.38 <sup>c</sup>	1972.50 <sup>b</sup>	13.201	0.001
CA (g/promedio)	1732.66 <sup>a</sup>	1728.06 <sup>a</sup>	1675.98 <sup>b</sup>	1699.98 <sup>ab</sup>	13.085	0.012
CON	1.48 <sup>c</sup>	1.57 <sup>b</sup>	1.63 <sup>a</sup>	1.59 <sup>b</sup>	0.01	0.001
Viabilidad (%)	99.17	98.67	99.5	99.17	0.396	0.528

Nota. <sup>a, b, c</sup> Medias con letras diferentes entre filas difieren a  $P \leq 0.05$ . PV: peso vivo; CA: consumo de alimento; CON: conversión alimenticia

En la etapa final, se obtuvo que el tratamiento control tiene un mayor peso vivo, esto se relaciona a la inclusión de la Bacitracina de Zn, ya que este promotor de crecimiento actúa en el intestino del animal en contra de los patógenos, donde promueve la microbiota intestinal del pollo y es así como existe una relación estrecha en la digestión, conversión de los alimentos y peso vivo (Díaz JMaría et al. 2018). Por otro lado, el menor peso vivo se registró en el tratamiento con eMAX, dieta hipo energética y sin coccidiostato, debido a la disminución de energía en la dieta, más el nulo contenido de promotores de crecimiento y coccidiostato, en efecto, esto genera estrés del animal y menor salud intestinal. Lutful Kabir (2009), establece que la flora beneficiosa tiende a disminuir en cantidad y a un crecimiento excesivo de la flora no beneficiosa. Este evento puede favorecer en la presencia de enfermedad gastrointestinales, es decir, diarrea, o en el desarrollo de una enfermedad subclínica, lo cual reduce los parámetros productivos de crecimiento, como; eficiencia alimenticia, ganancia de peso, consumo de alimento, etc.

Por otro lado, la inclusión del probiótico en los tratamientos con la presencia del eMAX, no influyó en relación con el peso vivo, a pesar de tener diferencias significativas, esto se debe a la reducción de energía al 5% en las dietas finales. Upadhaya et al. (2019), afirman que dietas con probióticos y una reducción al 2.4% de energía tuvieron diferencias ( $P \leq 0.05$ ) negativas en el peso vivo y un incremento en la conversión alimenticia durante el periodo final, con relación a las dietas normales. Así mismo Abd El-Hack et al. (2020), en su revisión de literatura establecen que el efecto del probiótico en el tracto gastro intestinal puede aumentar la absorción de nutrientes, lo que genera menor gasto de energía y mayor disponibilidad para la energía neta de producción, esto difiere de nuestros resultados debido a la reducción de energía metabolizable. Además, se establece que los resultados del tratamiento con eMAX, dieta hipo energética y sin coccidiostato, son estadísticamente diferentes en relación con el tratamiento con eMAX, dieta hipo energética y coccidiostato, debido a que no se usó el coccidiostato lo que afectó en la ganancia de peso. Bravo y Vanegas (2007), afirmaron que la falta del coccidiostato afecta el peso vivo y la influencia de la coccidia se manifiesta en las

infestaciones; que provocan pérdida de peso vivo y menor consumo de alimento. La enfermedad origina una disminución de consumo y, por lo tanto, se produce la disminución de peso vivo, la cual se manifiesta en afecciones clínicas, siendo el rechazo del alimento una de las modificaciones del comportamiento animal.

En el consumo de alimento, el tratamiento control tiene un consumo mayor que se asocia con la menor conversión alimenticia, no obstante, los tratamientos no muestran diferencias significativas entre ellos. Sin embargo cabe mencionar que los consumos más bajos se dan en el tratamiento tres, que se ve influenciado por la cero inclusión de algún promotor de crecimiento y coccidiostato, esto se lo relaciona con lo que dicen Rubin et al. (2007), que el estrés inmunológico causado por el desafío de las enfermedades tiene un efecto importante sobre el consumo de alimento, ya que cualquier patógeno que tenga la capacidad de producir una respuesta inmune, va a disminuir el apetito y ese repercutirá en el consumo y peso vivo del animal.

El índice de conversión alimenticia determina la eficiencia alimentaria con relación a la ganancia de peso (Aviagen 2011). Zhai et al. (2014), establecen que dietas con niveles de energía altos permiten mejoras en la conversión general del alimento, lo que confirma porque la conversión alimenticia del tratamiento control es estadísticamente diferente al resto. Así mismo en el estudio de Zulkifli et al. (2000), se estableció una dieta suplementada con 0.1% de *Lactobacillus* que mejoró la ganancia de peso diaria y la eficiencia alimenticia de 1 a 21 días de edad, pero no de 22 a 42 días de edad, por lo que el probiótico no influyó en este índice.

Por otro lado, el tratamiento con eMAX, dieta hipo energética y coccidiostato es similar al control, lo que significa que el uso del probiótico más la adición del coccidiostato tienen un efecto positivo. Ezema (2013), menciona que la mejora en el desempeño productivo de las aves alimentadas con probióticos, se debe al hecho de que estos promueven los procesos metabólicos de digestión y utilización de nutrientes. En sus estudios experimentales han demostrado que la suplementación con

probióticos en la dieta podría influir en estos mecanismos, ejerciendo actividades enzimáticas, lo que aumenta la velocidad de pasaje y la acción de sales y ácidos biliares.

Desde el punto de vista global (0-32 días; Cuadro 7), el tratamiento control tuvo la mejor eficiencia alimenticia, con la menor conversión alimenticia y la mejor viabilidad, a pesar del consumo de alimento. La dieta hipocalórica sin coccidiostato tuvo la peor respuesta en todo el experimento, al parecer no hubo efecto del eMAX2.

### Cuadro 7

*Efecto de eMAX en el desempeño productivo de pollos de engorde (0-32 días).*

Elementos	Tratamientos experimentales				EE ±	Valor de P
	Control	eMAX, dieta isoenergética	eMAX, dieta hipo energética sin coccidiostato	eMAX, dieta hipo energética con coccidiostato		
CA (g/promedio)	2744.26 <sup>a</sup>	2728.67 <sup>ab</sup>	2684.26 <sup>b</sup>	2735.53 <sup>a</sup>	16.292	0.005
CON	1.36 <sup>d</sup>	1.40 <sup>c</sup>	1.44 <sup>a</sup>	1.42 <sup>b</sup>	0.005	0.001
Viabilidad (%)	99.67 <sup>a</sup>	98.89 <sup>b</sup>	98.94 <sup>b</sup>	98.78 <sup>b</sup>	0.243	0.050

*Nota.* <sup>a, b, c, d</sup> Medias con letras diferentes entre filas difieren a  $P \leq 0.05$ . CA: consumo de alimento; CON: conversión alimenticia.

Los hallazgos en este cuadro demuestran que la presencia del coccidiostato tuvo efecto superior en los desempeños productivos del tratamiento control, a comparación de la dieta hipo energética que no tuvo coccidiostato desde el día 0 al día 32. Tal como lo mencionan Sánchez et al. (2021), que al evaluar el efecto de la dieta sin coccidiostatos y aminoácidos sintéticos en los pollos Cobb 500™, encontraron diferencia en la conversión alimenticia y consumo de alimento, con un efecto marcado en el peso de los animales.

Por ende, se estable que la dieta hipo energética sin coccidiostato fueron diferentes para el consumo de alimento comparado con los otros tratamientos. Harrington et al. (2016), notaron que las aves alimentadas con dietas bajas en energía tenían un mayor consumo que aquellas aves alimentadas con una mayor energía, sobre todo para suplir los requerimientos de energía metabolizable, sin embargo, este no fue el caso para este tratamiento, por la falta de coccidiostato.

Por otro lado, el tratamiento eMAX, dieta hipo energética y con coccidiostato no difieren estadísticamente del tratamiento control para el consumo de alimento; sin embargo, Bai K et al. (2017), presentan que el tratamiento con *Bacillus subtilis* al día 42 tuvo mayor ( $P \leq 0.05$ ) en consumo de alimento y menor índice de conversión alimenticia, que los animales alimentados con la dieta control más un antibiótico. Esos resultados difieren de este estudio en la etapa 19-32 días, el cual este tratamiento disminuyó el desempeño productivo; en este sentido, Amerah et al. (2013), informaron que la suplementación con probióticos redujo el consumo de alimento y mejoró el índice de conversión alimenticia, algo que no ocurrió con el tratamiento eMAX, dieta hipo energética y con coccidiostato o los otros tratamientos con probiótico.

La viabilidad con la inclusión del probiótico no tuvo diferencias significativas entre tratamientos, aunque se encontró diferencias con el tratamiento control. Esto concuerda con lo mencionada por Timmerman et al. (2006), quienes mencionan que en su estudio la disminución de la viabilidad general inducida por probióticos simplemente no indicó diferencias estadísticas. Calle Loja (2011), reportó una la viabilidad más baja en aves suplementadas en el agua con un probiótico 14,83%, en comparación con un simbiótico con 15.76% y un control 25.93%; también para comprobar el efecto de un probiótico a base de *Bacillus cereus* en indicadores productivos en pollos de ceba Barros (2018), suministró a la dieta de las aves 50 y 100 mg de este producto/kg, y encontró que la viabilidad incrementó en 4.5%. Aguavil (2012), demostró que en determinados momentos de la vida del animal factores exógenos diversos (cambios de alimentación, infecciones y parasitismo y tratamientos con antibióticos) provocan la ruptura del equilibrio intestinal y todo el sistema digestivo se ve afectado en mayor o menor grado.

Los índices de conversión alimenticia muestran diferencias significativas entre los tratamientos experimentales, siendo el tratamiento control el mejor más eficiente. Telg y Caldwell (2009), no encontraron diferencias significativas en la conversión alimenticia, ni en la ganancia de peso de pollos de engorde por administración de un probiótico comercial en la alimentación. Sin embargo

Timmerman et al. (2006), mencionan que el tratamiento con probióticos tuvo una mejora estadísticamente significativa en la conversión alimenticia. Así mismo, Rivera et al. (2021), no encontraron cambios en la conversión alimenticia en pollos de engorde de 35 de edad alimentados con un promotor de crecimiento (Bacitracina metileno disalicilato) y un probiótico a base *B. subtilis* QST 713, Grobig Baye.

El Cuadro 8 indica que el tratamiento eMAX, dieta isoenergética y eMAX, dieta hipo energética y sin coccidiostato redujo el peso absoluto de la canal ( $P \leq 0.05$ ), sin embargo, el tratamiento eMAX, dieta hipo energética y con coccidiostato fue similar al tratamiento control. Los otros pesos relativos no fueron diferentes ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos experimentales.

### Cuadro 8

*Efecto eMAX del rendimiento del canal y el peso relativo de los órganos digestivos de pollos de engorde (0-32 días).*

Elementos	Tratamientos experimentales				EE $\pm$	Valor de P
	Control	eMAX, dieta isoenergética	eMAX, dieta hipo energética sin coccidiostato	eMAX, dieta hipo energética con coccidiostato		
Canal <sup>1</sup>	1428.60 <sup>a</sup>	1373.60 <sup>b</sup>	1293.90 <sup>c</sup>	1390.80 <sup>ab</sup>	16.674	0.001
Canal <sup>2</sup>	70.55	71.00	70.22	70.86	0.674	0.847
Bazo <sup>1</sup>	1.67	1.97	1.52	1.58	0.151	0.174
Bazo <sup>2</sup>	0.08	0.10	0.08	0.08	0.008	0.184
ID <sup>1</sup>	71.23	75.49	70.05	68.51	3.982	0.641
ID <sup>2</sup>	3.52	3.89	3.80	3.49	0.194	0.370
Ciegos <sup>1</sup>	17.19	14.75	15.03	17.12	1.279	0.381
Ciegos <sup>2</sup>	0.85	0.76	0.76	0.87	0.062	0.615

*Nota.* <sup>a, b, c</sup> Medias con letras diferentes entre filas difieren a  $P \leq 0.05$ . 1Peso absoluto; 2peso relativo; ID: intestino delgado

El tratamiento control y el tratamiento con eMAX, dieta hipo energética y coccidiostato indicaron el mayor porcentaje de la canal, esto conlleva a un mayor consumo de alimento y la eficiencia alimenticia, así Pelicano et al. (2003), informan en su estudio que las aves control mostraron un mayor rendimiento en canal, mientras que otros autores como Otutumi et al. (2009), no encontraron diferencias en el rendimiento de la canal entre las aves alimentadas con probióticos y la

dieta control, al igual que Rehman et al. (2020), demostraron en su estudio que no hubo efectos significativos ( $P > 0.05$ ) de los probióticos ( $P < 0.001$ ) en el peso de la canal.

En el peso de los órganos digestivos para el intestino delgado no se encuentra diferencias significativas entre todos los tratamientos, lo que difiere con Puelles (2016), el cuál estableció diferencias significativas en el intestino delgado con valores menores en el control, comparado con los tratamientos con probióticos, así mismo Çelik et al. (2007), muestran que el suministro de probióticos más coccidiostato aumento el peso del intestino delgado, ese aumento es beneficioso, según Chávez et al. (2016), los cuales mencionan que si el intestino muestra una disminución en el tamaño relativo al peso vivo, podría comprometer directamente la salud intestinal, la absorción de nutrientes, por ende el crecimiento y desarrollo del ave. En la variable del peso de los ciegos existe la similitud entre el tratamiento control y el tratamiento eMAX, dieta hipo energética y con coccidiostato, al parecer está asociado a la inclusión del coccidiostato en sus dietas.

El Cuadro 9 muestra que la inclusión de eMAX en las dietas de pollos de engorde redujo el costo del alimento, debido a la reducción de la fuente lipídica. Esto provocó una reducción del costo por kg de ganancia de peso de 0.57 a 0.55 (US\$). Como resumen, el tratamiento eMAX, dieta hipo energética y con coccidiostato mostró 5.1% de mejores con relación al tratamiento control.

### Cuadro 9

*Efecto de eMAX en la relación costo beneficio considerando el costo de la dieta, consumo de alimento, conversión alimenticia y peso de la canal de pollos de engorde (0-32 días).*

	Control	eMAX, dieta isoenergética	eMAX, dieta hipo energética sin coccidiostato	eMAX, dieta hipo energética con coccidiostato
Kg de inicio	0.172	0.165	0.169	0.178
Inicio%	6,3%	6,0%	6,3%	6,5%
Inicial \$ / TM	588.58	580.93	580.93	580.93
Contribución inicial \$ / TM	36.88	35.12	36.57	37.81
Kg de inicio	0.84	0.83	0.84	0.85
Productor%	30,6%	30,6%	31,3%	31,3%
Productor \$ / TM	573.37	567.69	555.12	558.88
Contribución del productor	175.46	173.91	173.67	175.12

	Control	eMAX, dieta isoenergética	eMAX, dieta hipo energética sin coccidiostato	eMAX, dieta hipo energética con coccidiostato
Kg de acabado	1,733	1,728	1,676	1.7
Acabador%	63.1	63.3	62.4	62.2
Finalizador \$ / TM	572.23	564.62	543.48	547.14
Contribución del finalizador \$	361.27	357.52	339.24	340.09
Consumo de alimento acumulado D0-32, kg	2,745	2,729	2,685	2,735
Peso Costo Alimento \$ / TM	573.60	566.55	549.48	553.02
Peso vivo Ganancia, Kg	2.06	2.00	1.91	1.97
Peso de la canal, Kg	1.43	1.37	1.29	1.39
Costo de consumo de alimento	1.18	1.13	1.05	1.09
Costo / kg de peso vivo	0.57	0.57	0.55	0.55
Costo / kg de canal	0.83	0.83	0.81	0.78
% Mejora de EDH+C sobre Control	5.1			

En el Cuadro 9, se presentan los costos de alimentación, basados en la cantidad de alimento ofrecido en toda la etapa de producción (0-32 días), además el precio en dólares (USD) que representa el total de alimento ofrecido en cada etapa de los tratamientos y el costo de producir un kilogramo de pollo en peso vivo, por lo que existe una reducción del costo de 0.57 a 0.55 (USD), aunado a que el redujo la energía y tuvo coccidiostato en sus dietas obtuvo un 5.1% de mejoras con relación a las dietas basales del tratamiento control, de la misma forma Engrain (2016), define que en los tratamientos con eMAX el costo de alimentación por kg de peso ganado en el animal fue reducido significativamente entre un 5 y 10% (Cuadro 9).

Las dietas de alto contenido energético son costosas (Morales 2000), es por esto que, el tratamiento control resulto con un precio más elevado, ya que, mantuvo un porcentaje mayor de energía a comparación del tratamiento eMAX, dieta hipo energética y con coccidiostato, que fue el más exitoso al obtener una reducción de energía y en efecto verse favorecido por la inclusión del eMAX, que es catalogado como un ingrediente que sustituye la energía, en tal sentido se afirma lo que establecen Upadhaya et al. (2019), donde la inclusión de *B. subtilis* en una dieta reducida en nutrientes podría contribuir a reducir el costo del alimento al formular la ración con niveles de EM reducido en un 2.4% en comparación con las dietas estándar de EM, por lo que en esta misma investigación la dieta reducida en EM dio como resultado un ahorro financiero de 0.0049 US\$ y 0.0054

US\$ respectivamente por kg de ganancia de peso en comparación con las aves alimentadas con una dieta basal. De esta manera Puelles (2016), afirma que en su estudio se observa la diferencia económica entre T1 y el control, la cual es de 0.21% más de rentabilidad a favor del mismo y además una conversión alimenticia de 0.3 a favor del mismo, por lo que resulta favorable económicamente el uso de probióticos.

### **Conclusiones**

Las dietas hipocalóricas con eMAX y sin coccidiostato indicaron la menor eficiencia productiva, debido a la ausencia del desparasitante.

El uso de eMAX en dietas hipocalóricas y sin coccidiostato redujo el peso absoluto de la canal, aunque sin cambios en el peso relativo de los órganos.

El uso de eMAX en dietas hipocalóricas y con coccidiostato redujo el costo de la dieta y tuvo la mejor respuesta económica.

### **Recomendaciones**

Repetir el experimento con eMAX con una reducción del 3% energía metabolizable en la etapa de crecimiento-finalización en pollos de engorde.

Incluir coccidiostato en las dietas para maximizar los indicadores productivos en pollos de engorde criados en piso.

Realizar un experimento que considere reducción energética, diferentes fuentes de lípidos y el uso de eMAX.

## Referencias

- Abd El-Hack M, El-Saadony M, Shafi M, Qattan S, Batiha G, Khafaga A, Abdel-Moneim A-M, Alagawany M. 2020. Probiotics in poultry feed: A comprehensive review. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*; [consultado el 15 de may. de 2022]. 104(6):1835–1850. eng. doi:10.1111/jpn.13454.
- Abdel-Moneim AE, Am Elbaz, Khidr RE, Badri FB. 2020. Effect of in Ovo Inoculation of *Bifidobacterium spp.* on Growth Performance, Thyroid Activity, Ileum Histomorphometry, and Microbial Enumeration of Broilers. *Probiotics and antimicrobial proteins*; [consultado el 30 de may. de 2022]. 12(3):873–882. doi:10.1007/s12602-019-09613-x.
- 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. Santo Domingo- Ecuador: Escuela Politécnica del Ejército; [consultado el 30 de may. de 2022]. <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5213/1/T-ESPE-IASA%20II%20-%20002399.pdf>.
- Amerah AM, Quiles A, Medel P, Sánchez J, Lehtinen MJ, Gracia MI. 2013. Effect of pelleting temperature and probiotic supplementation on growth performance and immune function of broilers fed maize/soy-based diets. *Animal Feed Science and Technology*; [consultado el 31 de may. de 2022]. 180(1-4):55–63. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2013.01.002>. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2013.01.002.
- Aviagen. 2011. Cómo Optimizar la Conversión Alimenticia en Pollo de Engorde. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 5 de may. de 2022]. 6 p. [http://eu.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/BB\\_Foreign\\_Language\\_Docs/Spanish\\_TechDocs/AviagenBriefFCRJuly2011-ES.PDF](http://eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/AviagenBriefFCRJuly2011-ES.PDF).
- 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*; [consultado el 21 de may. de 2022]. 96(1):74–82. eng. <https://doi.org/10.3382/ps/pew246>. doi:10.3382/ps/pew246.
- Bai S, Wu A, Ding X, Lei Y, Bai J, Zhang K, Chio J. 2013. Effects of probiotic-supplemented diets on growth performance and intestinal immune characteristics of broiler chickens. *Poultry Science*; [consultado el 20 de may. de 2022]. 92(3):663–670. eng. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02813>. doi:10.3382/ps.2012-02813.
- Barros M. 2018. Uso de probióticos en la alimentación de pollos broiler con diferente porcentaje de inclusión. Cuenca-Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana Sede Ecuador; [consultado el 30 de may. de 2022]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16316/1/UPS-CT007940.pdf>.
- Bravo Y, Vanegas A. 2007. Evaluación de la inclusión de coccidiostato en el alimento en pollo de engorde comparando los parámetros zootécnicos en clima frío y cálido. Bogota D.C: Universidad de la Salle Facultad de Zootecnia. 112 p; [consultado el 6 de may. de 2022]. <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1128&context=zootecnia>.

- Calle Loja L. 2011. Efecto de un simbiótico y un probiótico en el crecimiento y engorde de pollos broiler. Loja-Ecuador: Universidad Nacional de Loja. 123 p; [consultado el 30 de may. de 2022].
- Cardoso L, Claudia C, Paula S, Daniella Z, Ricardo A, Lúcio A. 2011. Influence of a probiotic on broiler performance. *Revista Brasileira de Zootecnia*; [consultado el 21 de may. de 2022]. 40(12):2739–2743. <https://www.scielo.br/pdf/rbz/v40n12/18.pdf>.
- Çelik K, Mine M, A. U. 2007. Effects of probiotic and organic acid on performance and organ weights in broiler chicks. *Archiva Zootechnica*; [consultado el 30 de may. de 2022]. 10(10):51–53. [http://www.ibna.ro/arhiva/AZ%2010/AZ%2010\\_06%20Celik.pdf](http://www.ibna.ro/arhiva/AZ%2010/AZ%2010_06%20Celik.pdf).
- Chávez L, López A, Parra J. 2016. Crecimiento y desarrollo intestinal de aves de engorde alimentadas con cepas probióticas. *Archivos de Zootecnia*. 65(249):51–58. 10.21071/az.v65i249.441. doi:10.21071/az.v65i249.441.
- Ciurescu G, Dumitru M, Gheorghe A, Untea AE, Drăghici R. 2020. Effect of *Bacillus subtilis* on growth performance, bone mineralization, and bacterial population of broilers fed with different protein sources. *Poultry Science*; [consultado el 22 de may. de 2022]. 99(11):5960–5971. eng. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.08.075>. doi:10.1016/j.psj.2020.08.075.
- Díaz E, Isaza J, Ángel D. 2017. Probióticos en la avicultura: una revisión. *Revista de Medicina Veterinaria*; [consultado el 5 de may. de 2022]. (35):175–189. <http://www.scielo.org.co/pdf/rmv/n35/0122-9354-rmv-35-00175.pdf>. doi:10.19052/mv.4400.
- Díaz JM, Redondo EA, Pin Viso ND, Redondo LM, Farber MD, Fernández ME. 2018. Tannins and Bacitracin Differentially Modulate Gut Microbiota of Broiler Chickens. *BioMed Research International*; [consultado el 13 de may. de 2022]. 2018:1–11. en. <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2018/1879168/>. doi:10.1155/2018/1879168.
- Edens FW. 2003. An alternative for antibiotic se in poultry: probiotics. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*; [consultado el 31 de may. de 2022]. 5(2):75–97. <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2003000200001>.
- Ehrmann M, Kurzak P, Bauer J, Vogel R. 2002. Characterization of lactobacilli towards their use as probiotic adjuncts in poultry. *J Appl Microbiol*; [consultado el 15 de may. de 2022]. 92(5):966–975. eng. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2002.01608.x>. doi:10.1046/j.1365-2672.2002.01608.x.
- Engrain. 2016. Optimizando el valor de los sub-productos de la molienda de trigo en la producción de Broiler y Gallinas Ponedoras. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 5 de may. de 2022]. 14 p. <https://www.iaom.org/wp-content/uploads/02engrainla17.pdf>.
- Ezema C. 2013. Probiotics in animal production: A review. *Journal of Veterinary Medicine and Animal Health*; [consultado el 13 de may. de 2022]. 5(11):308–316. en. <https://academicjournals.org/journal/JVMAH/article-full-text-pdf/21FC70340990.pdf>.

- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2020. Producción y productos avícolas: Mercados y comercio. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 5 de may. de 2022]. es. <https://www.fao.org/poultry-production-products/socio-economic-aspects/markets-trade/es/>.
- Fontana L, Bermudez-Brito M, Plaza-Diaz J, Muñoz-Quezada S, Gil A. 2013. Sources, isolation, characterisation and evaluation of probiotics. *Br J Nutr*; [consultado el 22 de may. de 2022]. 109(2):S35-50. eng. 10.1017/S0007114512004011. doi:10.1017/S0007114512004011.
- Forkus B, Ritter S, Vlysidis M, Geldart K, Kaznessis YN. 2017. Antimicrobial Probiotics Reduce *Salmonella enterica* in Turkey Gastrointestinal Tracts. *Sci Rep*; [consultado el 22 de may. de 2022]. 7(7):1–9. eng. 10.1038/srep40695. doi:10.1038/srep40695.
- Ghasemi R, Sedghi M, Mahdavi A. 2020. Evaluation of Probiotic, Prebiotic, and Synbiotic on Performance, Immune Responses, and Gastrointestinal Health of Broiler Chickens. *Poultry Science Journal*; [consultado el 21 de may. de 2022]. 8(2):175–188. [https://psj.gau.ac.ir/article\\_5200.html](https://psj.gau.ac.ir/article_5200.html). doi:10.22069/psj.2020.17873.1559.
- Gong L, Wang B, Mei X, Xu H, Qin Y, Li W, Zhou Y. 2018. Effects of three probiotic *Bacillus* on growth performance, digestive enzyme activities, antioxidative capacity, serum immunity, and biochemical parameters in broilers. *Animal science journal*; [consultado el 21 de may. de 2022]. 89(11):1561–1571. eng. <https://doi.org/10.1111/asj.13089>. doi:10.1111/asj.13089.
- Harrington D, Sims M, Kehlet A. 2016. Effect of *Bacillus subtilis* supplementation in low energy diets on broiler performance. *Journal of Applied Poultry Research*; [consultado el 14 de may. de 2022]. 25(1):29–39. <https://doi.org/10.3382/japr/pfv057>. doi:10.3382/japr/pfv057.
- Hooge D. 2004. Meta-analysis of Broiler Chicken Pen Trials Evaluating Dietary Mannan Oligosaccharide, 1993-2003. *International Journal of Poultry Science*; [consultado el 22 de may. de 2022]. 3(3):163–174. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.467.2581&rep=rep1&type=pdf>.
- Huang MK, Choi YJ, Houde R, Lee JW, Lee B, Zhao X. 2004. Effects of Lactobacilli and an acidophilic fungus on the production performance and immune responses in broiler chickens. *Poultry Science*; [consultado el 30 de may. de 2022]. 83(5):788–795. eng. <https://doi.org/10.1093/ps/83.5.788>. doi:10.1093/ps/83.5.788.
- Jadhav K, Sharma KS, Katoch S, Sharma VK, Mane BG. 2015. Probiotics in Broiler Poultry Feeds: A Review. *International Journal of Animal and Veterinary Sciences*; [consultado el 13 de may. de 2022]. 2(2):4–16.
- Kabir S, Rahman M, Rahman B, Ahmed U. 2004. The Dynamics of Probiotics on Growth Performance and Immune Response in Broilers. *International Journal of Poultry Science*; [consultado el 22 de may. de 2022]. 3(5):361–364. <https://docsdrive.com/pdfs/ansinet/ijps/2004/361-364.pdf>. doi:10.3923/ijps.2004.361.364.

- Lutful Kabir S. 2009. The Role of Probiotics in the Poultry Industry. *International Journal of Molecular Sciences*; [consultado el 5 de may. de 2022]. 10(8):3531–3546. en. <https://www.mdpi.com/1422-0067/10/8/3531/htm>. doi:10.3390/ijms10083531.
- Marques L. 2019. In Latin America, poultry production will grow nearly double worl. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 5 de may. de 2022]. portuguese. <https://www.avesui.com/imprensa/in-latin-america-poultry-production-will-grow-nearly-double-world-average/20191002-091938-k505>.
- Morales L. 2000. Reducción de la energía en dietas de pollos de engorde, durante los primeros siete días. Honduras: Zamorano; [consultado el 5 de may. de 2022]. <http://hdl.handle.net/11036/5147>.
- Ordoñez E, Del Carpio P, Cayo I. 2018. Suplementación alimenticia con orégano (*Origanum vulgare*) y complejo enzimático en pollos de carne: I. Indicadores Productivos. *Revista de Investigación y Cultura*; [consultado el 5 de may. de 2022]. 7(1):31–44. spa. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6317321>.
- Otutumi L, Furlan A, Martins E, Garcia E, Ton A, Monteiro A. 2009. Efeito do probiótico sobre o desempenho, rendimento de carcaça e exigências nutricionais de proteína bruta de codornas de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*; [consultado el 15 de may. de 2022]. 38(2):299–306. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000200012>. doi:10.1590/S1516-35982009000200012.
- Pelicano E, Souza P, Souza H, Oba A, Norkus E, Kodawara L, Lima T. 2003. Effect of Different Probiotics on Broiler Carcass and Meat Quality. *Brazilian Journal of Poultry Science*; [consultado el 15 de may. de 2022]. 5(3):207–214. <https://www.scielo.br/pdf/rbca/v5n3/a09v05n3.pdf>.
- Puelles E. 2016. Efecto del uso de prebiótico y probiótico sobre la eficiencia productiva (consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y mérito económico) en pollos de engorde cobb 500. Lambayeque-Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. spa; [consultado el 22 de may. de 2022]. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/546>.
- Ravindran V. 2013. Disponibilidad de piensos y nutrición de aves de corral en países en desarrollo. En: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, editor. *Revisión del desarrollo avícola*. [sin lugar]: FAO. p. 61–82 ; [consultado el 14 de jun. de 2022].
- Rehman A, Arif M, Sajjad N, Al-Ghadi MQ, Alagawany M, Abd El-Hack ME, Alhimaidi AR, Elnesr SS, Almutairi BO, Amran RA, et al. 2020. Dietary effect of probiotics and prebiotics on broiler performance, carcass, and immunity. *Poultry Science*; [consultado el 21 de may. de 2022]. 99(12):6946–6953. eng. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.09.043>. doi:10.1016/j.psj.2020.09.043.
- Ritzi M, Abdelrahman W, van-Heerden K, Mohnl M, Barrett N, Dalloul R. 2016. Combination of probiotics and coccidiosis vaccine enhances protection against an *Eimeria* challenge. *Vet Res*; [consultado el 14 de jun. de 2022]. 47(1):111. eng. 10.1186/s13567-016-0397-y. doi:10.1186/s13567-016-0397-y.

- Rivera W, Barquero-Calvo E, Chaves AJ. 2021. Effect of the use of probiotic *Bacillus subtilis* (QST 713) as a growth promoter in broilers: an alternative to bacitracin methylene disalicylate. *Poultry Science*; [consultado el 21 de may. de 2022]. 100(9):101372. eng. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101372>. doi:10.1016/j.psj.2021.101372.
- Rubin L, Ribeiro A, Canal C, Silva I, Trevizan L, Vogt L, Pereira R, Lacerda L. 2007. Influence of sulfur amino acid levels in diets of broiler chickens submitted to immune stress. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*; [consultado el 13 de may. de 2022]. 9(1):53–59. <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2007000100008>. doi:10.1590/S1516-635X2007000100008.
- Sánchez A, Muñoz C, Jurado J, León E, Pimbosa D. 2021. Efecto de una dieta sin antibioticos, coccidiostatos y aminos sinteticos en pollos sexados Cobb 500. *Revista Ciencia y Agricultura*; [consultado el 14 de may. de 2022]. 18(3):63–74. [https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia\\_agricultura/article/download/12744/11017](https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia_agricultura/article/download/12744/11017).
- Singh K, Kallali B, Kumar A, Thaker V. 2011. Probiotics: A review. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*; [consultado el 30 de may. de 2022]. 1(2):S287-S290. [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(11\)60174-3](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(11)60174-3). doi:10.1016/S2221-1691(11)60174-3.
- Spratt R, Leeson S. 1987. Broiler breeder performance in response to diet protein and energy. *Poultry Science*; [consultado el 13 de may. de 2022]. 66(4):683–693. eng. <https://academicjournals.org/journal/JVMAH/article-full-text-pdf/21FC70340990>.
- Telg B, Caldwell D. 2009. Efficacy testing of a defined competitive exclusion product in combination with fructooligosaccharide for protection against *Salmonella* Typhimurium challenge in broiler chicks. *Journal of Applied Poultry Research*; [consultado el 30 de may. de 2022]. 18(3):521–529. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1056617119305707>. doi:10.3382/japr.2009-00003.
- Timmerman HM, Veldman A, van den Elsen E, Rombouts FM, Beynen AC. 2006. Mortality and growth performance of broilers given drinking water supplemented with chicken-specific probiotics. *Poultry Science*; [consultado el 21 de may. de 2022]. 85(8):1383–1388. eng. <https://doi.org/10.1093/ps/85.8.1383>. doi:10.1093/ps/85.8.1383.
- Upadhaya S, Rudeaux F, Kim I. 2019. Effects of inclusion of *Bacillus subtilis* (Gallipro) to energy- and protein-reduced diet on growth performance, nutrient digestibility, and meat quality and gas emission in broilers. *Poultry Science*; [consultado el 14 de may. de 2022]. 98(5):2169–2178. eng. <https://doi.org/10.3382/ps/pey573>. doi:10.3382/ps/pey573.
- Yeo J, Kim KI. 1997. Effect of feeding diets containing an antibiotic, a probiotic, or yucca extract on growth and intestinal urease activity in broiler chicks. *Poultry Science*; [consultado el 30 de may. de 2022]. 76(2):381–385. doi:10.1093/ps/76.2.381.
- Zhai W, Peebles E, Mejia L, Zumwalt C, Corzo A. 2014. Effects of dietary amino acid density and metabolizable energy level on the growth and meat yield of summer-reared broilers. *Journal of*

Applied Poultry Research; [consultado el 13 de may. de 2022]. 23(3):501–515. <https://doi.org/10.3382/japr.2014-00961>. doi:10.3382/japr.2014-00961.

Zhang S, Zhong G, Shao D, Wang Q, Hu Y, Wu T, Ji C, Shi S. 2021. Dietary supplementation with *Bacillus subtilis* promotes growth performance of broilers by altering the dominant microbial community. Poultry Science; [consultado el 22 de may. de 2022]. 100(3):100935. eng. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.12.032>. doi:10.1016/j.psj.2020.12.032.

Zulkifli I, Abdulllah N, Azrin N, Ho Y. 2000. Growth performance and immune response of two commercial broiler strains fed diets containing Lactobacillus cultures and oxytetracycline under heat stress conditions. Br Poult Sci; [consultado el 30 de may. de 2022]. 41(5):593–597. eng. <https://doi.org/10.1080/713654979>. doi:10.1080/713654979.

**Anexos**

**Anexo A**

*Galpón experimental*



**Anexo B**

*Toma de datos día 0-8*



**Anexo C**

*Toma de datos días 9-18*



**Anexo D**

*Toma de datos días 19- 32*



**Anexo E**

*Toma de datos del rendimiento del canal y el peso relativo de los órganos digestivos (0-32 días)*

