



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA  
DE AMAZONAS**

**EPG**  
ESCUELA DE POSGRADO

**ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

**TESIS**

**“INFLUENCIA DE SUPLEMENTACIÓN ALIMENTICIA  
CON ORÉGANO (*Origanum vulgare*) Y COMPLEJOS  
ENZIMÁTICOS EN LOS ÍNDICES PRODUCTIVOS Y  
SALUD INTESTINAL DE POLLOS DE ENGORDE”**

**PARA OPTAR  
EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN PRODUCCIÓN  
ANIMAL**

**Autor:** Bach. Edson Miguel Ordoñez Rumiche

**Asesor:** Dr. Pedro Antonio Del Carpio Ramos

**Coasesor (a):** PhD. Ilse Silvia Cayo Colca

**Registro:**

**CHACHAPOYAS – PERÚ**

**2018**

A Dios, a mis padres y familiares.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, por aceptarme ser parte de ella y haberme acogido en su claustro universitario, así como al Past Rector PhD. Jorge Luis Maicelo Quintana, principal gestor del programa de Maestría en producción animal.

Al Ministerio de Educación (MINEDU) y el Concejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC), mediante el programa de becas y cofinanciamiento CIENCIACTIVA, por su gran apoyo mediante el financiamiento económico para el desarrollo de la Maestría en producción Animal.

A todos y cada uno de mis maestros que fueron mi guía dentro y fuera de las aulas para forjarme como un profesional de éxito.

A la empresa Montana S.A por su apoyo técnico en la elaboración de pruebas de laboratorio, y especialmente a uno de sus mejores profesionales, el M. Sc Valentino Arnaiz Perales.

A la empresa Avícola INVERAGRO San Martín de Porras SAC y su personal, quienes me brindaron las facilidades para la realización del presente trabajo de investigación.

A mis patrocinadores el Dr. Pedro Antonio del Carpio Ramos y la PhD. Ilse Silvia Cayo Colca.

A mis amigos y compañeros de maestría, por los momentos compartidos durante este hermoso periodo de estudios.

## **AUTORIDADES DE LA UNTRM**

Dr. Policarpio Chauca Valqui  
Rector

Dr. Miguel Ángel Barrena Gurbillón  
Vicerrector Académico

Dra. Flor Teresa García Huamán  
Vicerrectora de Investigación

Dr. Oscar Andrés Gamarra Torres  
Director de la Escuela de Posgrado

## **VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS**

El que suscribe, asesor de la tesis “Influencia de suplementación alimenticia con orégano (*Origanum vulgare*) y complejos enzimáticos en los índices productivos y salud intestinal de pollos de engorde”, realizada por el Bachiller Edson Miguel Ordoñez Rumiche, para obtener el grado de Maestro en Producción Animal, hace constar que he revisado el documento y considero que se encuentra apta de ser sustentada.

Ing. Zoot. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr. C.

Ing. Zoot. Ilse Silvia Cayo Colca, Ph. D.

## **JURADO EVALUADOR**

M. Sc. Segundo José Zamora Huamán  
Presidente

Mg. Lizette Daniana Méndez Fasabi  
Secretario

Mg. Jonathan Alberto Campos Trigoso  
Vocal

## ÍNDICE O CONTENIDO

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
AUTORIDADES DE LA UNTRM .....	iv
VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS.....	v
JURADO EVALUADOR .....	vi
ÍNDICE O CONTENIDO .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MATERIAL Y MÉTODOS.....	5
2.1. Lugar de ejecución .....	5
2.2. Animales experimentales .....	5
2.3. Instalaciones y equipos .....	5
2.4. Tratamientos Evaluados.....	6
2.5. Alimentación.....	12
2.6. Sanidad .....	12
2.7. Mediciones de los indicadores productivos .....	13
2.7.1. Consumo de Alimento .....	13
2.7.2. Peso Vivo y Ganancia de Peso .....	13
2.7.3. Conversión Alimenticia.....	13
2.7.4. Rendimiento de Carcasa y Percepción sensorial.....	14
2.8. Mediciones de indicadores intestinales .....	15
2.8.1. Altura de vellosidad.....	15
2.8.2. Profundidad de cripta.....	15
2.8.3. Relación entre altura de vellosidad y profundidad de cripta .....	15
2.8.4. Conteo de Escherichia coli .....	17
2.9. Análisis estadístico.....	18
III. RESULTADOS.....	20
3.1. Índices Productivos .....	20
3.1.1. Consumo de alimento.....	20
3.1.2. Peso vivo.....	21
3.1.3. Conversión alimenticia .....	23
3.1.4. Rendimiento de carcasa y percepción sensorial .....	25

3.2. Índices Intestinales .....	27
3.2.1. Vellosidades y criptas de Lieberkühn .....	27
3.2.2. Conteo de bacterias en el ciego .....	29
IV. DISCUSIÓN .....	32
4.1. Índices Productivos .....	32
4.1.1. Consumo de alimento.....	32
4.1.2. Peso vivo.....	33
4.1.3. Conversión alimenticia .....	34
4.1.4. Rendimiento de carcasa y percepción sensorial .....	35
4.2. Índices Intestinales .....	36
4.2.1. Vellosidades y criptas de Lieberkühn .....	36
4.2.2. Conteo de bacterias en el ciego.....	38
V. CONCLUSIONES.....	41
VI. RECOMENDACIONES .....	42
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	43
VIII. ANEXOS.....	49



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Detalle de los tratamientos de los porcentajes de antibiótico promotor de crecimiento (APC), orégano en polvo (OP) y complejo enzimático (CE) en el alimento balanceado. ....	<b>6</b>
<b>Tabla 2.</b> Composición porcentual y valor nutritivo de las dietas experimentales empleadas en la etapa de Pre Inicio (0 a 7 días). ....	<b>7</b>
<b>Tabla 3.</b> Composición porcentual y valor nutritivo de las dietas experimentales empleadas en la etapa de Inicio (8 a 21 días). ....	<b>8</b>
<b>Tabla 4.</b> Composición porcentual y valor nutritivo de las dietas experimentales empleadas en la etapa de Crecimiento (22 a 28 días). ....	<b>9</b>
<b>Tabla 5.</b> Composición porcentual y valor nutritivo de las dietas experimentales empleadas en la etapa de Engorde (29 a 35 días). ....	<b>10</b>
<b>Tabla 6.</b> Composición porcentual y valor nutritivo de las dietas experimentales empleadas en la etapa de Acabado (36 a 42 días). ....	<b>11</b>
<b>Tabla 7.</b> Análisis del efecto del uso de orégano en polvo y enzimas sobre el consumo de alimento acumulado y por fases. ....	<b>20</b>
<b>Tabla 8.</b> Análisis comparativo entre los tratamientos con diferentes porcentajes de orégano en polvo y enzimas, y el testigo (con APC) según el consumo de alimento, por fases y acumulado. ....	<b>21</b>
<b>Tabla 9.</b> Análisis del efecto del uso de orégano en polvo y enzimas sobre el incremento de peso, por fases y acumulado. ....	<b>22</b>
<b>Tabla 10.</b> Análisis comparativo entre los tratamientos con diferentes porcentajes de orégano en polvo y enzimas, y el testigo (con APC) según el incremento de peso, por fases y acumulado. ....	<b>23</b>
<b>Tabla 11.</b> Análisis del efecto del uso de orégano en polvo y enzimas sobre la conversión alimenticia, por fases y acumulado. ....	<b>24</b>
<b>Tabla 12.</b> Análisis comparativo entre los tratamientos con diferentes porcentajes de orégano en polvo y enzimas, y el testigo (con APC) según la conversión alimenticia, por fases y acumulado. ....	<b>25</b>
<b>Tabla 13.</b> Análisis del efecto del uso de orégano en polvo y enzimas sobre el rendimiento de carcasa y la percepción sensorial. ....	<b>26</b>

<b>Tabla 14.</b> Análisis comparativo entre los tratamientos con diferentes porcentajes de orégano en polvo y enzimas, y el testigo (con APC) según el rendimiento de carcasa y la percepción sensorial.....	<b>27</b>
<b>Tabla 15.</b> Análisis del efecto del uso de orégano en polvo y enzimas sobre la altura de vellosidad, profundidad de cripta y la relación A / P a los 21 y 42 días (d).....	<b>28</b>
<b>Tabla 16.</b> Análisis comparativo entre los tratamientos con diferentes porcentajes de orégano en polvo y enzimas, y el testigo (con APC) según la altura de vellosidad, profundidad de cripta y la relación A / P a los 21 y 42 días (d). .....	<b>29</b>
<b>Tabla 17.</b> Análisis del efecto del uso de orégano en polvo y enzimas sobre el conteo de E. coli a los 21 y 42 días (d). .....	<b>30</b>
<b>Tabla 18.</b> Análisis comparativo entre los tratamientos con diferentes porcentajes de orégano en polvo y enzimas, y el testigo (con APC) según el conteo de E. coli a los 21 y 42 días (d). .....	<b>31</b>

## RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar el efecto de la suplementación alimenticia de orégano y enzimas sobre los índices productivos, la micro biota intestinal y la morfometría intestinal en pollos. Se trabajó con 280 pollos de la línea Cobb-500 de 1 día de edad, fueron distribuidos al azar en siete tratamientos que incluyeron: testigo positivo (dieta con APC); dieta sin orégano, enzimas y APC; 0,005% de enzimas; 0,05% de orégano; 0,005% de enzimas + 0,05% de orégano; 0,1% de orégano; 0,005% de enzimas + 0,1% de orégano. Cada una de las 7 dietas alimentó a 4 repeticiones de 10 pollos desde la eclosión hasta los 42 días de edad. La adición de orégano y enzimas en el concentrado no influyó en el consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia. El mayor rendimiento de carcasa se obtuvo con 0,005% de enzimas + 0,1% de orégano. En la calidad sensorial, el olor y sabor de la carne no se vieron afectados por los tratamientos; sin embargo, la inclusión de 0,005% de enzimas y 0,05% de orégano tuvo efecto significativo en la terneza. No hubo diferencia significativa en el recuento de *E. coli* a los 21 días. A los 42 días la dieta con APC mostró un número significativamente menor de *E. coli* en el ciego. Las aves alimentadas con orégano y enzimas presentaron mayor altura de vellosidades y menor profundidad de cripta en comparación con el tratamiento control. La dieta con APC mostró la mayor relación longitud / profundidad los 42 días. Los resultados indicaron que se puede reemplazar al APC con los productos ensayados.

**Palabras clave:** orégano; enzimas; alimentación; pollos de carne.

## ABSTRACT

The objective of this study was to determine the effect of the nutritional supplementation of oregano and the enzymes on productive parameters, intestinal microbiota and intestinal morphometry in broiler chickens. A total of 280 one day-old Cobb-500 were randomly divided into 7 treatments that included: positive control (diet with APC), negative control (without APC), diet with 0,005% enzymes, with 0,05% oregano, with 0,005% of enzymes and 0,05% of oregano, with 0,1% oregano, with 0,005% enzymes and 0,1% oregano. Each of the 7 diets was fed to 4 replicates of 10 chicks from hatching to 42 d of age. The addition of the oregano and enzymes to the concentrate did not affect feed intake, body weight gain, feed conversion and sensory quality. The highest carcass yield was obtained with 0,005% of enzymes and 0,1% of oregano. In sensory quality, the smell and taste of the meat were not affected by the treatments; however, the inclusion of 0,005% enzymes and 0,05% oregano had a significant effect on the tenderness. There was no significant difference in the *E. coli* count at 21 days, at 42 days the diet with APC a smaller number of *E. coli* in the cecum. The birds fed with oregano and enzymes showed higher villus height and less crypt depth compared to the control treatment. Diet with APC showed the greatest length / depth relationship for 42 days. Results indicated that APC can be replaced with the tested products.

**Key words:** oregano; enzymes; feeding; broiler chickens.

## I. INTRODUCCIÓN

La industria avícola ha intensificado la producción a tal punto de obtener mejoras tan elevadas como nunca antes, teniendo como resultado mayor eficiencia en la producción de carne de pollo, la inclusión de promotores de crecimiento sintéticos en las dietas ha sido importante para lograr dicho éxito, siendo los antibióticos promotores de crecimiento (APC) los más usados en la alimentación animal, cuya finalidad es potenciar los índices productivos (Abudabos, 2012); sin embargo, autores como Topp *et al.* (2017), mencionan que el uso indiscriminado de APC en la producción animal ha sido cuestionado a nivel mundial, debido a que se han desarrollado cepas de bacterias resistentes a los antibióticos, las cuales tendrían un efecto residual en la cadena alimentaria, ocasionando riesgos para la salud pública. Al respecto, la OMS recomendó el retiro de los APC en la industria animal (Bengtsson & Greko, 2014). Así, existiendo una corriente mundial de disminuir el uso de antibióticos, la avicultura comercial se está orientando a la obtención de alimentos orgánicos y seguros para la salud de los consumidores (Stelter *et al.*, 2013).

Por lo tanto, la tendencia de encontrar alternativas viables ha aumentado, promoviéndose la investigación de aditivos naturales que reemplacen a los APC (Suresh *et al.*, 2017). Siendo “Los posibles mecanismos de acción de los promotores de crecimiento naturales: alteraciones en la microflora intestinal, aumento en la digestibilidad y absorción de nutrientes, mejora en la respuesta inmune y modificaciones morfo histológicas del tracto gastrointestinal” (Díaz *et al.*, 2015).

Fonseca *et al.* (2017), señalan al orégano como un fitogénico que podría reemplazar a los APC, el cual es un producto herbal aromático que debido a su naturaleza química altamente potente se le está usando como promotor de crecimiento natural en los

piensos de aves. Karimi *et al.* (2010) y Mohiti-Asli & Ghanaatparast-Rashti (2018), refieren que los principales componentes del orégano son el carvacrol, timol,  $\gamma$ -terpineno y  $\rho$ -cimeno, y se ha demostrado en trabajos publicados por Ben Arfa *et al.* (2006) y Abdel-Wareth (2011), que al mezclar carvacrol y timol en las cantidades adecuadas puede ejercer la inhibición antimicrobiana total. Esto se debe al daño de la integridad de la membrana y al cambio de la homeostasis del pH y al equilibrio de los iones orgánicos (Lambert, 2001; Karimi *et al.*, 2010).

Por lo tanto el carvacrol y el timol participan en las propiedades funcionales del orégano, en las que se destacan acciones digestivas, bacteriostáticas y antioxidativas; dichas propiedades han sido reportadas por Miladi *et al.* (2016), en el que evaluaron su potencial antibacteriano e inhibidor de la bomba de eflujo contra un panel de patógenos clínicos, siendo el timol quien mostró mejor actividad inhibitoria contra la mayoría de cepas probadas en comparación al carvacrol.

Así también Cowieson (2010), menciona que las enzimas digestivas mejoran los índices productivos, debido a que los complejos enzimáticos no tienen efecto residual en la carcasa de las aves, del mismo modo, Bedford (2000), señala que las enzimas exógenas corrigen la falta de enzimas endógenas específicas, digieren ciertos nutrientes en los piensos e hidrolizan los factores antinutricionales en los ingredientes de la ración alimenticia; por otro lado Nian *et al.* (2011) y Sugiharto (2016) mencionan que las enzimas juegan un papel importante en las dietas de pollos, ya que están constituidas en gran porcentaje por maíz y soya, que contienen polisacáridos no amiláceos (PNA), los que, según Khattak *et al.* (2006), impiden el proceso normal de digestión y la absorción de nutrientes en el tracto digestivo; es así que Slominski (2011), afirma que las enzimas  $\beta$ -glucanasas y xilanasas reducen la viscosidad de

excretas y el efecto de encapsulación de nutrientes de las paredes celulares que, a su vez, podrían dar como resultado un aumento en la utilización de nutrientes.

Las funciones digestivas constituyen los factores más limitantes para el rendimiento, ya que la producción de pollo de engorde consiste en transformar los ingredientes de la dieta en carne (Sugiharto, 2016). Es por ello que el desarrollo y la salud intestinal son la clave para la productividad de las aves, el tracto gastrointestinal realiza dos funciones básicas: Adquisición - asimilación de nutrientes, y mantenimiento de una barrera protectora contra las infecciones microbianas – virales (Roberts *et al.*, 2015). La industria exige una buena salud intestinal para lograr las metas en lo que se refiere a tasa de crecimiento, eficiencia alimenticia y rendimiento de carcasa los cuales se definen como parámetros productivos (Skoufos *et al.*, 2016).

Abudabos *et al.* (2018), indican que los aditivos naturales pueden mejorar los índices de salud intestinal y con ello los parámetros productivos, por otro lado Jamroz *et al.* (2006), afirman que la longitud de las vellosidades y la profundidad de las criptas intestinales servirían como un indicador del estado general del tracto digestivo por su respuesta inmediata ante cualquier cambio en los insumos del pienso alimenticio; en tanto que Mohiti-Asli & Ghanaatparast-Rashti (2018), afirman que las medidas de dichas estructuras estarían relacionadas directamente con el rendimiento productivo del ave.

Muchos efectos en la salud se pueden atribuir al orégano y varios estudios demostraron el efecto de mejora en el rendimiento y salud intestinal (Shiva *et al.*, 2012; Roberts *et al.*, 2015; Fonseca *et al.*, 2017); es así que Stelter *et al.*(2013) y Giannenas *et al.*(2005), mencionan que la mayoría de las investigaciones se llevaron a cabo con aceite esencial, mientras que el material vegetal entero sólo se utilizó en algunos ensayos, los cuales

evaluaron el efecto del orégano como una ruta más directa y menos costosa en condiciones prácticas; del mismo modo, según Basmacioğlu Malayoğlu *et al.*(2010), el material vegetal se ha usado muy poco en combinación con enzimas exógenas; por lo tanto, se asumió la siguiente hipótesis: La suplementación de la dieta con orégano en combinación con complejos enzimáticos influirá positivamente sobre los índices productivos y salud intestinal de pollos de engorde en una granja comercial en Chachapoyas.

Teniendo en cuenta lo indicado en la literatura citada, no se encontró evidencias del efecto de la suplementación con orégano y enzimas sobre los índices productivos y de salud intestinal en pollos de engorde en la Región Amazonas, por lo cual se planteó el siguiente objetivo general: Evaluar el efecto de dietas suplementadas con orégano y complejo enzimático en la salud intestinal e índices productivos en pollos de engorde línea Cobb-500, y para el cumplimiento de éste objetivo, se desarrollaron dos objetivos específicos como son: (i) Definir el efecto del orégano y complejos enzimáticos sobre los índices productivos (consumo de alimento, incremento de peso vivo, conversión alimenticia, rendimiento de carcasa, y percepción sensorial de la carne); (ii) Definir el efecto del orégano y complejos enzimáticos sobre los índices de salud intestinal (Carga bacteriana de *Escherichia coli*; además de la longitud de las vellosidades intestinales, profundidad de las criptas de Lieberkühn y la relación longitud / profundidad).



## **II. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **2.1. Lugar de ejecución**

Este trabajo se realizó en las instalaciones de la empresa Inveragro SAC, ubicada en el Distrito Jazán, Provincia Bongará, Región Amazonas durante los meses de setiembre a octubre de 2017. El análisis de morfometría intestinal se llevó a cabo en el Laboratorio de Patología de la Universidad Privada Antenor Orrego (UPAO). El análisis de conteo de *Escherichia Coli* se realizó en el Laboratorio de investigación de suelos y aguas, dentro del área de microbiología, de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza.

### **2.2. Animales experimentales**

Se emplearon 280 pollos BB de la Línea Cobb-500, de un día de edad. Estos 280 pollos fueron distribuidos al azar en 7 tratamientos, cada tratamiento constó de 4 repeticiones, con 10 pollos por cada repetición. El tiempo de crianza fue de 1 a 7 días para la fase de pre inicio, de 8 a 21 días para la fase de inicio, de 22 a 28 días para fase de crecimiento, de 29 a 35 días para fase de engorde y de 36 a 42 días para la fase de acabado. Los pollos fueron identificados y pesados individualmente a su llegada a la granja y al finalizar cada una de las fases del proceso productivo, se empleó una balanza electrónica con capacidad de 5 kg y aproximación de 0,1 g.

### **2.3. Instalaciones y equipos**

El experimento se llevó a cabo en un galpón de la granja en el que se acondicionaron los corrales para cada una de las réplicas (28); los corrales se hicieron con manta arpillera, alambre, estacas de madera, con piso de tierra y cama de cascarilla de arroz; cada corral tuvo una superficie 1,2 metros cuadrados. Durante los primeros tres días de vida se colocó papel periódico, mientras que el alimento fue suministrado en comederos tipo tolva y el agua de bebida en bebederos tipo sifón.

Las condiciones ambientales del ensayo se manejaron de acuerdo a la edad de los pollos, y se utilizó cortinas externas para controlar la temperatura ambiental, en especial en las horas de mayor calor del día, además de un “cielo raso” para generar microclima, facilitando un ambiente de confort a los pollos. Tanto las condiciones de bioseguridad como de manejo de la granja fueron óptimas y acorde con los estándares internacionales de la industria avícola (Cobb-Vantress, 2015). Se realizó un estricto control de insectos y roedores, así como control de entrada de personal y la utilización de vestimenta exclusiva de la granja.

#### 2.4. Tratamientos Evaluados

En la Tabla 1 se presenta la distribución de los tratamientos, los cuales variaron por la presencia en porcentajes de orégano en polvo (OP), complejo enzimático (CE) y del antibiótico promotor de crecimiento (APC).

**Tabla 1.** Detalle de los tratamientos de los porcentajes de antibiótico promotor de crecimiento (APC), orégano en polvo (OP) y complejo enzimático (CE) en el alimento balanceado.

APC (%)	OP (%)	CE (%)	Tratamientos
0,060	0,000	0,000	<b>T1</b>
0,000	0,000	0,000	<b>T2</b>
0,000	0,000	0,005	<b>T3</b>
0,000	0,050	0,000	<b>T4</b>
0,000	0,050	0,005	<b>T5</b>
0,000	0,100	0,000	<b>T6</b>
0,000	0,100	0,005	<b>T7</b>

Las dietas experimentales fueron formuladas siguiendo las especificaciones nutricionales de la Línea Cobb-500. La composición y valor nutricional calculado de las dietas usadas en el ensayo se muestran en las tablas 2, 3, 4, 5 y 6.

**Tabla 2.** Composición porcentual y valor nutritivo de las dietas experimentales empleadas en la etapa de Pre Inicio (0 a 7 días).

Ingredientes (%)	Tratamientos						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Maíz nacional	28,92	28,95	28,94	28,93	28,93	28,89	28,88
Arroz partido ½	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Torta de soya 46%	27,16	27,19	27,19	27,16	27,16	27,16	27,16
Soya integral extrusada	6,40	6,40	6,40	6,40	6,40	6,40	6,40
Carbonato de calcio	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
Fosfato dicálcico	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19
Sal común	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
Bicarbonato de sodio	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
L-Lisina (HCL 99%)	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
DL-Metionina (99%)	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
L-Treonina (98.5%)	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
Hemoglobina bovina	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Plasma bovino	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Sulfato de cobre	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Colina	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Sulfato neomicina (APC)	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ácido orgánico	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Butirato de sodio	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Coccidiostato	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Fitasa	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Complejo enzimático (CE)	0,00	0,00	0,005	0,00	0,005	0,00	0,005
Antioxidante	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Adsorbente de micotoxinas	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Secuestrante de micotoxinas	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Premezcla comercial	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Orégano polvo (OP)	0,00	0,00	0,00	0,05	0,05	0,10	0,10
<b>Valor nutricional (calculado)</b>							
EM, Kcal/kg	2989,00	2989,00	2989,00	2989,00	2989,00	2989,00	2989,00
Proteína cruda, %	22,96	22,96	22,96	22,96	22,96	22,96	22,96
Lisina, %	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Metionina + cistina, %	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89
Treonina, %	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
Triptófano, %	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Calcio, %	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Fosforo disponible, %	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
Sodio, %	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Grasa total, %	6,10	6,10	6,10	6,10	6,10	6,10	6,10

**Tabla 3.** Composición porcentual y valor nutritivo de las dietas experimentales empleadas en la etapa de Inicio (8 a 21 días).

Ingredientes (%)	Tratamientos						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Maíz nacional	42,950	43,050	43,040	43,030	43,030	43,050	43,030
Arroz partido ½	20,300	20,200	20,200	20,200	20,200	20,100	20,150
Torta de soya 46%	25,570	25,627	25,637	25,600	25,600	25,627	25,600
Soya integral extrusada	5,946	5,946	5,946	5,946	5,940	5,946	5,940
Carbonato de calcio	0,570	0,570	0,570	0,570	0,570	0,570	0,570
Fosfato dicálcico	1,454	1,454	1,454	1,454	1,454	1,454	1,454
Sal común	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180
Bicarbonato de sodio	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370
L-Lisina (HCL 99%)	0,232	0,232	0,232	0,232	0,232	0,232	0,232
DL-Metionina (99%)	0,362	0,362	0,362	0,362	0,362	0,362	0,362
L-Treonina (98.5%)	0,142	0,142	0,142	0,142	0,142	0,142	0,142
Hemoglobina bovina	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Sulfato de cobre	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
Colina	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Sulfato neomicina (APC)	0,060	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ácido orgánico	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Butirato de sodio	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Coccidiostato	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048
Fitasa	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Complejo enzimático (CE)	0,000	0,000	0,005	0,000	0,005	0,000	0,005
Antioxidante	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016
Adsorbente de micotoxinas	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Pigmentante rojo	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Pigmentante amarillo	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Secuestrante de micotoxinas	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Premezcla comercial	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Orégano polvo (OP)	0,000	0,000	0,000	0,050	0,050	0,100	0,100
<b>Valor nutricional (calculado)</b>							
EM, Kcal/kg	3074,00	3074,00	3074,00	3074,00	3074,00	3074,00	3074,00
Proteína cruda, %	20,50	20,50	20,50	20,50	20,50	20,50	20,50
Lisina, %	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Metionina + cistina, %	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Treonina, %	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
Triptófano, %	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Calcio, %	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
Fosforo disponible, %	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
Sodio, %	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Grasa total, %	6,13	6,13	6,13	6,13	6,13	6,13	6,13

**Tabla 4.** Composición porcentual y valor nutritivo de las dietas experimentales empleadas en la etapa de Crecimiento (22 a 28 días).

Ingredientes (%)	Tratamientos						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Maíz nacional	45,050	45,100	45,090	45,090	45,095	45,090	45,095
Arroz partido ½	20,198	20,198	20,198	20,198	20,190	20,198	20,190
Torta de soya 46%	23,400	23,400	23,400	23,410	23,410	23,410	23,410
Soya integral extrusada	5,688	5,688	5,690	5,688	5,688	5,688	5,688
Aceite de palma	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Carbonato de calcio	0,570	0,570	0,570	0,570	0,570	0,570	0,570
Fosfato dicálcico	1,314	1,314	1,314	1,314	1,314	1,314	1,314
Sal común	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Bicarbonato de sodio	0,346	0,346	0,346	0,346	0,346	0,346	0,346
L-Lisina (HCL 99%)	0,234	0,234	0,234	0,234	0,234	0,234	0,234
DL-Metionina (99%)	0,318	0,318	0,318	0,318	0,318	0,318	0,318
L-Treonina (98.5%)	0,130	0,130	0,130	0,130	0,130	0,130	0,130
Hemoglobina bovina	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600
Sulfato de cobre	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
Colina	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Sulfato neomicina (APC)	0,060	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Coccidiostato (monensina)	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Ácido orgánico	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Butirato de sodio	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Fitasa	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Complejo enzimático (CE)	0,000	0,000	0,005	0,000	0,005	0,000	0,005
Antioxidante	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Adsorbente de micotoxinas	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Pigmentante amarillo	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Betaina HCL	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Secuestrante de micotoxinas	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Premezcla comercial	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Orégano polvo (OP)	0,000	0,000	0,000	0,050	0,050	0,100	0,100
<b>Valor nutricional (calculado)</b>							
EM, Kcal/kg	3095,00	3095,00	3095,00	3095,00	3095,00	3095,00	3095,00
Proteína cruda, %	20,20	20,20	20,20	20,20	20,20	20,20	20,20
Lisina, %	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
Metionina + cistina, %	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
Treonina, %	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69
Triptófano, %	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Calcio, %	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
Fosforo disponible, %	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Sodio, %	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
Grasa total, %	6,73	6,73	6,73	6,73	6,73	6,73	6,73

**Tabla 5.** Composición porcentual y valor nutritivo de las dietas experimentales empleadas en la etapa de Engorde (29 a 35 días).

Ingredientes (%)	Tratamientos						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Maíz nacional	56,997	57,065	57,060	57,064	57,060	57,064	57,054
Arroz partido ½	10,153	10,153	10,153	10,153	10,153	10,153	10,153
Torta de soya 46%	23,399	23,399	23,399	23,399	23,399	23,399	23,399
Soya integral extrusada	3,210	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200
Aceite de palma	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Carbonato de calcio	0,536	0,536	0,536	0,536	0,536	0,536	0,536
Fosfato dicálcico	1,214	1,214	1,214	1,214	1,214	1,214	1,214
Sal común	0,146	0,146	0,146	0,146	0,146	0,146	0,146
Bicarbonato de sodio	0,320	0,320	0,320	0,320	0,320	0,320	0,320
L-Lisina (HCL 99%)	0,242	0,242	0,242	0,242	0,242	0,242	0,242
DL-Metionina (99%)	0,256	0,256	0,256	0,256	0,256	0,256	0,256
L-Treonina (98.5%)	0,124	0,124	0,124	0,124	0,124	0,124	0,124
Hemoglobina bovina	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Sulfato de cobre	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
Colina	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Sulfato neomicina (APC)	0,060	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Cocciostato (monensina)	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Ácido orgánico	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Butirato de sodio	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Fitasa	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Complejo enzimático (CE)	0,000	0,000	0,005	0,000	0,005	0,000	0,005
Antioxidante	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Adsorbente de micotoxinas	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Pigmentante amarillo	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Betaina HCL	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Secuestrante de micotoxinas	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Premezcla comercial	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Orégano polvo (OP)	0,000	0,000	0,000	0,050	0,050	0,100	0,100
<b>Valor nutricional (calculado)</b>							
EM, Kcal/kg	3147,00	3147,00	3147,00	3147,00	3147,00	3147,00	3147,00
Proteína cruda, %	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Lisina, %	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03
Metionina + cistina, %	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Treonina, %	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71
Triptófano, %	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
Calcio, %	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Fosforo disponible, %	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Sodio, %	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Grasa total, %	7,80	7,80	7,80	7,80	7,80	7,80	7,80

**Tabla 6.** Composición porcentual y valor nutritivo de las dietas experimentales empleadas en la etapa de Acabado (36 a 42 días).

Ingredientes (%)	Tratamientos						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Maíz nacional	67,995	67,995	68,040	67,995	68,040	67,995	68,040
Torta de soya 46%	19,798	19,850	19,798	19,850	19,798	19,850	19,798
Soya integral extrusada	5,853	5,853	5,853	5,853	5,853	5,853	5,853
Aceite de palma	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Carbonato de calcio	0,840	0,840	0,840	0,840	0,840	0,840	0,840
Fosfato dicálcico	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100
Sal común	0,138	0,138	0,138	0,138	0,138	0,138	0,138
Bicarbonato de sodio	0,336	0,336	0,336	0,336	0,336	0,336	0,336
L-Lisina (HCL 99%)	0,256	0,256	0,256	0,256	0,256	0,256	0,256
DL-Metionina (99%)	0,270	0,270	0,270	0,270	0,270	0,270	0,270
L-Treonina (98.5%)	0,128	0,128	0,128	0,128	0,128	0,128	0,128
Hemoglobina bovina	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Sulfato de cobre	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Colina	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026
Sulfato neomicina (APC)	0,060	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Coccidiostato (monensina)	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Ácido orgánico	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Butirato de sodio	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026
Fitasa	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Complejo enzimático (CE)	0,000	0,000	0,005	0,000	0,005	0,000	0,005
Antioxidante	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Adsorbente de micotoxinas	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Pigmentante rojo	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Pigmentante amarillo	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Betaina HCL	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060
Premezcla comercial	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Orégano polvo (OP)	0,000	0,000	0,000	0,050	0,050	0,100	0,100
<b>Valor nutricional (calculado)</b>							
EM, Kcal/kg	3220,00	3220,00	3220,00	3220,00	3220,00	3220,00	3220,00
Proteína cruda, %	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00
Lisina, %	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Metionina + cistina, %	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Treonina, %	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Triptófano, %	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
Calcio, %	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Fosforo disponible, %	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
Sodio, %	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Grasa total, %	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00

## **2.5. Alimentación**

Las raciones para las diferentes etapas y tratamientos se prepararon en la granja con los insumos que fueron provistos por la planta procesadora de alimentos de la empresa, empleando una mezcladora horizontal de acero inoxidable, de 100 kilogramos de carga útil, la cual se limpió conforme se preparaba la ración de cada tratamiento. Los diferentes tratamientos variaron por la presencia del orégano, del complejo enzimático y del antibiótico promotor de crecimiento.

El orégano, se adquirió en el mercado mayorista de la ciudad de Chiclayo, departamento de Lambayeque y fue acondicionado (deshidratación y molienda) en el laboratorio de nutrición de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, se procedió a poner el orégano en una estufa a 60° por 24 horas y luego se molió en un molino de martillos con criba de 1 mm (Stelter *et al.*, 2013).

La incorporación de la mezcla se hizo en reemplazo de la misma proporción de maíz; debido a que la proporción es pequeña no se ocasionó desbalance nutricional; el complejo enzimático ROVABIO ADVANCE® (Adisseo, Francia) aportó xilanasas,  $\beta$ -glucanasas, enzimas desramificantes, celulasas, pectinasas, proteasas. El alimento se suministró para generar consumo *ad libitum*, pero suministrándolo en cantidades pesadas todos los días.

## **2.6. Sanidad**

A los 11 y 21 días de edad los pollos fueron vacunados con la vacuna ND CLON 30 para Newcastle por el método en agua de bebida.



## **2.7. Mediciones de los indicadores productivos**

### **2.7.1. Consumo de Alimento**

El control de consumo de alimento por fase (Pre inicio, Inicio, Crecimiento, Engorde y Acabado) se llevó a cabo sumando los repartos en la fase menos el residuo al final de esta, obteniéndose el promedio por cada repetición; siendo la unidad de medida en kilogramos (kg.) o gramos (gr.) (McDonald *et al.*, 2013).

### **2.7.2. Peso Vivo y Ganancia de Peso**

Los pesos de las aves fueron tomados el primer día, posteriormente el control de los pesos se llevó a cabo al finalizar cada fase (Pre inicio, Inicio, Crecimiento, Engorde y Acabado) de forma individual, la ganancia de peso por fase se obtuvo por diferencia entre el peso final y peso inicial de cada fase; siendo la unidad de medida en gramos (gr.) (Jang *et al.*, 2007).

### **2.7.3. Conversión Alimenticia**

La conversión alimenticia semanal se obtuvo de la relación consumo de alimento entre el incremento de peso vivo para cada una de las fases (Shiva *et al.*, 2012).

Para el cálculo de la conversión alimenticia (C.A) se emplearon las siguientes formulas:

$$\text{C.A. del período} = \frac{\text{Consumo de alimento del período}}{\text{Ganancia de peso del período}}$$

$$\text{C.A. total} = \frac{\text{Consumo de alimento total}}{\text{Peso vivo}}$$

## **2.7.4. Rendimiento de Carcasa y Percepción sensorial**

### **Rendimiento de Carcasa**

Los pollos fueron beneficiados a los 42 días de edad, seleccionándose 1 pollo por cada repetición, los cuales fueron puestos en ayuno durante 8 horas, para luego ser pesados y beneficiados.

Para la determinar el rendimiento de carcasa se consideró como tal al ave eviscerada sin cabeza y patas, registrándose los siguientes pesos: vivo y eviscerado; mediante la relación entre el peso de la carcasa sobre el peso vivo y al multiplicarlo por 100 se expresó en base porcentual (McDonald *et al.*, 2013).

### **Percepción sensorial**

Se realizó la evaluación sensorial aplicando la metodología de Santos *et al.* (2014), se utilizó muestras de carne sin hueso obtenidas de la pechuga; se cocinaron las pechugas a baño maría por 30 minutos, al agua se le agregó 5 g de sal, al terminar la cocción se sirvieron muestras de carne en platos desechables previamente codificados, seguidamente se procedió a la evaluación de los panelistas, después de evaluar los degustadores dispusieron de agua para enjuague de la boca entre muestra y muestra, no supieron de qué tratamiento procedían las muestras; empleando la metodología de análisis descriptivo-cualitativo descrita por Char *et al.* (2016), y Yoplac *et al.* (2017), la que se aplicó a un panel de 10 jueces semi-entrenados, empleando una pauta no estructurada de 0 a 15, donde se evaluó el olor, sabor y terneza. Las escalas usadas fueron: 0, muy mala, y 15, extremadamente buena. Se consideró la puntuación de 7.5 como media aceptable; según Yoplac *et al.* (2017), las unidades se consideran como adimensionales.

## **2.8. Mediciones de indicadores intestinales**

### **2.8.1. Altura de vellosidad**

Se trabajó con las muestras de mejor calidad y perpendiculares a la pared intestinal, siendo la unidad de medida en micrómetro ( $\mu\text{m}$ ).

### **2.8.2. Profundidad de cripta**

Se midieron las profundidades de criptas de las vellosidades seleccionadas para la medición de la altura de vellosidad; siendo la unidad de medida en micrómetro ( $\mu\text{m}$ ).

### **2.8.3. Relación entre altura de vellosidad y profundidad de cripta**

Resultó de la relación del promedio de la altura de vellosidad entre el promedio de la profundidad de cripta de cada lámina histológica.

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

Las determinaciones descritas en 2.8.1, 2.8.2 y 2.8.3 se realizaron con el siguiente protocolo:

#### **Muestreo intestinal, preparación de láminas y medición de la estructura intestinal**

El examen histológico se realizó en un ave por repetición en la tercera y sexta semana de la campaña, se extrajeron en forma aleatoria. Se tomó muestras de 3-4 cm de asa intestinal (duodeno) y se conservaron en formol al 10 % (Shiva *et al.*, 2012).

Luego se realizó la metodología de Zea (2011) en el que se procedió a retirar el fijador y lavar con agua por un tiempo de 12 horas, para luego realizar la deshidratación, que se llevó a cabo de la siguiente manera:

- Dos baños con alcohol de 70° por 1 hora cada uno.

- Dos baños con alcohol de 95° por 3 horas cada uno, hasta 21 horas con alcohol de 100° cambiándolo luego por alcohol-xilol, mezcla de ambas sustancias en proporciones iguales por media hora.
- Dos baños con xilol puro, de media hora cada uno, hasta que las muestras se vean transparentes.

Las muestras deshidratadas y aclaradas se incluyeron en parafina, las mismas que se mantuvieron semilíquidas en estufa a 60°C, se vertieron en moldes hasta su solidificación a medio ambiente; obteniéndose el molde de parafina, seguidamente con un micrótopo de rotación se realizaron los cortes de un espesor de 10 micras. Estos cortes se extendieron en gelatina, se colocaron en láminas portaobjetos y se llevaron a la plancha a secar por 24 horas.

Se finalizó con la tinción núcleo citoplasmática utilizando colorante de Hematoxilina y Eosina, en el siguiente orden:

1. Des-parafinado en xilol por 5 minutos.
2. Des-parafinado en alcohol por 5 minutos.
3. Des-parafinado en alcohol de 95° por 5 minutos.
4. Des-parafinado en alcohol de 70° por 5 minutos.
5. Des-parafinado en agua destilada por 5 minutos.
6. Coloreado con hematoxilina por 2 a 3 minutos.
7. Lavado con alcohol de 95° por 1 minuto.
8. Deshidratación en alcohol absoluto por 5 minutos.
9. Aclaración en xilol mediante 3 cambios por 5 minutos cada uno.
10. Montaje de la muestra en una laminilla con una gota de Bálsamo de Canadá.

Se realizó la medición de la estructura de la mucosa intestinal (altura de vellosidades y profundidad de criptas) en los cortes fijados en las láminas, cada lámina con 3 cortes.

De cada lámina fueron registradas 10 medidas para cada estructura. La captura de imágenes se realizó utilizando un microscopio óptico binocular de la marca Primo Star, con cámara fotográfica Carl Zeiss incorporada y conectado a un computador; la medición se realizó utilizando el software Zen 2012 de Carl Zeiss.

#### **2.8.4. Conteo de *Escherichia coli***

Se determinó el conteo de *E. coli* en cada una de las muestras diluidas, los tubos positivos fueron comparados en una tabla probabilística; los datos fueron expresados como número más probable por gramo de contenido intestinal (NMP/g).

La determinación descrita en 2.8.4 se realizó con el siguiente protocolo:

##### **Análisis microbiológico de *Escherichia coli***

En la tercera y sexta semana se colectó muestras del ciego en los pollos, se sacrificaron 4 pollos por tratamiento al azar para determinar la carga bacteriana de *Escherichia coli*.

La determinación de *E. coli* se llevó a cabo empleando el método del número más probable (NMP) en medio líquido, y según Espinoza (2009) el método consiste de una prueba presuntiva que proporciona una estimación *E. coli* y una confirmativa, para ello se pesó 10 g de excreta por cada repetición. Cada muestra se mezcló con agua peptonada tamponada al 0,1 %. Se realizaron diluciones decimales seriadas hasta 10<sup>-6</sup>. Se le agregó 1 mL de cada dilución a tubos de ensayo que contenían 9 mL de caldo lauryl sulfato y un tubo Durham invertido, los tubos se incubaron a 35 °C por 48 h. La prueba se consideró positiva por la presencia de gas en el interior de los tubos Durham después de su incubación.

Para la prueba confirmativa se seleccionaron los tubos positivos resultantes de la prueba anterior para inocular tubos que contenían 9 mL de caldo EC y un tubo Durham

invertido, se incubaron los tubos EC a 44,5 °C por 24 h. El NMP se determinó al llevar el número de tubos positivos presentes en cada dilución a una tabla probabilística.

## **2.9. Análisis estadístico**

En este estudio se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con estructura factorial 3 x 2. Los factores evaluados correspondieron a las proporciones de orégano en polvo con 3 niveles (0%; 0,05% y 0,1%) y al complejo enzimático con 2 niveles (0% y 0,005%), de esta combinación surgieron 6 tratamientos cada uno con 4 repeticiones. La unidad experimental correspondió a un corral (repetición) con 10 pollos. Se aplicó prueba de normalidad y homogeneidad de varianzas. Luego de verificar los supuestos se procedió a realizar un análisis de varianza (ANDEVA) asumiendo 5% de probabilidad de cometer error de tipo I.

Cuando hubo interacción significativa entre los factores se aplicó una prueba de comparaciones de medias de Tuckey ( $\alpha \leq 0,05$ ) entre tratamientos.

Cuando sólo hubo diferencias significativas en los niveles de al menos un factor, se realizó una prueba de comparación de medias de Tuckey ( $\alpha \leq 0,05$ ) entre los niveles de ese factor.

En este estudio, a la estructura factorial se adicionó un tratamiento testigo (Dieta con antibiótico promotor de crecimiento-APC- sin orégano y sin complejo enzimático). Los datos se evaluaron mediante un DCA con 7 tratamientos, realizándose un ANDEVA al 5% de significancia. Para aquellas variables en que se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos ( $p < 0,05$ ) se aplicó la prueba de comparación múltiple de Dunnet (testigo vs. el resto de tratamientos) a un nivel de significancia de 5%.

Los datos se analizaron estadísticamente mediante el programa Minitab 18.1.0, software estadístico de acceso libre para Windows, disponible en: <http://www.minitab.com>.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Índices Productivos

##### 3.1.1. Consumo de alimento

El análisis estadístico de los resultados indicó que no hubo diferencias significativas en ninguna de las fases productivas; sin embargo, se evidencia que numéricamente existe un mayor consumo de alimento por repetición en los efectos simples de la combinación de 0,05% de orégano en polvo y 0,005% de enzimas (Tabla 7).

**Tabla 7.** Análisis del efecto del uso de orégano en polvo y enzimas sobre el consumo de alimento acumulado y por fases.

% Orégano Polvo (A)	Consumo de alimento (kg.)					
	PI	I	C	E	A	Ac
0,00 (A1)	1,051	9,758	7,991	11,927	12,815	43,54
0,05 (A2)	1,082	10,014	8,007	11,873	12,811	43,82
0,10 (A3)	1,054	9,802	8,028	11,884	12,655	43,42
<b>% Enzima (B)</b>						
0,000 (B1)	1,052	9,709	8,000	11,872	12,705	40,36
0,005 (B2)	1,073	10,007	8,017	11,918	12,816	40,83
<b>% Interacción (AxB)</b>						
0,00 + 0,000	1,039	9,497	7,98	11,88	12,74	43,13
0,00 + 0,005	1,064	10,019	8,00	11,97	12,90	43,95
0,05 + 0,000	1,088	10,058	8,01	11,89	12,85	43,95
0,05 + 0,005	1,076	9,469	8,01	11,86	12,77	43,69
0,10 + 0,000	1,029	9,572	8,01	11,85	12,53	42,99
0,10 + 0,005	1,080	10,031	8,04	11,92	12,78	43,86
<b>Nivel de significancia</b>						
A	NS	NS	NS	NS	NS	NS
B	NS	NS	NS	NS	NS	NS
AxB	NS	NS	NS	NS	NS	NS

NS: No significativo.

S: Significativo para  $p < 0,05$ .

PI: Pre inicio; I: Inicio; C: Crecimiento; E: Engorde; A: Acabado; Ac: Acumulado.



Los resultados del análisis indican que no hubo diferencias significativas entre tratamientos, y que el tratamiento 4 (0,05 % OP + 0,000 % E) tuvo, en cifras, el mayor consumo de alimento seguidamente del tratamiento 7 (0,10 % OP+ 0,005 % E), como se puede apreciar en la Tabla 8.

**Tabla 8.** Análisis comparativo entre los tratamientos con diferentes porcentajes de orégano en polvo y enzimas, y el testigo (con APC) según el consumo de alimento, por fases y acumulado.

Tratamiento %	Consumo de alimento (kg.)					
	PI	I	C	E	A	Ac
T1 (Testigo con APC)	1,062	9,704	8,014	11,94	12,72	43,44
T2 (0,00 OP + 0,000 E)	1,039	9,497	7,98	11,88	12,74	43,13
T3 (0,00 OP + 0,005 E)	1,064	10,019	8,00	11,97	12,90	43,45
T4 (0,05 OP + 0,000 E)	1,088	10,058	8,01	11,89	12,85	43,95
T5 (0,05 OP + 0,005 E)	1,076	9,469	8,01	11,86	12,77	43,69
T6 (0,10 OP + 0,000 E)	1,029	9,572	8,01	11,85	12,53	42,99
T7 (0,10 OP+ 0,005 E)	1,080	10,031	8,04	11,92	12,78	43,86
<b>Nivel de significancia</b>						
T %	NS	NS	NS	NS	NS	NS

TI/ Testigo: con antibiótico promotor de crecimiento (APC), sin orégano en polvo y sin enzimas.

NS: No significativo.

S: Significativo para  $p < 0,05$ .

OP: Orégano polvo; E: Enzimas

PI: Pre inicio; I: Inicio; C: Crecimiento; E: Engorde; A: Acabado; Ac: Acumulado

### 3.1.2. Peso vivo

El análisis estadístico para el incremento de peso, evidenció diferencias significativas en la fase productiva de engorde, siendo 0,005% de enzimas quien demostró diferencia; en tanto que no se encontró diferencias significativas en las interacciones en el resto de las fases productivas; sin embargo, se evidencia que numéricamente el mayor peso (2905,6 gr.) se obtuvo de la combinación 0,05% de orégano en polvo y 0,005% de enzimas (Tabla 9).

**Tabla 9.** Análisis del efecto del uso de orégano en polvo y enzimas sobre el incremento de peso, por fases y acumulado.

% Orégano Polvo (A)	Incremento de peso (gr.)					
	PI	I	C	E	A	Ac
0,00 (A1)	88,6	664,6	667,6	711,5	684,6	2816,9
0,05 (A2)	88,3	682,4	689,9	694,3	706,8	2861,7
0,10 (A3)	88,4	664,4	684,9	749,8	653,5	2842,5
<b>% Enzimas (B)</b>						
0,000(B1)	87,4	661,8	642,0	696,3 <sup>b</sup>	705,9	2793,4
0,005 (B2)	90,5	679,5	719,6	740,8 <sup>a</sup>	657,3	2887,3
<b>% Interacción (AxB)</b>						
0,00 + 0,000	87,5	647,8	629,0	681,3	706,0	2751,6
0,00 + 0,005	89,8	681,5	706,3	741,8	663,3	2882,7
0,05 + 0,000	88,3	687,8	632,8	683,8	725,0	2817,7
0,05 + 0,005	88,3	677,0	747,0	704,8	688,5	2905,6
0,10 + 0,000	86,5	649,8	664,3	723,8	686,80	2811,2
0,10 + 0,005	92,3	680,0	705,5	775,8	620,3	2873,9
<b>Nivel de significancia</b>						
A	NS	NS	NS	NS	NS	NS
B	NS	NS	NS	S	NS	NS
AxB	NS	NS	NS	NS	NS	NS

<sup>ab/</sup> Valores con letras diferentes sobre los promedios en sentido vertical indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ), para cada factor.

NS: No significativo.

S: Significativo para  $p < 0,05$ .

PI: Pre inicio; I: Inicio; C: Crecimiento; E: Engorde; A: Acabado; Ac: Acumulado.

Los resultados para incremento de peso mostraron que no hubo diferencias significativas entre tratamientos; sin embargo, en la fase de inicio se observó diferencias (Tabla 10); siendo el T4 (0,05 % OP + 0,000 % E) quien obtuvo valores favorables en comparación con el testigo (dieta con APC); en tanto que el T2 (0,00 % OP + 0,000 % E) mostró el resultado más bajo.

**Tabla 10.** Análisis comparativo entre los tratamientos con diferentes porcentajes de orégano en polvo y enzimas, y el testigo (con APC) según el incremento de peso, por fases y acumulado.

Tratamiento %	Incremento de peso (gr.)					
	PI	I	C	E	A	Ac
T1 (Testigo con APC)	91,0	672,3	672,3	713,0	692,3	2848,7
T2 (0,00 OP + 0,000 E)	87,5	647,8*	629,0	681,3	706,0	2751,6
T3 (0,00 OP + 0,005 E)	89,8	681,5*	706,3	741,8	663,3	2882,7
T4 (0,05 OP + 0,000 E)	88,3	687,8*	632,8	683,8	725,0	2817,7
T5 (0,05 OP + 0,005 E)	88,3	677,0*	747,0	704,8	688,5	2905,6
T6 (0,10 OP + 0,000 E)	86,5	649,8*	664,3	723,8	686,80	2811,2
T7 (0,10 OP+ 0,005 E)	92,3	680,0*	705,5	775,8	620,3	2873,9
<b>Nivel de significancia</b>						
T %	NS	S	NS	NS	NS	NS

TI/ Testigo: con antibiótico promotor de crecimiento (APC), sin orégano en polvo y sin enzimas.

\*/ Indica los tratamientos estadísticamente diferentes al testigo, según la prueba de Dunnet (P<0,05).

NS: No significativo.

S: Significativo para p<0,05.

OP: Orégano polvo; E: Enzimas

PI: Pre inicio; I: Inicio; C: Crecimiento; E: Engorde; A: Acabado; Ac: Acumulado

### 3.1.3. Conversión alimenticia

El análisis estadístico para conversión alimenticia mostró que las diferencias en la interacción de factores para cada una de las fases productivas, no alcanzó significación estadística; sin embargo, 0,10 % de orégano en polvo mostró diferencia estadística significativa en la fase de Pre inicio; del mismo modo, la fase de crecimiento mostró diferencias con 0,005% de enzimas (Tabla 11).

En el valor acumulado, la mayor eficiencia en la utilización de alimento para incrementar peso vivo fue exhibida por 0,10 % de orégano en polvo.

**Tabla 11.** Análisis del efecto del uso de orégano en polvo y enzimas sobre la conversión alimenticia, por fases y acumulado.

% Orégano Polvo (A)	Conversión Alimenticia					
	PI	I	C	E	A	Ac
0,00 (A1)	1,186 <sup>b</sup>	1,468	1,561	1,873	2,117	1,722
0,05 (A2)	1,227 <sup>a</sup>	1,464	1,529	1,920	2,317	1,743
0,10 (A3)	1,181 <sup>b</sup>	1,474	1,490	1,762	2,454	1,723
<b>% Enzimas (B)</b>						
0,000(B1)	1,205	1,467	1,600 <sup>a</sup>	1,899	2,026	1,727
0,005 (B2)	1,191	1,471	1,454 <sup>b</sup>	1,804	2,567	1,733
<b>Interacción (AxB)</b>						
0,00 + 0,000	1,190	1,465	1,630	1,922	2,038	1,737
0,00 + 0,005	1,181	1,470	1,492	1,824	2,197	1,707
0,05 + 0,000	1,232	1,463	1,630	1,956	1,998	1,741
0,05 + 0,005	1,222	1,466	1,428	1,885	2,637	1,746
0,10 + 0,000	1,192	1,474	1,540	1,820	2,041	1,702
0,10 + 0,005	1,171	1,475	1,440	1,704	2,867	1,745
<b>Nivel de significancia</b>						
A	S	NS	NS	NS	NS	NS
B	NS	NS	S	NS	NS	NS
AxB	NS	NS	NS	NS	NS	NS

<sup>ab</sup>/ Valores con letras diferentes sobre los promedios en sentido vertical indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ), para cada factor.

NS: No significativo.

S: Significativo para  $p < 0,05$ .

PI: Pre inicio; I: Inicio; C: Crecimiento; E: Engorde; A: Acabado; Ac: Acumulado.

Los resultados obtenidos en la conversión alimenticia de cada una de las fases productivas, así como con el valor acumulado, no mostraron significación estadística; sin embargo, en la Tabla 12 se muestra que la mejor conversión alimenticia se evidenció con el T6 (0,10 % OP + 0,000 % E) en comparación con el testigo (dieta con APC).

**Tabla 12.** Análisis comparativo entre los tratamientos con diferentes porcentajes de orégano en polvo y enzimas, y el testigo (con APC) según la conversión alimenticia, por fases y acumulado.

Tratamiento %	Conversión Alimenticia					
	PI	I	C	E	A	Ac
T1 (Testigo con APC)	1,169	1,488	1,694	1,894	2,680	1,820
T2 (0,00 OP + 0,000 E)	1,190	1,465	1,630	1,922	2,038	1,737
T3 (0,00 OP + 0,005 E)	1,181	1,470	1,492	1,824	2,197	1,707
T4 (0,05 OP + 0,000 E)	1,232	1,463	1,630	1,956	1,998	1,741
T5 (0,05 OP + 0,005 E)	1,222	1,466	1,428	1,885	2,637	1,746
T6 (0,10 OP + 0,000 E)	1,192	1,474	1,540	1,820	2,041	1,702
T7 (0,10 OP+ 0,005 E)	1,171	1,475	1,440	1,704	2,867	1,745
<b>Nivel de significancia</b>						
T %	NS	NS	NS	NS	NS	NS

T1/ Testigo: con antibiótico promotor de crecimiento (APC), sin orégano en polvo y sin enzimas.

NS: No significativo.

S: Significativo para  $p < 0,05$ .

OP: Orégano polvo; E: Enzimas

PI: Pre inicio; I: Inicio; C: Crecimiento; E: Engorde; A: Acabado; Ac: Acumulado

### 3.1.4. Rendimiento de carcasa y percepción sensorial

Los resultados del análisis estadístico para el parámetro peso de carcasa (gr.), indicaron que no hubo diferencia estadística significativa; sin embargo, el rendimiento de carcasa (%) obtuvo diferencias significativas con los efectos principales de 0,05% y 0,10% de orégano en polvo, y 0,05% de enzimas, no obstante se puede observar (tabla 13) que la interacción 0,10% de orégano en polvo + 0,005% de enzimas presenta el mejor rendimiento de carcasa (71,4%).

Los resultados de percepción sensorial para olor y sabor indicaron que no hubo diferencias estadísticas significativas; sin embargo, los efectos simples de la interacción 0,05% de orégano en polvo + 0,005% de enzimas mostraron diferencias significativas para ternura.

**Tabla 13.** Análisis del efecto del uso de orégano en polvo y enzimas sobre el rendimiento de carcasa y la percepción sensorial.

% Orégano Polvo (A)	Carcasa		Percepción sensorial		
	Peso (gr.)	Rendimiento (%)	Olor	Sabor	Terneza
0,00 (A1)	1962,4	67,39 <sup>b</sup>	8,26	7,70	8,83
0,05 (A2)	2056,0	70,30 <sup>a</sup>	8,11	8,07	9,38
0,10 (A3)	2047,3	70,72 <sup>a</sup>	8,45	8,02	9,14
<b>% Enzima (B)</b>					
0,000(B1)	1985,8	68,59 <sup>b</sup>	8,07	8,06	8,51 <sup>b</sup>
0,005 (B2)	2058,3	70,36 <sup>a</sup>	8,47	7,79	9,72 <sup>a</sup>
<b>Interacción (AxB)</b>					
0,00 + 0,000	1943,3	66,1	7,75	7,33	7,84 <sup>c</sup>
0,00 + 0,005	1982,5	68,7	8,76	8,06	9,82 <sup>ab</sup>
0,05 + 0,000	1977,0	69,6	7,98	8,61	8,28 <sup>bc</sup>
0,05 + 0,005	2135,0	71,0	8,24	7,52	10,47 <sup>a</sup>
0,10 + 0,000	2037,0	70,1	8,48	8,25	9,40 <sup>abc</sup>
0,10 + 0,005	2057,5	71,4	8,41	7,78	8,87 <sup>abc</sup>
<b>Nivel de significancia</b>					
A	NS	S	NS	NS	NS
B	NS	S	NS	NS	S
AxB	NS	NS	NS	NS	S

<sup>ab/</sup> Valores con letras diferentes sobre los promedios en sentido vertical indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ), para cada factor.

NS: No significativo.

S: Significativo para  $p < 0,05$ .

Los resultados indicados en la Tabla 14 evidencian que no hubo diferencias significativas entre tratamientos en el peso de carcasa (gr.); sin embargo, el rendimiento de carcasa (%) indicó diferencias significativas; siendo el T7 (0,10 % OP+ 0,005 % E) el que obtuvo valores favorables, en comparación con el T1. También se puede observar que en la percepción sensorial no hubo diferencias significativas entre tratamientos en el olor y sabor; no obstante, cuando se evaluó la terneza el T5 (0,05 % OP + 0,005 % E) se encontró diferencia significativa.

**Tabla 14.** Análisis comparativo entre los tratamientos con diferentes porcentajes de orégano en polvo y enzimas, y el testigo (con APC) según el rendimiento de carcasa y la percepción sensorial.

Tratamiento (%)	Carcasa		Percepción		
	Peso (gr.)	Rendimiento (%)	Olor	Sabor	Terneza
T1 (Testigo con APC)	1992,0	67,7	8,39	8,46	8,89
T2 (0,00 OP + 0,000 E)	1943,3	66,1*	7,75	7,33	7,84
T3 (0,00 OP + 0,005 E)	1982,5	68,7	8,76	8,06	9,82
T4 (0,05 OP + 0,000 E)	1977,0	69,6*	7,98	8,61	8,28
T5 (0,05 OP + 0,005 E)	2135,0	71,0*	8,24	7,52	10,47*
T6 (0,10 OP + 0,000 E)	2037,0	70,1*	8,48	8,25	9,4
T7 (0,10 OP+ 0,005 E)	2057,5	71,4*	8,41	7,78	8,87
<b>Nivel de significancia</b>					
T %	NS	S	NS	NS	S

T1/ Testigo: con antibiótico promotor de crecimiento (APC), sin orégano en polvo y sin enzimas.

\*/ Indica los tratamientos estadísticamente diferentes al testigo, según la prueba de Dunnet (P<0,05).

NS: No significativo.

S: Significativo para p<0,05.

OP: Orégano polvo; E: Enzimas

### 3.2. Índices Intestinales

#### 3.2.1. Vellosidades y criptas de Lieberkühn

El análisis indicó que las diferencias entre las interacciones no fueron significativas para altura de vellosidades a los 21 días; no obstante, el efecto principal de 0,05% de orégano en polvo mostró diferencias significativas; por otro lado, se observó diferencias significativas a los 42 días con la interacción 0,05 % de orégano en polvo + 0,005 % (Tabla 15).

Los resultados de profundidad de criptas a los 21 días indicaron diferencias estadísticas significativas, siendo la interacción 0,00 % de orégano en polvo + 0,005 % de enzimas quien mostró resultados favorables; sin embargo, no se obtuvieron diferencias a los 42 días; numéricamente la menor profundidad de cripta se obtuvo con 0,10 % de orégano en polvo + 0,000 de enzimas (Tabla 15).

La relación altura de vellosidad / profundidad de criptas a los 21 días indicó diferencias entre interacciones, obteniéndose mejores resultados con 0,00 % de orégano en polvo + 0,005 % de enzimas; sin embargo, no ocurrió lo mismo a los 42 días, donde se encontró resultados favorables con la dieta sin orégano y sin enzimas.

**Tabla 15.** Análisis del efecto del uso de orégano en polvo y enzimas sobre la altura de vellosidad, profundidad de cripta y la relación A / P a los 21 y 42 días (d).

% Orégano Polvo (A)	Altura Vellosidad (A)		Profundidad Cripta (P)		Relación A / P	
	21d	42d	21d	42d	21d	42d
0,00 (A1)	615,6 <sup>a</sup>	540,1	99,0	87,1 <sup>b</sup>	6,68 <sup>a</sup>	6,96
0,05 (A2)	549,7 <sup>a</sup>	498,6	98,2	100,5 <sup>a</sup>	6,19 <sup>b</sup>	5,75
0,10 (A3)	506,1 <sup>b</sup>	497,4	97,9	86,3 <sup>b</sup>	5,49 <sup>c</sup>	5,87
<b>%Enzima (B)</b>						
0,000(B1)	573,1	510,6	101,8 <sup>a</sup>	86,9 <sup>b</sup>	5,86 <sup>b</sup>	6,42
0,005 (B2)	585,7	513,4	94,9 <sup>b</sup>	95,8 <sup>a</sup>	6,38 <sup>a</sup>	5,96
<b>Interacción (AxB)</b>						
0,00 + 0,000	597,8	585,6 <sup>a</sup>	110,9 <sup>a</sup>	86,8	5,85 <sup>bc</sup>	7,92 <sup>a</sup>
0,00 + 0,005	633,5	494,5 <sup>ab</sup>	87,1 <sup>b</sup>	87,4	7,51 <sup>a</sup>	5,99 <sup>ab</sup>
0,05 + 0,000	557,3	437,7 <sup>b</sup>	96,4 <sup>ab</sup>	88,7	5,95 <sup>bc</sup>	5,17 <sup>b</sup>
0,05 + 0,005	632,1	559,5 <sup>a</sup>	100,0 <sup>a</sup>	112,4	6,43 <sup>ab</sup>	6,33 <sup>ab</sup>
0,10 + 0,000	520,7	508,6 <sup>ab</sup>	98,0 <sup>ab</sup>	85,1	5,76 <sup>bc</sup>	6,19 <sup>ab</sup>
0,10 + 0,005	491,6	486,2 <sup>ab</sup>	97,7 <sup>ab</sup>	87,5	5,27 <sup>c</sup>	5,55 <sup>ab</sup>
<b>Nivel de significancia</b>						
A	S	NS	NS	S	S	NS
B	NS	NS	S	S	S	NS
AxB	NS	S	S	NS	S	S

<sup>ab/</sup> Valores con letras diferentes sobre los promedios en sentido vertical indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ), para cada factor.

NS: No significativo.

S: Significativo para  $p < 0,05$ .

El análisis comparativo para los indicadores intestinales muestra diferencias estadísticas significativas, en la altura de vellosidad tanto a los 21 días como a los 42 días; observándose la influencia positiva del T5 (0,05 % OP + 0,005 % E) en comparación con el T1; del mismo modo ocurrió en profundidad de criptas, donde se apreció cifras favorables con el T3 (0,00 % OP + 0,005 % E) a los 21; sin embargo,



se encontró mejores resultados con el T1 a los 42 días; por otro lado, la relación altura de vellosidad / profundidad de cripta indica un efecto positivo con el T3 (0,00 % OP + 0,005 % E) a los 21 días; no obstante se observa resultados favorables con el T2 (0,00 % OP + 0,000 % E) a los 42 días (Tabla 16).

**Tabla 16,** Análisis comparativo entre los tratamientos con diferentes porcentajes de orégano en polvo y enzimas, y el testigo (con APC) según la altura de vellosidad, profundidad de cripta y la relación A / P a los 21 y 42 días (d).

Tratamiento (%)	Altura Vellosidad (A)		Profundidad Cripta (P)		Relación A / P	
	21d	42d	21d	42d	21d	42d
T1 (Testigo con APC)	472,4	425,6	105,5	84,2	4,56	5,49
T2 (0,00 OP + 0,000 E)	597,8*	585,6*	110,9	86,8	5,85*	7,92*
T3 (0,00 OP + 0,005 E)	633,5*	494,5	87,1*	87,4	7,51*	5,99
T4 (0,05 OP + 0,000 E)	557,3*	437,7	96,4	88,7	5,95*	5,17
T5 (0,05 OP + 0,005 E)	632,1*	559,5*	100,0	112,4*	6,43*	6,33
T6 (0,10 OP + 0,000 E)	520,7	508,6	98,0	85,1	5,76*	6,19
T7 (0,10 OP+ 0,005 E)	491,6	486,2	97,7	87,5	5,27	5,55
<b>Nivel de significancia</b>						
T %	S	S	S	S	S	S

T1/ Testigo: con antibiótico promotor de crecimiento (APC), sin orégano en polvo y sin enzimas.

\*/ Indica los tratamientos estadísticamente diferentes al testigo, según la prueba de Dunnet (P<0,05).

NS: No significativo.

S: Significativo para p<0,05.

OP: Orégano polvo; E: Enzimas

### 3.2.2. Conteo de bacterias en el ciego

Los resultados de *E. coli* (log NMP/g) a los 21 días no alcanzaron significación estadística; sin embargo, las interacciones de 0,10% de orégano en polvo + 0,005% de enzimas mostraron los mejores valores; por otro lado, a los 42 días se encontraron diferencias significativas con 0,10 % de orégano, numéricamente se obtuvo el menor recuento de *E. coli* con 0,10 % de orégano en polvo + 0,000 % de enzimas (Tabla 17).

**Tabla 17.** Análisis del efecto del uso de orégano en polvo y enzimas sobre el conteo de *E. coli* a los 21 y 42 días (d).

% Orégano Polvo (A)	<i>E. coli</i> (log NMP/g)	
	21 días	42 días
0,00 (A1)	4,9400	6,2522 <sup>a</sup>
0,05 (A2)	4,9547	6,3420 <sup>a</sup>
0,10 (A3)	4,8275	5,9967 <sup>b</sup>
<b>% Enzima (B)</b>		
0,000(B1)	4,8875	6,0941 <sup>b</sup>
0,005 (B2)	4,9273	6,2999 <sup>a</sup>
<b>Interacción (AxB)</b>		
0,00 + 0,000	4,9005	6,2282
0,00 + 0,005	4,9796	6,2763
0,05 + 0,000	4,8188	6,1883
0,05 + 0,005	5,0907	6,4957
0,10 + 0,000	4,9433	5,8658
0,10 + 0,005	4,7118	6,1277
<b>Nivel de significancia</b>		
A	NS	S
B	NS	S
AxB	NS	NS

<sup>ab</sup>/ Valores con letras diferentes sobre los promedios en sentido vertical indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ), para cada factor.

NS: No significativo.

S: Significativo para  $p < 0,05$ .

Al realizar el análisis comparativo con el tratamiento testigo con APC (Tabla 18) se observó el menor recuento de *E. coli* con el T7 (0,10 % de orégano en polvo + 0,005 % de enzimas) a los 21 días; y a los 42 días el T1 mostró que fue inferior al resto de tratamientos; sin embargo, el T6 (0,10 % OP + 0,000 % E) también obtuvo resultados favorables.

**Tabla 18.** Análisis comparativo entre los tratamientos con diferentes porcentajes de orégano en polvo y enzimas, y el testigo (con APC) según el conteo de *E. coli* a los 21 y 42 días (d).

Tratamiento (%)	<i>E. coli</i> (log NMP/g)	
	21 días	42 días
T1 (Testigo con APC)	5,1300	5,2800
T2 (0,00 OP + 0,000 E)	4,9005	6,2282*
T3 (0,00 OP + 0,005 E)	4,9796	6,2763*
T4 (0,05 OP + 0,000 E)	4,8188	6,1883*
T5 (0,05 OP + 0,005 E)	5,0907	6,4957*
T6 (0,10 OP + 0,000 E)	4,9433	5,8658*
T7 (0,10 OP+ 0,005 E)	4,7118	6,1277*
<b>Nivel de significancia</b>		
T %	NS	S

T1/ Testigo: con antibiótico promotor de crecimiento (APC), sin orégano en polvo y sin enzimas.

\*/ Indica los tratamientos estadísticamente diferentes al testigo, según la prueba de Dunnet (P<0,05).

NS: No significativo.

S: Significativo para p<0,05.

OP: Orégano polvo; E: Enzimas

## IV. DISCUSIÓN

### 4.1. Índices Productivos

#### 4.1.1. Consumo de alimento

Los resultados muestran que los valores de consumo total de alimento por repetición de los grupos que recibieron las dietas que contenían orégano (T4) y la combinación orégano-complejo enzimático (T5 y T7) fueron numéricamente mayores que los grupos alimentados con dietas sin APC (T2) y con APC (T1). Estos resultados coincidieron con el reporte de Basmacioğlu Malayoğlu *et al.* (2010), quienes encontraron que la combinación de aceite esencial de un fitogénico con complejo enzimático tiene un efecto numéricamente positivo en el consumo de alimento; probablemente debido a que los fitogénicos contienen terpenoles que influyen en el olor y sabor del concentrado, que en proporciones bajas mejoran la aceptabilidad y la palatabilidad del alimento (Windisch *et al.*, 2008; Grashorn, 2010). Resultados con tendencia similar reportaron Ri *et al.* (2017), quienes emplearon orégano en polvo 150 mg/kg de alimento en pollos de engorde; asimismo, Bampidis *et al.* (2005), obtuvieron mejores resultados en pavos con hojas de orégano seco. En general, se encuentra que el consumo de alimento aumenta linealmente con el contenido de orégano en la dieta (Hernández *et al.*, 2004).

Los valores para consumo de alimento no fueron afectados significativamente ( $P > 0,005$ ) probablemente debido a la posible interacción de los diferentes componentes de la ración alimenticia en relación con el consumo; como es el caso del plasma sanguíneo y de la hemoglobina, en los que se ha determinado efecto positivo sobre el consumo de alimento, pudiendo haber neutralizado el efecto que se podía haber esperado de los suplementos evaluados en este ensayo. Por lo tanto, se podría

mejorar el consumo de dietas con orégano al incluir insumos alimenticios de mayor palatabilidad para las aves.

#### **4.1.2. Peso vivo**

El incremento peso acumulado de los pollos no mostró diferencia estadística significativa entre los grupos; sin embargo, se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos en la fase productiva de Inicio ( $P \leq 0.05$ ), estos valores guardan relación con los ensayos publicados por Basmacioğlu Malayoğlu *et al.* (2010); quienes al combinar aceite esencial de tomillo con complejo enzimático obtuvieron diferencias estadísticas significativas en el peso final a los 21 días de edad. Diaz *et al.* (2015) indican que los mejores incrementos de peso se sustentan en la mejor digestión, absorción y utilización anabólica de los nutrientes; lo que se observó en los tratamientos 5 (0,05% orégano y 0,005% complejo enzimático) y 7 (0,1% orégano y 0,005% complejo enzimático) que lograron los mejores incrementos de peso. Estos resultados guardan relación con lo reportado por Ri *et al.* (2017), sin embargo, Tiihonen *et al.* (2010) obtuvieron mayores ganancias de peso a los 42 días empleando aceites esenciales a base timol.

En otros estudios, Cross *et al.* (2003) obtuvieron mejores resultados al día 42 cuando usaron una combinación de aceite esencial de tomillo con complejo enzimático; y según autores como Stelter *et al.* (2013) y Giannenas *et al.* (2005) mencionan que este efecto favorable probablemente se debe a que los fitogénicos permiten una mayor secreción enzimática digestiva y en conjunto con el complejo enzimático potencian la capacidad para digerir el alimento y absorber nutrientes, en tanto que Skoufos *et al.* (2016) hallaron mejores resultados al usar aceite esencial de orégano y un aluminosilicato, debido a su aporte de componentes antibacterianos, como fuente ligante de toxinas y como agente antidiarreico. Este resultado evidencia la importancia

del uso de fitogénicos y enzimas exógenas en las dietas de aves como una ruta más directa en condiciones prácticas.

#### **4.1.3. Conversión alimenticia**

La conversión alimenticia refleja la eficiencia de utilización de alimento para mejorar el índice productivo, principalmente incremento de peso; así, si una unidad de peso vivo incrementado se logra con menor cantidad de alimento, se obtendrá mayor eficiencia, por lo que valores bajos de conversión alimenticia son preferibles (McDonald *et al.*, 2013). En el experimento no se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos en ninguna de las fases; sin embargo, los tratamientos que contenían orégano y complejos enzimáticos reflejaron mejor conversión de forma numérica, estos resultados concuerdan con Karimi *et al.* (2010) quienes no obtuvieron diferencias significativas entre dietas con antibiótico y dietas con diferentes niveles de orégano, asimismo Ri *et al.* (2017) reportaron que no hallaron diferencias entre animales tratados con antibióticos, sin antibióticos y con orégano, sin embargo, encontraron diferencias numéricas. No se observó un efecto significativo en las dietas que contenían complejo enzimático, esto se debería a que la dietas fueron elaboradas a base de maíz y soya; y de acuerdo con Dalólio *et al.* (2016) el maíz y la soya no tienen una gran contribución al aumento de la viscosidad de las dietas para animales con un tracto gastrointestinal en buenas condiciones fisiológicas. Por lo tanto, existe una mayor posibilidad de acción del complejo enzimático en dietas formuladas con alimentos no convencionales con mayor contenido de fibra y una mayor presencia de factores antinutricionales (Montanhini Neto, 2013). El testigo positivo con APC no tuvo diferencia significativa y según Windisch *et al.* (2008) indican que los antibióticos suministrados de forma subterapéutica, en un medio ambiente con baja carga bacteriana, podrían tener un efecto perjudicial en las bacterias comensales

importantes para la digestión, obteniendo de ello, la disminución del crecimiento; también Karimi *et al.* (2010) mencionan que es posible que se necesite niveles más altos de orégano para aportar mayor porcentaje de carvacrol y provocar una respuesta positiva más fuerte de la hoja de orégano en las dietas de pollos de engorde.

Los resultados de la presente investigación muestran una mayor eficiencia de conversión alimenticia a los reportados por Fonseca *et al.* (2017) que obtuvieron índices entre 2,36 y 2,71 al utilizar aceite de orégano. Por el contrario, Ri *et al.* (2017) obtuvieron a los 42 días un índice de 1,68 y 1,69 al usar polvo de orégano, en tanto que Khattak *et al.* (2013) obtuvieron una conversión entre 1,825 y 2,035 alimentando a pollos con dietas que contenían una mezcla natural de aceites esenciales de albahaca, alcaravea, laurel, limón, orégano, salvia, té y tomillo. Con los resultados obtenidos en el ensayo, se podría afirmar que el incremento de orégano en combinación con una xilanasa en dietas de pollos mejora el índice de conversión alimenticia.

#### **4.1.4. Rendimiento de carcasa y percepción sensorial**

Los resultados de porcentaje de rendimiento de carcasa indican que la presencia de orégano y de complejo enzimático tuvieron un efecto positivo; siendo el grupo que combina 0,1% de orégano y 0,005% de complejo enzimático (T7) el que mostró mejores cifras en comparación con los otros grupos, lo que concuerda con Kirkpinar *et al.* (2014) quienes afirman que los principios contenidos en el orégano y los suplementos enzimáticos han mostrado cooperar en mayores procesos de síntesis de músculo, lo que podría explicar la tendencia positiva de mayor rendimiento de carcasa en los tratamientos con orégano. Ri *et al.* (2017) también encontraron una mayor tendencia en rendimientos de pechuga y muslo en pollos de carne que recibieron suplementación dietética de orégano, y según Park *et al.* (2015) consideran que la función promotora de crecimiento y antioxidante del orégano permite mejores

rendimientos de carcasa. Otros autores que realizaron ensayos con enzimas como Dalólio *et al.* (2016), reportaron que no se encontró diferencias significativas en el rendimiento de carcasa al utilizar dietas con complejos enzimáticos.

Se ha informado que muchas fuentes fitogénicas al reemplazar a los APC han mostrado resultados prometedores, no sólo como agentes antimicrobianos sino también en otros aspectos como su habilidad antioxidante y función en la respuesta inmune (Wong *et al.*, 2008; Zeng *et al.*, 2015). Ya se conoce de la actividad anti-microbiana de los polifenoles y su mecanismo molecular para controlar microbios; el extracto de orégano, como antioxidante natural, tiene una habilidad pronunciada para prevenir la oxidación de los lípidos, lo que contribuye en obtener carne de mejor calidad (Botsoglou *et al.*, 2003; Ben Arfa *et al.*, 2006).

En cuanto a percepción sensorial Kirkpınar *et al.* (2014) y Peng *et al.* (2016) reportaron valores que concuerdan con lo manifestado en la presente investigación, en el que el comportamiento apreciativo de los degustadores de la carne indicó mejor sabor y ternura de la carne de los animales que recibieron orégano y complejo enzimático, lo que permite inferir que su empleo mejoraría la percepción sensorial de los consumidores.

## **4.2. Índices Intestinales**

### **4.2.1. Vellosidades y criptas de Lieberkühn**

Shiva *et al.* (2012), mencionan que la mayor longitud de la vellosidad intestinal provee una mayor área de absorción a la vellosidad; y que además un aumento de la profundidad de las criptas podría ser consecuencia de un aumento en la descamación en la superficie de la vellosidad para generar una mayor renovación celular en la zona apical, por lo tanto, menor absorción y una mayor pérdida energética.



Dado que el intestino delgado es responsable de la digestión y absorción del alimento ingerido, se supone que su estructura está relacionada con su función (Mohiti-Asli & Ghanaatparast-Rashti, 2018). En esta investigación, a los 21 días se observaron las vellosidades más altas en los pollos alimentados con las dietas T3 (0,005%) y T5 (0,05% orégano y 0,005% complejo enzimático), que aquellos alimentados con las dietas T1 (control positivo) y T2 (control negativo); estos valores concuerdan con los hallazgos de Jamroz *et al.* (2006), quienes indicaron que la suplementación dietética de 100 mg/kg de un extracto de hierbas aromáticas que contenían carvacrol aumentaron significativamente las vellosidades a los 21 días, por otro lado Liu *et al.* (2012), informaron que la enzima xilanasa incluida en una dieta basada en trigo aumentó la altura de vellosidades; sin embargo, el T5 (0,05% orégano y 0,005% complejo enzimático) no obtuvo resultados favorables para profundidad de criptas y relación vellosidad / profundidad al día 21, este resultado es similar a lo reportado por Fonseca *et al.* (2017), quienes no encontraron un efecto significativo en la altura de las vellosidades intestinales de pollos alimentados con dietas que contenían aceite de orégano a los 21 días de edad; no obstante el T3 evidenció los mejores resultados para profundidad de criptas y relación vellosidad / profundidad, lo que coincide con Roberts *et al.*, (2015) quienes reportaron que las enzimas mejoran la profundidad de criptas y la relación vellosidad / profundidad; esto probablemente a que las enzimas exógenas disminuyen el número de bacterias al aumentar la tasa de digestión y limitar el sustrato disponible para la micro biota (Basmacioğlu Malayoğlu *et al.*, 2010).

En el día 42 para la variable altura de vellosidad se observa un efecto positivo de los 2 (testigo negativo) y 5 (0,05% orégano y 0,005% complejo enzimático), resultados con tendencia similar reportaron Shiva *et al.* (2012), quienes emplearon aceite esencial de orégano y extracto de jengibre; así mismo, Skoufos *et al.* (2016),

reportaron que dietas con aceite de orégano generaron vellosidades más largas a los 42 días, por otro lado Petrolli *et al.* (2012), informaron que un extracto de hierbas aromáticas mejoró la altura de la vellosidad; sin embargo, la profundidad de la cripta y la relación vellosidad / cripta no se vieron afectadas, lo que indica que el uso de un extracto de hierbas en dietas para pollos de engorde promueve un rendimiento similar al del uso de antibióticos. La relación vellosidad / cripta fue favorable para el T2 (testigo negativo), debido a que probablemente no fue afectado con algún factor estresante por efecto de la aleatorización, lo que coincide con lo reportado por Khattak *et al.* (2013) quienes afirman que la estructura de la mucosa intestinal está influenciada por distintos factores estresantes que están presentes en la digesta y puede llevar a cambios bruscos en la mucosa intestinal, estos cambios en la morfología intestinal, se han asociado con la presencia de toxinas y una mayor renovación del tejido.

El efecto en la morfometría intestinal de las aves alimentadas con el T2 (testigo negativo) puede estar relacionada a las óptimas condiciones ambientales, las buenas prácticas de bioseguridad, y el riguroso control sanitario realizado en la granja, lo que disminuye el riesgo de contaminación por patógenos, dicha afirmación concuerda con Shiva *et al.* (2012) quienes reportan que los resultados de los grupos con aceite esencial de orégano y jengibre pueden haber estado influenciados por el bajo reto sanitario debido a las condiciones máximas de manejo y bioseguridad de la granja.

#### **4.2.2. Conteo de bacterias en el ciego**

Las aves de corral son susceptibles a patógenos, como *E. coli* y *Salmonella*, los microorganismos patógenos en el intestino delgado compiten con el huésped por los nutrientes y también pueden producir lesiones necróticas en la pared intestinal (Brisbin *et al.*, 2008; Mohiti-Asli & Ghanaatparast-Rashti, 2018). En el presente estudio, a los 21 días los recuentos de *E. coli* no se vieron afectados significativamente por los

tratamientos, pero los mejores valores se observaron en las aves alimentadas con orégano y complejo enzimático en comparación con aquellos que recibieron la dieta control, estos resultados coinciden con los hallazgos de Roofchae *et al.* (2011) quienes informaron un conteo más bajo de *E.coli* en los ciegos de pollos de engorde alimentados con 300 y 600 ppm de aceite esencial de orégano; así mismo, Vukić-Vranješ *et al.* (2013) indicaron que la inclusión de un fitogénico en dietas de pollos a los 21 días disminuyó la concentración de *E. coli* en el ciego; por otro lado Cross *et al.* (2007) informaron que no encontraron diferencias significativas al emplear aceite esencial de orégano en dietas de pollos a los 28 días; probablemente a que en los primeros días el ave posee una microbiota intestinal comensal que funciona como defensa, lo que conlleva a una baja concentración de patógenos (Cetin *et al.*, 2016); también se podría afirmar que la sinergia de los compuestos de la hoja de orégano redujeron la carga de *E. coli* (Jamroz *et al.*, 2006), siendo los principales compuestos del orégano el carvacrol y timol, los cuales alteran la estructura lipídica de la membrana celular, haciéndola permeable a los iones y conduciendo a la inhibición de la actividad enzimática y metabólica, seguida de la muerte celular (Teixeira *et al.*, 2013, Mohiti-Asli & Ghanaatparast-Rashti, 2018), lo que concuerda con la investigación de Hashemipour *et al.* (2013), quienes informaron que el recuento de *E. coli* disminuyó al emplear carvacrol y timol.

A los 42 días se observó el menor recuento de *E. coli* en el grupo de aves alimentadas con el tratamiento 1 (control positivo APC), probablemente debido a que la Neomicina (APC) tiene una acción bactericida más efectiva en bacterias Gram negativas (Abudabos, 2012); una tendencia similar reportó Jang *et al.* (2013) quienes encontraron un menor recuento de *E. coli* al usar un APC en comparación con el aceite

esencial de orégano, por otro lado Ghazanfari *et al.* (2015) no encontró diferencias significativas entre dietas con APC y aceite esencial de culantro.

Autores como Lambert (2001); Burt (2004) y Diaz *et al.* (2015) indicaron que los organismos gram positivos generalmente son más sensibles a hierbas aromáticas que los organismos gram negativos; sin embargo, Hashemi *et al.* (2010) reportaron que el aceite esencial de orégano en forma *in vitro* ejerció un efecto antibacteriano contra la cepa de *E. coli* de origen avícola, del mismo modo Ben Arfa *et al.* (2006) informaron que el uso de compuestos fitogenéticos no afecta a la micro biota benéfica en el intestino, por el contrario, reduce los microorganismos dañinos en el intestino.

## V. CONCLUSIONES

Las diferencias en el consumo de alimento no alcanzaron significación estadística ( $P > 0,05$ ); sin embargo, con orégano se apreció una tendencia significativa, a mayor consumo.

Los incrementos de peso vivo no fueron deprimidos al eliminar el APC y reemplazarlo por el orégano y el complejo enzimático; indicando que puede dejar de utilizarse.

La eficiencia de utilización del alimento para incrementar el peso vivo fue mejorada por el orégano o por el complejo enzimático.

El empleo de la combinación de 0.1% de orégano y 0.005% del complejo enzimático mejoró significativamente ( $P \leq 0,05$ ) el rendimiento de carcasa.

El olor, sabor y terneza de la carne se mantuvieron por encima de la media aceptable; el orégano y el complejo enzimático mejoran la consistencia de la carne de la pechuga.

El epitelio interno del intestino delgado no se vió desafiado sanitariamente; mostrando una buena relación longitud de vellosidad / profundidad de criptas principalmente en los tratamientos que recibieron orégano y enzimas.

El NMP de *E. coli* fue menor en el muestreo a los 21 días que a los 42 días de edad, lo que indicaría menor capacidad de control de esta especie a mayor edad del pollo.

## VI. RECOMENDACIONES

1. Emplear orégano y enzimas exógenas por cuanto puede reemplazar al antibiótico promotor de crecimiento, siendo más eficiente la utilización del alimento para incrementar peso vivo.
2. Realizar estudios complementarios para determinar la efectividad de la hoja seca de orégano, especialmente en niveles más altos y con énfasis en otros criterios, como sus efectos sobre los parámetros del sistema inmune y la calidad de la carne bajo diferentes condiciones de desafío ambiental y sanitario.
3. Implementar análisis genómico de *E. coli* para determinar la presencia de cepas benéficas o patogénicas.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdel-Wareth, A. (2011). Effect of thyme, oregano and their major active components on performance and intestinal microbial populations of broilers. Thesis for the degree of Doctor of Agricultural Science. Faculty of Agriculture Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität. Bonn, Germany.
- Abudabos, A. M., Alyemni, A. H., Dafalla, Y. M., & Khan, R. U. (2018). The effect of phytogenics on growth traits, blood biochemical and intestinal histology in broiler chickens exposed to *Clostridium perfringens* challenge. *Journal of Applied Animal Research*, 46(1), 691-695. <https://doi.org/10.1080/09712119.2017.1383258>
- Abudabos, A. M. (2012). Effect of Primalac® or Enramycin supplementation on performance, intestinal morphology and microbiology of broilers under *Clostridium perfringens* challenge. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 10(3&4), 595-599.
- Cobb-Vantress. (2015). Suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde. Disponible en: <https://cobbstorage.blob.core.windows.net/guides/ee5706d0-5d14-11e8-9602-256ac3ce03b1>
- Bampidis, V. A., Christodoulou, V., Florou-Paneri, P., Christaki, E., Chatzopoulou, P. S., Tsiligianni, T., & Spais, A. B. (2005). Effect of dietary dried oregano leaves on growth performance, carcass characteristics and serum cholesterol of female early maturing turkeys. *British Poultry Science*, 46(5), 595-601.
- Basmacioğlu Malayoğlu, H., Baysal, Ş., Misirlioğlu, Z., Polat, M., Yilmaz, H., & Turan, N. (2010). Effects of oregano essential oil with or without feed enzymes on growth performance, digestive enzyme, nutrient digestibility, lipid metabolism and immune response of broilers fed on wheat–soybean meal diets. *British Poultry Science*, 51(1), 67-80. <https://doi.org/10.1080/00071660903573702>
- Ben Arfa, A., Combes, S., Preziosi-Belloy, L., Gontard, N., & Chalier, P. (2006). Antimicrobial activity of carvacrol related to its chemical structure. *Lett Appl Microbiol.* 43:149–154.
- Bengtsson, B., & Greko, C. (2014). Antibiotic resistance — consequences for animal health, welfare, and food production. *Upsala Journal of Medical Sciences* ISSN:, 119(2), 96–102. <https://doi.org/10.3109/03009734.2014.901445>
- Bedford, M. R. (2000). Exogenous enzymes in monogastric nutrition—their current value and future benefits. *Animal Feed Science and Technology*, 86(1), 1-13. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(00\)00155-3](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(00)00155-3)
- Botsoglou, N. A., Govaris, A., Botsoglou, E.N, Grigoropoulou, S.H., & Papageorgiou, G. (2003). Antioxidant activity of dietary oregano essential oil and alpha-tocopherol acetate supplementation in long-term frozen stored turkey meat. *J Agric Food Chem.* 51: 2930–2936.

- Brisbin, J. T., Gong, J., & Sharif, S. (2008). Interactions between commensal bacteria and the gut-associated immune system of the chicken. *Anim. Health Res. Rev.* 9: 101–110.
- Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International journal of food microbiology*, 94(3), 223-253.
- Char, C., Yoplac, I., & Escalona, V. H. (2016). Microbiological and Functional Quality of Ready-to-Eat Arugula as Treated by Combinations of UV-C and Nonconventional Modified Atmospheres. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(3). [https://doi: 10.1111/jfpp.12978](https://doi.org/10.1111/jfpp.12978)
- Cetin, E., Yibar, A., Yesilbag, D., Cetin, I., & Cengiz, S. S. (2016). The effect of volatile oil mixtures on the performance and ilio-caecal microflora of broiler chickens. *British poultry science*, 57(6), 780-787.
- Cowieson, A. J. (2010). Strategic selection of exogenous enzymes for corn/soy-based poultry diets. *The journal of poultry science*, 47(1), 1-7. <https://doi.org/10.2141/jpsa.009045>
- Cross, D. E., Svoboda, K., McDevitt, R. M., & Acamovic, T. (2003). The performance of chickens fed diets with and without thyme oil and enzymes. *British Poultry Science*, 44(S1), 18-19. <https://doi.org/10.1080/713655293>
- Cross, D. E., McDevitt, R. M., Hillman, K., & Acamovic, T. (2007). The effect of herbs and their associated essential oils on performance, dietary digestibility and gut microflora in chickens from 7 to 28 days of age. *British poultry science*, 48(4), 496-506.
- Dalólio, F. S., Moreira, J., Vaz, D. P., Albino, L. F. T., Valadares, L. R., PIRES, A. V., & PINHEIRO, S. R. F. (2016). Exogenous enzymes in diets for broilers. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 17(2), 149-161.
- Diaz, S., D'Souza, D., Biswas, B., & Hanning, I. (2015). Botanical alternatives to antibiotics for use in organic poultry production. *Poultry Science*, 94, 1419-1430. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pev014>
- Espinoza, Y., Hernández, M. J., Barrera Ch, T. V., & Obispo, N. E. (2009). Efecto de la alimentación animal sobre la calidad microbiológica de estiércoles usados como fertilizantes. *Zootecnia Tropical*, 27(2), 151-161.
- Fonseca-García, I., Escalera-Valente, F., Martínez-González, S., Carmona-Gasca, C. A., Gutiérrez-Arenas, D. A., & Ávila-Ramos, F. (2017). Effect of oregano oil dietary supplementation on production parameters, height of intestinal villi and the antioxidant capacity in the breast of broiler. *Austral journal of veterinary sciences*, 49(2), 83-89.
- Grashorn, M. (2010). Use of phytobiotics in broiler nutrition – an alternative to infeed antibiotics? *Journal of Animal and Feed Sciences*, 19: 338-347. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2014.06.001>



- Ghazanfari, S., Mohammadi, Z., & Adib Moradi, M. (2015). Effects of Coriander essential oil on the performance, blood characteristics, intestinal microbiota and histological of broilers. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 17(4), 419-426.
- Giannenas, I. A., Florou-Paneri, P., Botsoglou, N. A., Christaki, E., & Spais, A. B. (2005). Effect of supplementing feed with oregano and/or alpha-tocopheryl acetate on growth of broiler chickens and oxidative stability of meat. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 14(3), 521.
- Hashemipour, H., Kermanshahi, H., Golian, A., Raji, A. R., & Van Krimpen, M. M. (2013). Effect of thymol+ carvacrol by next enhance 150® on intestinal development of broiler chickens fed CMC containing diet. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 3.
- Hashemi, S. R., & Davoodi, H. (2010). Phytochemicals as new class of feed additive in poultry industry. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(17), 2295-2304. <https://doi.org/10.3923/javaa.2010.2295.2304>
- Hernández, F., Madrid, J., García, V., Orengo, J., & Megías, M. D. (2004). Influence of two plant extracts on broilers performance, digestibility, and digestive organ size. *Poult. Sci.* 83: 169- 174. <https://doi.org/10.1093/ps/83.2.169>
- Jamroz, D., Wertelecki, T., Houszka, M., & Kamel, C. (2006). Influence of diet type on the inclusion of plant origin active substances on morphological and histochemical characteristics of the stomach and jejunum walls in chicken. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* (Berl.) 90: 255–268.
- Jang, I. S., Ko, Y. H., Kang, S. Y., & Lee, S. Y. (2007). Effect of a commercial essential oil on growth performance, digestive enzyme activity and intestinal microflora population in broiler chickens. *Anim. Feed Sci. Technol.* 134: 304-315.
- Karimi, A., Yan, F., Coto, C., Park, J. H., Min, Y., Lu, C., ... & Waldroup, P. W. (2010). Effects of level and source of oregano leaf in starter diets for broiler chicks. *Journal of Applied Poultry Research*, 19(2), 137-145. <https://doi.org/10.3382/japr.2009-00088>
- Khattak, F., Pasha, T., Hayat, Z., & Mahmud., A. (2006). Enzymes in poultry nutrition. *J. Anim. Pl. Sci.*, 16(1-2): 1-7.
- Khattak, F., Ronchi, A., Castelli, P., & Sparks, N. (2013). Effects of natural blend of essential oil on growth performance, blood biochemistry, cecal morphology, and carcass quality of broiler chickens. *Poultry science*, 93(1), 132-137.
- Kirkpinar F, Unlu HB, Serdaroglu M, Turp GY. (2014). Effects of dietary oregano and garlic essential oils on carcass characteristics, meat composition, colour, pH and sensory quality of broiler meat. *Br Poult Sci.* 55:157–166

- Lambert, R. J. W., Skandamis, P. N., Coote, P. J., Nychas, G. J. E. (2001). A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. *J. Appl. Microbiol.* 91: 453 – 462.
- Liu, D., Guo, S., & Guo, Y. (2012). Xylanase supplementation to a wheat-based diet alleviated the intestinal mucosal barrier impairment of broiler chickens challenged by *Clostridium perfringens*. *Avian Pathology*, 41(3), 291-298.
- McDonald, Edwards, RA., Greenhalgh, JFD., Morgan, CA., Sinclair, LA., Wilkinson, RG. (2013). *Nutrición Animal*. Séptima Edición. Editorial Acribia. Zaragoza (España).
- Miladi H., T. Zmantar, Y. Chaabouni, K. Fedhila, A. Bakhrouf, K. Mahdouani, y K. Chaieb. (2016). Antibacterial and efflux pump inhibitors of thymol and carvacrol against food-borne pathogens. *Microbial Pathogenesis*, [https://doi: 10.1016/j.micpath.2016.08.008](https://doi.org/10.1016/j.micpath.2016.08.008).
- Mohiti-Asli, M., & Ghanaatparast-Rashti, M. (2018). Comparing the effects of a combined phytogetic feed additive with an individual essential oil of oregano on intestinal morphology and microflora in broilers. *Journal of Applied Animal Research*, 46(1), 184-189. <https://doi.org/10.1080/09712119.2017.1284074>
- Montanhini Neto, R., Ceccantini, M. L., & Fernandes, J. I. M. (2013). Immune response of broilers fed conventional and alternative diets containing multi-enzyme complex. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 15(3), 223-231.
- Nian, F., Guo, Y. M., Ru, Y. J., Li, F. D., & Péron, A. (2011). Effect of exogenous xylanase supplementation on the performance, net energy and gut microflora of broiler chickens fed wheat-based diets. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 24(3), 400-406. <https://doi.org/10.5713 / ajas.2011.10273>
- Park JH, Kang SN, Shin D, Shim KS. 2015. Antioxidant enzyme activity and meat quality of meat type ducks fed with dried oregano (*Origanum vulgare* L.) powder. *AsianAustralas J Anim Sci*. 28:79–85.
- Petrolli, T. G., Albino, L. F. T., Rostagno, H. S., Gomes, P. C., Tavernari, F. D. C., & Balbino, E. M. (2012). Herbal extracts in diets for broilers. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41(7), 1683-1690.
- Peng, Q. Y., Li, J. D., Li, Z., Duan, Z. Y., & Wu, Y. P. (2016). Effects of dietary supplementation with oregano essential oil on growth performance, carcass traits and jejunal morphology in broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*, 214, 148-153.
- Ri, C. S., Jiang, X. R., Kim, M. H., Wang, J., Zhang, H. J., Wu, S. G., ... & Qi, G. H. (2017). Effects of dietary oregano powder supplementation on the growth performance, antioxidant status and meat quality of broiler chicks. *Italian Journal of Animal Science*, 16(2), 246-252. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2016.1274243>

- Roofchae, A., Irani, M., Ebrahimzadeh, M. A., & Akbari, M. R. (2011). Effect of dietary oregano (*Origanum vulgare* L.) essential oil on growth performance, cecal microflora and serum antioxidant activity of broiler chickens. *African Journal of Biotechnology*, 10(32), 6177-6183.
- Roberts, T., Wilson, J., Guthrie, A., Cookson, K., Vancraeynest, D., Schaeffer, J., Moody, R., & Clark, S. (2015). New issues and science in broiler chicken intestinal health: Emerging technology and alternative interventions. *Journal of Applied Poultry Research*, 24(2), 257-266. <https://doi.org/10.3382/japr/pfv023>
- Santos, M., Savón, L., Lon-Wo, E., Gutiérrez, O., & Herrera, M. (2014). Inclusión de harina de hojas de *Morus alba*: su efecto en la retención aparente de nutrientes, comportamiento productivo y calidad de la canal de pollos cuello desnudo. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 48(3).
- Skoufos, I., Giannenas, I., Tontis, D., Bartzanas, T., Kittas, C., Panagakis, P., & Tzora, A. (2016). Effects of oregano essential oil and attapulgit on growth performance, intestinal microbiota and morphometry in broilers. *South African Journal of Animal Science*, 46(1), 77-88.
- Shiva, C., Bernal, S., Sauvain, M., Kalinowski, J., Caldas, J., Falcon, N., y Rojas, R. (2012). Evaluación del aceite esencial de orégano (*origanum vulgare*) y extracto deshidratado de jengibre (*zingiber officinale*) como potenciales promotores de crecimiento en pollos de engorde. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 23(02), 160-170.
- Slominski, B. A. (2011). Recent advances in research on enzymes for poultry diets. *Poultry Science*, 90(9), 2013-2023. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01372>
- Stelter, K., Frahm, J., Paulsen, J., Berk, A., Kleinwächter, M., Selmar, D., & Dänicke, S. (2013). Effects of oregano on performance and immunomodulating factors in weaned piglets. *Archives of animal nutrition*, 67(6), 461-476.
- Sugiharto, S. (2016). Role of nutraceuticals in gut health and growth performance of poultry. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 15(2), 99-111. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2014.06.001>
- Suresh, G., Das, R. K., Kaur Brar, S., Rouissi, T., Avalos Ramirez, A., Chorfi, Y., & Godbout, S. (2017). Alternatives to antibiotics in poultry feed: molecular perspectives. *Critical reviews in microbiology*, 44(3), 318-335. <https://doi.org/10.1080/1040841X.2017.1373062>
- Teixeira, B., Marques, A., Ramos, C., Serrano, C., Matos, O., Neng, N. R., Nogueira, M. F., Saraivab, J.A. & Nunes, M.L. (2013). Chemical composition and bioactivity of different oregano (*Origanum vulgare*) extracts and essential oil. *J. Sci. Food Agric.* 93: 2707–2714.
- Tiihonen, K., Kettunen, H., Bento, M. L. H., Saarinen, M., Lathinen, S., Ouwehand, A.C., Schulze, H., & Rautonen, N. (2010). The effect of feeding essential oils on broiler performance and gut microbiota. *Brit. Poult. Sci.* 51: 381-392.

- Topp, E., Larsson, D. J., Miller, D. N., Van den Eede, C., & Virta, M. P. (2017). Antimicrobial resistance and the environment: assessment of advances, gaps and recommendations for agriculture, aquaculture and pharmaceutical manufacturing. *FEMS microbiology ecology*, 94(3), fix185. <https://doi.org/10.1093/femsec/fix185>
- Vukić-Vranješ, M., Tolimir, N., Vukmirović, Đ., Čolović, R., Stanačev, V., Ikonić, P., & Pavkov, S. (2013). Effect of phytogetic additives on performance, morphology and caecal microflora of broiler chickens. *Biotechnology in animal Husbandry*, 29(2), 311-319.
- Windisch, W. M., Schedle, K., Plitzner, C., & Kroismayr, A. (2008). Use of phytogetic products as feed additives for swine and poultry. *J. Anim. Sci.*, 86: 140-148.
- Wong, S. Y., Grant, I. R., Friedman, M., Elliott, C. T., & Situ, C. (2008). Antibacterial activities of naturally occurring compounds against *Mycobacterium avium* subsp. paratuberculosis. *Appl Environ Microbiol.* 74: 5986–5990.
- Yoplac, I., Yalta, J., Vásquez, H. V., & Maicelo, J. L. (2017). Efecto de la alimentación con pulpa de café (*Coffea arabica*) en los índices productivos de cuyes (*Cavia porcellus* L) Raza Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 28(3), 549-560. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v28i3.13362>
- Zea, O. (2011). *Efecto de la suplementación con diferentes fuentes de cobre sobre el comportamiento productivo, morfometría intestinal y nivel de cobre hepático en pollos de carne*. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en Nutrición. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Zeng, Z., Zhang, S., Wang, H., & Piao, X. (2015). Essential oil and aromatic plants as feed additives in non-ruminant nutrition: a review. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 6: 7.

## VIII. ANEXOS

Tabla 1A. ANDEVA para el consumo de alimento en el Pre inicio

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	27,0916	1			
Tratamientos	0,0113	5			
A	0,0045	2	0,0023	<1	NS
B	0,0027	1	0,0027	<1	NS
AB	0,0041	2	0,0020	<1	NS
Residual	0,0971	18	0,0054		
TOTAL	27,2	24			

Tabla 2A. ANDEVA para el consumo de alimento en el Inicio

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	2332,19	1			
Tratamientos	1,28	5			
A	0,29	2	0,145	<1	NS
B	0,53	1	0,530	1,16	NS
AB	0,46	2	0,23	<1	NS
Residual	8,23	18	0,460		
TOTAL	2341,69	24			

Tabla 3A. ANDEVA para el consumo de alimento en el Crecimiento

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	1539,25	1			
Tratamientos	0,00783	5			
A	0,00530	2	0,00265	<1	NS
B	0,00137	1	0,00137	<1	NS
AB	0,00116	2	0,0058	<1	NS
Residual	7,0791	18	0,3933		
TOTAL	1546,3369	24			

Tabla 4A. ANDEVA para el consumo de alimento en el Engorde

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	3395,74	1			
Tratamientos	0,0393	5			
A	0,0101	2	0,00505	<1	NS
B	0,0096	1	0,0096	<1	NS
AB	0,0196	2	0,0098	<1	NS
Residual	14,0893	18	0,7827		
TOTAL	3409,87	24			

Tabla 5A. ANDEVA para el consumo de alimento en el Acabado

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	3397,80	1			
Tratamientos	0,3231	5			
A	0,1345	2	0,00505	<1	NS
B	0,0746	1	0,0096	<1	NS
AB	0,1140	2	0,0098	<1	NS
Residual	13,9821	18	0,7827		
TOTAL	3922,1052	24			

Tabla 6A. ANDEVA para el consumo de alimento

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	45610,83	1			
Tratamientos	3,64	5			
A	0,67	2	0,335	<1	NS
B	1,34	1	1,34	<1	NS
AB	1,63	2	0,815	<1	NS
Residual	170,03	18	9,446		
TOTAL	45784,5	24			

Tabla 7A. ANDEVA para el consumo de alimento incluyendo el tratamiento testigo con APC

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	53158,01	1	-----		
Tratamientos	3,73	6	0,63	<1	NS
Residual	193,44	21	9,21		
TOTAL	53355,18	28			

Tabla 8A. ANDEVA para los incrementos de peso en el Pre inicio

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	1890020,02	1			
Tratamientos	871,68	5			
A	55,36	2	27,68	<1	NS
B	442,81	1	442,81	1,04	NS
AB	373,51	2	186,76	<1	NS
Error experimental	7695,80	18	427,50		
Error de muestro	39819,50	216	184,35		
TOTAL	1938407	240			

Tabla 9A. ANDEVA para los incrementos de peso en el Pre inicio incluyendo el tratamiento testigo con APC

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	2220372,7	1	-----		
Tratamientos	1031,4	6	171,9	<1	NS
Error experimental	7951,6	21	378,7		
Error de muestro	46293,3	252	183,7		
<b>TOTAL</b>	<b>2275649,00</b>	<b>280</b>			

Tabla 10A. ANDEVA para los incrementos de peso en el Inicio

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	108076628,82	1			
Tratamientos	61571,55	5			
A	19329,65	2	9664,83	<1	NS
B	21131,28	1	21131,28	1,17	NS
AB	21110,62	2	10555,31	<1	NS
Error experimental	326211,90	18	18122,88		
Error de muestro	1280917,75	216	5930,19		
<b>TOTAL</b>	<b>10974530,00</b>	<b>240</b>			

Tabla 11A. ANDEVA para los incrementos de peso en el Inicio incluyendo el tratamiento testigo con APC

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	125239488	1	-----		
Tratamientos	510488,4	6	85081,4	5,45	**
Error experimental	328005,3	21	15619,3		
Error de muestro	1438668,3	252	5709,0		
<b>TOTAL</b>	<b>127516650,00</b>	<b>280</b>			

Tabla 12A. ANDEVA para los incrementos de peso en el Crecimiento

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	97895936,20	1			
Tratamientos	307955,11	5			
A	3479,81	2	1739,91	<1	NS
B	297260,07	1	297260,40	1,31	NS
AB	7215,23	2	3607,62	<1	NS
Error experimental	4082803,36	18	226822,41		
Error de muestro	2157231,33	192	11235,58		
<b>TOTAL</b>	<b>104443926,00</b>	<b>216</b>			

Tabla 13A. ANDEVA para los incrementos de peso en el Crecimiento incluyendo el tratamiento testigo con APC

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	11393163,4	1	-----		
Tratamientos	308360,4	6	51393,40	<1	NS
Error experimental	4252974,7	21	202522,60		
Error de muestro	2333431,5	223	10463,58		
<b>TOTAL</b>	<b>120826397</b>	<b>251</b>			

Tabla 14A. ANDEVA para el incremento de peso en el Engorde

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	110972969,10	1			
Tratamientos	247314,98	5			
A	141846,28	2	1739,91	3,42	NS
B	99459,39	1	297260,40	4,80	*
AB	6009,31	2	3607,62	<1	
Error experimental	370323,90	18	226822,41		
Error de muestro	1477532,02	192	11235,58		
<b>TOTAL</b>	<b>113070849</b>	<b>216</b>			

Tabla 15A. ANDEVA para el incremento de peso en el Engorde incluyendo el tratamiento testigo con APC

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	128562121,50	1	-----		
Tratamientos	249161,70	6	41526,95	1,59	NS
Error experimental	549844,40	21	26183,07		
Error de muestro	1599108,40	223	7170,89		
<b>TOTAL</b>	<b>130960236</b>	<b>251</b>			

Tabla 16A. ANDEVA para los incrementos de peso en el Acabado

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	99880300,84	1			
Tratamientos	243323,36	5			
A	103399,60	2	51699,8	<1	NS
B	128269,51	1	297260,40	1,07	NS
AB	11654,25	2	3607,62	<1	NS
Error experimental	2150471,59	18	226822,41		
Error de muestro	1825751,21	191	11235,58		
<b>TOTAL</b>	<b>104099847</b>	<b>215</b>			



Tabla 17A. ANDEVA para los incrementos de peso en el Acabado incluyendo el tratamiento testigo con APC

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	116479728,6	1	-----		
Tratamientos	252135,82	6	42022,64	<1	NS
Error experimental	2607389,96	21	124161,43		
Error de muestro	1950301,62	221	8824,89		
<b>TOTAL</b>	<b>121289556</b>	<b>249</b>			

Tabla 18A. ANDEVA para el incremento acumulado de peso

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	1730493401	1			
Tratamientos	406707,83	5			
A	54525,19	2	27262,6	<1	NS
B	329526,55	1	329526,6	<1	NS
AB	22656,09	2	11328,1	<1	NS
Error experimental	11148743,13	18	619374,6		
Error de muestro	2120806,04	191	11103,7		
<b>TOTAL</b>	<b>1744169658</b>	<b>215</b>			

Tabla 19A. ANDEVA para el incremento acumulado de peso incluyendo el tratamiento testigo con APC

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	2006397987,00	1	-----		
Tratamientos	401681,39	6	66946,90	<1	NS
Error experimental	12778167,06	21	608484,20		
Error de muestro	2446689,01	221	11070,99		
<b>TOTAL</b>	<b>2022033525</b>	<b>249</b>			

Tabla 20A. ANDEVA para la conversión alimenticia en el Pre inicio

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	34,4449	1			
Tratamientos	0,0115	5			
A	0,0103	2	0,00515	3,84	*
B	0,0011	1	0,00110	<1	
AB	0,0001	2	0,00005	<1	
Residual	0,0241	18	0,00134		
<b>TOTAL</b>	<b>34,4805</b>	<b>24</b>			

Tabla 21A. ANDEVA para la conversión alimenticia en el Pre inicio incluyendo el tratamiento testigo con APC

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	39,9059	1	-----		
Tratamientos	0,0144	6	0,0024	2,05	NS
Residual	0,0246	21	0,00117		
TOTAL	39,9449	28			

Tabla 22A. ANDEVA para la conversión alimenticia en el Inicio

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	51,7793	1			
Tratamientos	0,000508	5			
A	0,000427	2	0,002135	1,20	NS
B	0,0000793	1	0,0000793	<1	
AB	0,0000017	2	0,00000085	<1	
Residual	0,003192	18	0,0000773		
TOTAL	51,783	24			

Tabla 23A. ANDEVA para la conversión alimenticia en el Inicio incluyendo el tratamiento testigo con APC

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	60,6317	1	-----		
Tratamientos	0,0017	6	0,000283	1,70	NS
Residual	0,0035	21	0,000167		
TOTAL	60,6369	28			

Tabla 24A. ANDEVA para la conversión alimenticia en el Crecimiento

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	55,9279	1			
Tratamientos	0,1587	5			
A	0,0201	2	0,0101	<1	NS
B	0,1281	1	0,1281	7,32	*
AB	0,0105	2	0,00525	<1	NS
Residual	0,3155	18	0,0175		
TOTAL	56,4021	24			

Tabla 25A. ANDEVA para la conversión alimenticia en el Crecimiento incluyendo el tratamiento testigo con APC

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	66,7533	1	-----		
Tratamientos	0,2101	6	0,00350	<1	NS
Residual	0,485	21	0,0231		
TOTAL	67,4484	28			

Tabla 26A. ANDEVA para la conversión alimenticia en el Engorde

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	82,2955	1			
Tratamientos	0,1624	5			
A	0,1059	2	0,05295	2,29	NS
B	0,0543	1	0,0543	7,32	NS
AB	0,0022	2	0,0011	<1	
Residual	0,4154	18	0,0231		
TOTAL	82,8733	24			

Tabla 27A. ANDEVA para la conversión alimenticia en el Engorde incluyendo el tratamiento testigo con APC

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	96,6420	1	-----		
Tratamientos	0,1586	6	0,0281	1,36	NS
Residual	0,4332	21	0,0206		
TOTAL	97,2438	28			

Tabla 28A. ANDEVA para la conversión alimenticia en el Acabado

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	126,5280	1			
Tratamientos	2,6888	5			
A	0,4583	2	0,2292	<1	
B	1,7571	1	1,7571	4,06	NS
AB	0,4734	2	0,2367	<1	
Residual	7,7985	18	0,4332		
TOTAL	82,8733	24			

Tabla 29A. ANDEVA para la conversión alimenticia en el Acabado incluyendo el tratamiento testigo con APC

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	154,7428	1	-----		
Tratamientos	3,1929	6	0,5322	<1	NS
Residual	11,9281	21	0,5680		
TOTAL	169,8638	28			

Tabla 30A. ANDEVA para la conversión alimenticia Acumulada

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	71,7916	1			
Tratamientos	0,007629	5			
A	0,002124	2	0,001062	<1	NS
B	0,0001551	1	0,0001551	<1	NS
AB	0,00535	2	0,002675	<1	NS
Residual	0,0746	18	0,004143		
TOTAL	82,8733	24			

Tabla 31A. ANDEVA para la conversión alimenticia Acumulada incluyendo el tratamiento testigo con APC

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	85,0061	1	-----		
Tratamientos	0,0354	6	0,0059	<1	NS
Residual	0,1676	21	0,007981		
TOTAL	85,2091	28			

Tabla 32A. ANDEVA para el Peso de carcasa

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	98127660,04	1			
Tratamientos	96164,21	5			
A	42314,59	2	0,01145	<1	NS
B	31610,04	1	0,002445	<1	NS
AB	22239,58	2	0,0001775	<1	NS
Residual	1116174,75	18	0,002983		
TOTAL	99339999	24			

Tabla 33A. ANDEVA para el Rendimiento carcasa

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	76536,05	1			
Tratamientos	28,099	5			
A	20,131	2	10,0655	29,01	NS
B	7,205	1	7,205	20,8	
AB	0,763	2	0,3815	1,1	NS
Residual	6,151	18	0,347		
<b>TOTAL</b>	<b>76570,3</b>	<b>24</b>			

Tabla 34A. ANDEVA para el rendimiento de carcasa (arco-seno) incluyendo el tratamiento testigo con APC

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	88782,85	1	-----		
Tratamientos	32,47	6	5,41	16,32	**
Residual	6,96	21	0,33		
<b>TOTAL</b>	<b>88822,28</b>	<b>28</b>			

Tabla 35A. ANDEVA para la percepción de olor de la carne

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	4103,57	1			
Tratamientos	6,60	5			
A	1,13	2	0,57	<1	NS
B	2,40	1	2,40	1,01	NS
AB	3,07	2	1,54	<1	NS
Residual	128,37	54	2,38		
<b>TOTAL</b>	<b>4238,54</b>	<b>60</b>			

Tabla 36A. ANDEVA para la percepción de olor de la carne incluyendo el tratamiento testigo con APC

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	4807,37	1	-----		
Tratamientos	6,72	6	1,12	<1	NS
Residual	138,76	63	2,20		
<b>TOTAL</b>	<b>4952,85</b>	<b>70</b>			

Tabla 37A. ANDEVA para la percepción de sabor de la carne (lgt.)

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	3768,34	1			
Tratamientos	11,32	5			
A	1,61	2	0,81	<1	NS
B	1,15	1	1,15	<1	NS
AB	8,56	2	4,28	2,3	NS
Residual	100,17	54	1,86		
TOTAL	4238,54	60			

Tabla 38A. ANDEVA para la percepción de sabor de la carne (lgt.) incluyendo el tratamiento testigo con APC

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	54,9233	1	-----		
Tratamientos	0,0557	6	0,009283	<1	NS
Residual	1,0435	63	0,01656		
TOTAL	56,0225	70			

Tabla 40A. ANDEVA para la percepción de terneza de la carne

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	5773,06	1	-----		
Tratamientos	48,40	6	8,067	3,01	*
Residual	169,01	63	2,683		
TOTAL	5990,47	70			

Tabla 41A. ANDEVA para longitud de vellosidades intestinales a los 21 días

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	90350151,81	1			
Tratamientos	798894,40	5			
A	6213250,55	2	310662,78	14,64	*
B	50961,96	1	50961,96	2,40	NS
AB	126606,89	2	63303,45	2,98	NS
Residual	5727705,85	270	21213,73		
TOTAL	96876752,06	276			

Tabla 42A. ANAVA para longitud de vellosidades intestinales a los 21 días incluyendo el tratamiento testigo con APC

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media			-----		
Tratamientos	1191245	6	198541	9,48	**
Residual	6594318	315	20934		
TOTAL	7785563	321			

Tabla 43A. ANDEVA para longitud de vellosidades intestinales a los 42 días

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	69212569,76	1			
Tratamientos	623395,91	5			
A	103757,47	2	51878,74	1,62	NS
B	509,07	1	509,07	<1	NS
AB	519129,37	2	259564,69	2,98	**
Residual	8271836,83	258	32061,38		
TOTAL	78107802,50	264			

Tabla 44A. ANDEVA para longitud de vellosidades intestinales a los 42 días incluyendo el tratamiento testigo con APC

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media			-----		
Tratamientos	905193	6	150866	5,25	**
Residual	8644228	301	28718		
TOTAL	9549421	307			

Tabla 45A. ANDEVA para profundidad de criptas intestinales a los 21 días

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	2670324,49	1			
Tratamientos	13399,44	5			
A	64,42	2	32,21	<1	**
B	3229,31	1	3229,31	4,41	**
AB	10105,71	2	5052,86	6,89	
Residual	197778,77	270	732,51		
TOTAL	2881502,70	276			

Tabla 46A. ANAVA para profundidad de criptas intestinales a los 21 días incluyendo el tratamiento testigo con APC

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media			-----		
Tratamientos	15428	6	2571,3	3,71	**
Residual	218235	315	692,8		
TOTAL	233663	321			

Tabla 47A. ANDEVA para profundidad de criptas intestinales a los 42 días

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	2200914,33	1			
Tratamientos	23747,06	5			
A	11263,45	2	5631,73	4,75	**
B	5226,08	1	5226,08	4,41	**
AB	7257,53	2	3268,77	2,76	NS
Residual	305857,97	258	1185,50		
TOTAL	2530519,36	264			

Tabla 48A. ANDEVA para profundidad de criptas intestinales a los 42 días incluyendo el tratamiento testigo con APC

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media			-----		
Tratamientos	25649	6	4275	3,82	**
Residual	337116	301	1120		
TOTAL	7785563	307			

Tabla 49A. ANDEVA para la relación longitud: profundidad de criptas intestinales a los 21 días

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	10332,64	1			
Tratamientos	142,00	5			
A	66,38	2	33,19	21,41	**
B	19,16	1	19,16	12,36	**
AB	56,46	2	28,23	18,21	**
Residual	417,48	270	1,55		
TOTAL	10892,12	276			

Tabla 50A. ANAVA para la relación longitud: profundidad de criptas intestinales a los 21 días incluyendo el tratamiento testigo con APC

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media			-----		
Tratamientos	238,3	6	39,712	12,12	**
Residual	1031,9	315	3,276		
TOTAL	1270,2	321			



Tabla 51A. ANDEVA para la relación longitud: profundidad de criptas intestinales a los 42 días

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	10120,53	1			
Tratamientos	198,09	5			
A	77,88	2	38,94	21,41	NS
B	14,27	1	14,27	12,36	NS
AB	105,94	2	52,97	18,21	*
Residual	4254,60	258	16,49		
TOTAL	14573,22	264			

Tabla 52A. ANDEVA para la relación longitud: profundidad de criptas intestinales a los 42 días incluyendo el tratamiento testigo con APC

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media			-----		
Tratamientos	216,6	6	36,10	2,45	*
Residual	4428,0	301	14,71		
TOTAL	4644,6	307			

Tabla 53A. ANDEVA para el conteo *E. coli* a los 21 días

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	288,9929	1			
Tratamientos	0,1724	5			
A	0,0387	2	0,0194	<1	NS
B	0,0047	1	0,0047	<1	NS
AB	0,129	2	0,0645	<1	NS
Residual	1,0533	6	0,1756		
TOTAL	290,2186	12			

Tabla 54A. ANDEVA para el conteo de *E. coli* a los 21 días incluyendo el tratamiento testigo con APC

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media			-----		
Tratamientos	0,2575	6	0,04291	0,28	NS
Residual	1,0595	7	0,15136		
TOTAL	1,3170	13			

Tabla 55A. ANDEVA para el conteo *E. coli* a los 42 días

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media	460,8299	1			
Tratamientos	0,4222	5			
A	0,2568	2	0,1284	7,34	*
B	0,1271	1	0,1271	7,26	*
AB	0,0383	2	0,0192	1,10	NS
Residual	0,1049	6	0,0175		
TOTAL	461,357	12			

Tabla 56A. ANDEVA para el conteo de *E. coli* a los 42 días incluyendo el tratamiento testigo con APC

Fuente de Libertad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signifi,
Media			-----		
Tratamientos	1,8528	6	0,3088	20,44	**
Residual	0,1057	7	0,0151		
TOTAL	1,9586	13			