



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE
LA AGRICULTURA**

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA: “EFECTO DEL SUMINISTRO DE ÁCIDOS
ORGÁNICOS Y CARVACROL SOBRE LA RESPUESTA
PRODUCTIVA Y SALUD INTESTINAL DE POLLOS BROILER
EN ZONAS DE ALTURA”**

AUTOR: USHIÑA HARO LUIS ENRIQUE

DIRECTOR: ORTIZ MANZANO, MARIO LEONARDO

SANGOLQUÍ

2017



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, "*EFECTO DEL SUMINISTRO DE ÁCIDOS ORGÁNICOS Y CARVACROL SOBRE LA RESPUESTA PRODUCTIVA Y SALUD INTESTINAL DE POLLOS BROILER EN ZONAS DE ALTURA*" realizado por el señor *LUIS ENRIQUE USHIÑA HARO*, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor *LUIS ENRIQUE USHIÑA HARO* para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 30 de agosto de 2017

Mario Leonardo Ortiz Manzano

DIRECTOR



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **LUIS ENRIQUE USHIÑA HARO** con cédula de identidad N° 1726187691, declaro que este trabajo de titulación "**EFFECTO DEL SUMINISTRO DE ÁCIDOS ORGÁNICOS Y CARVACROL SOBRE LA RESPUESTA PRODUCTIVA Y SALUD INTESTINAL DE POLLOS BROILER EN ZONAS DE ALTURA**" ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Sangolquí, 30 de agosto de 2017

Luis Enrique Ushiña Haro

C.C 1726187691



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

AUTORIZACIÓN

Yo, **LUIS ENRIQUE USHIÑA HARO**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca virtual de la institución el presente trabajo de titulación **“EFECTO DEL SUMINISTRO DE ÁCIDOS ORGÁNICOS Y CARVACROL SOBRE LA RESPUESTA PRODUCTIVA Y SALUD INTESTINAL DE POLLOS BROILER EN ZONAS DE ALTURA”** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Sangolquí, 30 de agosto de 2017

Luis Enrique Ushiña Haro

C.C: 1726187691

DEDICATORIA

Al finalizar mi proyecto de investigación de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria dedico este triunfo:

A mis padres Enrique e Irma quienes han sido reflejo de esfuerzo y dedicación y sobre todo ejemplo de trabajo.

A mis hermanos Raquel, Carlos y Daniel, personas importantes en mi vida y ejemplos a seguir.

A Carla Liliana mi amiga y mi amada, quien estuvo conmigo siempre apoyándome incondicionalmente, brindándome su amor, y sus palabras.

A Brandon por ser mi inspiración a seguir adelante.

Al ilustre profesor y maestro Ing. Mario Ortiz, quien me apoyo en esta etapa muy importante.

AGRADECIMIENTOS

A Dios sobre todo por ser mi amparo y fortaleza.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE, a su Carrera de Ingeniería Agropecuaria (IASA-I), por proporcionarnos una formación académica y ética.

Al Doctor Jorge Moncayo por compartir sus conocimientos y ayudarme en el desarrollo de la investigación.

A la empresa VETFARMA por su gran colaboración con este proyecto.

A mi Tutor académico el Ingeniero Mario Ortiz por facilitar y brindar apoyo en todas las etapas de la investigación.

INDICE DE CONTENIDOS**CARÁTULA**

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTOS	vi
INDICE DE CONTENIDOS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivo general	2
1.2.2 Objetivos específicos	2
1.3 Hipótesis	3

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Introducción	4
2.2 Antibióticos promotores de crecimiento	4
2.3 Ácidos orgánicos	4
2.3.1 Composición química y propiedades	4

2.3.2	Ácido Fórmico	5
2.3.3	Mecanismo de acción del ácido fórmico	6
2.3.4	Ácido Propiónico	6
2.3.5	Mecanismo de acción del ácido propiónico	7
2.4	Aceites esenciales.....	7
2.4.1	Composición química y propiedades.....	7
2.4.2	Carvacrol	7
2.4.3	Mecanismo de acción del Carvacrol	8
2.5	Proteínas y metabolismo	8
2.6	Carbohidratos y metabolismo.....	9
2.7	Lípidos y metabolismo	11
2.8	Línea Cobb 500 (Pollos Broiler)	11
2.9	Aparato digestivo de las aves	12
2.10	Vellosidades Intestinales.....	13
2.11	Microflora en el aparato digestivo	14
2.12	Principales bacterias.....	14
CAPÍTULO III		
MATERIALES Y MÉTODOS		16
3.1	Ubicación del lugar de investigación	16
3.1.1	Ubicación política.....	16
3.1.2	Ubicación geográfica.....	16
3.1.3	Ubicación ecológica	16
3.2	Materiales	17
3.2.1	Materiales de campo.....	17
3.2.2	Equipos	17

3.2.3	Reactivos	17
3.3	Métodos.....	18
3.3.1	Diseño experimental.....	19
CAPÍTULO IV		
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		25
CAPÍTULO V		
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		45
5.1	Conclusiones.....	45
5.2	Recomendaciones	46
5.3	Bibliografía	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Interacción entre pH- microorganismos en el aparato digestivo de pollos...14
Tabla 2	Diversidad bacteriana del tracto gastrointestinal de pollos, en función de la variación del pH y el tiempo medio de retención, en minutos (TMR) de la digestión en la fase sólida15
Tabla 3	Descripción de los tratamientos de dos dosis de ácidos y dos dosis de Carvacrol19
Tabla 4	Análisis de varianza del experimento20
Tabla 5	Porcentaje de mortalidad de pollos en el experimento25
Tabla 6	Promedio \pm EE del peso, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y rendimiento a la canal de pollos alimentados con ácidos orgánicos y Carvacrol.....32
Tabla 7	Efecto ácidos orgánicos en los parámetros productivos (Peso, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y rendimiento a la canal) de pollos.....33
Tabla 8	Efecto de Carvacrol en los parámetros productivos (Peso, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y rendimiento a la canal) de pollos.....33
Tabla 9	Promedio de los órganos internos de pollos alimentados bajo diferentes dosis de Carvacrol y Ácidos Orgánicos a los 21 y 42 días en Salcedo-Ecuador.....38
Tabla 10	Efecto de los ácidos orgánicos en los órganos internos (Paquete visceral. Proventrículo, Molleja, Hígado, Páncreas e Intestino delgado).39
Tabla 11	Efecto de Carvacrol en los órganos internos (Paquete visceral. Proventrículo, Molleja, Hígado, Páncreas e Intestino delgado).39
Tabla 12	Promedio \pm EE del largo, ancho, profundidad de microvellosidades intestinales en pollos alimentados bajo diferentes dosis de Carvacrol y Ácidos Orgánicos a los 21 y 42 días en Salcedo-Ecuador.42

- Tabla 13 Efecto de los Ácidos Orgánicos del largo, ancho, profundidad de microvellosidades intestinales en pollos alimentados bajo diferentes dosis de Carvacrol y Ácidos Orgánicos a los 21 y 42 días en Salcedo-Ecuador. 42
- Tabla 14 Efecto de los Ácidos Orgánicos del largo, ancho, profundidad de microvellosidades intestinales en pollos alimentados bajo diferentes dosis de Carvacrol y Ácidos Orgánicos a los 21 y 42 días en Salcedo-Ecuador...43
- Tabla 15 Análisis beneficio costo de pollos alimentados con diferentes dosis de ácidos orgánicos y Carvacrol.....44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ácido fórmico.....	5
Figura 2	Ácido propiónico	6
Figura 3	Carvacrol.....	8
Figura 4	Metabolismo de las proteínas y los aminoácidos.	9
Figura 5	Metabolismo de los carbohidratos.	10
Figura 6	Metabolismo de los lípidos.....	11
Figura 7	Aparato digestivo del pollo Broiler	12
Figura 8	Vellosidades intestinales.....	13
Figura 9	Croquis experimental.....	20
Figura 10	Peso de pollos a los 42 días.	26
Figura 11	Ganancia de peso	28
Figura 12	Consumo de alimento	29
Figura 13	Conversión alimenticia	30
Figura 14	Peso Órganos Internos 1	37
Figura 15	Peso de órganos internos 2	37

RESUMEN

En la actualidad se están buscando alternativas a la utilización de antibióticos promotores por sus efectos negativos en la salud, una alternativa es la combinación aceites esenciales y ácidos orgánicos con propiedades fúngicas y bactericidas. El ensayo se realizó para estudiar los efectos de los ácidos orgánicos (A) y Carvacrol (C) en la alimentación de pollos broiler sobre los parámetros productivos y desarrollo intestinal. En este estudio se dividieron 300 pollos de engorde de un día de edad en 5 grupos con 4 repeticiones de 15 aves cada uno. El experimento se desarrolló durante 42 días. El grupo de control fue alimentado sin aditivos en la dieta (A0C0). El grupo 1 (A1C1) recibió dieta basal suplementada ácidos orgánicos 50 ppm y Carvacrol 50 ppm, el grupo 2 (A1C2) recibió dieta basal suplementada ácidos orgánicos 50 ppm y Carvacrol 100 ppm. El grupo 3 (A1C1) recibió dieta suplementada ácidos orgánicos 100 ppm y Carvacrol 50 ppm. El grupo 4 (A1C1) recibió dieta basal suplementada ácidos orgánicos 100 ppm y Carvacrol 100 ppm. Los resultados mostraron que la adición de ácidos orgánicos y Carvacrol disminuyeron la mortalidad, disminuyó la incidencia de síndrome ascítico, aumentaron significativamente la ganancia de peso corporal (GP), mejoraron la conversión de alimenticia, no se encontró diferencias en el desarrollo intestinal y tamaños de microvellosidades.

PALABRAS CLAVE:

- **ACIDO ORGÁNICO**
- **CARVACROL**
- **ANTIBIÓTICO**

ABSTRACT

At present, alternatives to the use of antibiotic promoters are being sought for their negative health effects. An alternative is the combination of essential oils and organic acids with fungal and bactericidal properties. The experiment was carried out to study the effects of organic acids (A) and Carvacrol (C) on the broiler chick feed on production parameters and intestinal development. In this study, 300 one day old broilers were divided into 5 groups with 4 replicates of 15 birds each. The experiment was run for 42 days. The control group was fed if dietary additives (A0C0). Group 1 (A1C1) received basal diet supplemented organic acids 50 ppm and Carvacrol 50 ppm, group 2 (A1C2) received basal diet supplemented organic acids 50 ppm and Carvacrol 100 ppm. Group 3 (A1C1) received diet supplemented organic acids 100 ppm and Carvacrol 50 ppm,). Group 1 (A1C1) received basal diet supplemented with organic acids 100 ppm and Carvacrol 100 ppm. The results showed that the addition of organic acids and Carvacrol decreased mortality, decreased the incidence of ascites syndrome, significantly increased body weight gain (GP), and improved feed conversion, no differences in intestinal development and size villus height.

KEY WORDS:

- **ORGANIC ACID**
- **CARVACROL**
- **ANTIBIOTIC**

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La carne de pollo en los últimos años ha formado parte de una dieta equilibrada ya que es fuente principal de proteínas, vitaminas, minerales y micronutrientes, donde los países desarrollados han presentado mayor consumo per cápita, mientras que en países en desarrollo no supera el 10% siendo esto un factor relacionado a la mala nutrición en la región (FAO, 2014). La preocupación entorno a utilizar antibióticos promotores de crecimiento (APC), es su capacidad de formar resistencia microbiana y la transferencia de genes de resistencia a la micro flora intestinal del ser humano causando gran preocupación (Castanon, 2007).

Actualmente se ha desarrollado e incorporado un sin número de aditivos también llamados eubióticos que ayudan a mejorar la salud intestinal y el rendimiento de los pollos de engorde como son: prebióticos, probióticos, ácidos carboxílicos y extractos botánicos (Hashemipour, Kermanshahi, Golian, & Veldkamp, 2013), en este sentido los derivados de plantas aromáticas y sus extractos purificados resultan interesantes ya que presentan una influencia beneficiosa sobre el metabolismo de los lípidos, antimicrobianos, antioxidantes y la capacidad para estimular la digestión una actividad potenciadora inmune, y el potencial antiinflamatorio (Acamovic, T Brooker, JD, 2005).

Los ácidos orgánicos se han utilizado para disminuir bacterias no deseadas, el ácido fórmico ha demostrado ser efectivo para el control de *Escherichia coli* (Garcia, Catala-Gregori, Hernandez, Megias, & Madrid, 2007). Muchos de estos estudios se han visto en cerdos con excelentes resultados, generándose la necesidad de realizar investigaciones sobre el desempeño y efecto en aves, especialmente en pollos Broiler (Cho & Kim, 2015).

La industria avícola utiliza una gran variedad de antibióticos y otras preparaciones químicas para el mantenimiento y el mejoramiento de la conversión alimenticia (Amiranashvili, y otros, 2016). Durante los últimos años se están

estudiando los efectos de los antibióticos promotores de crecimiento y su relación con el bajo desempeño productivo de las aves, así como también los efectos residuales de éstos en la salud humana, especialmente en los más vulnerables debido a la capacidad de las bacterias a crear resistencia (Sumao & Ocampo, 2006).

Una prohibición al uso de antibióticos por parte de la Unión Europea en el año 2006 (Garcia, Catala-Gregori, Hernandez, Megias, & Madrid, 2007), hizo, que a partir de este momento se busque soluciones para reemplazar estos productos e incrementar soluciones que no tengan perjuicios para el hombre (Sukmarini, Mustopa, Normawati, & Muzdalifah, 2014) y también al medio ambiente (Hassan, Mohamed, Youssef, & Hassan, 2010).

Con el fin de dar solución a esta problemática se ha optado por la utilización de ácidos orgánicos y aceites esenciales (Amiranashvili, y otros, 2016). Con lo que se espera contribuya a solucionar un problema de productividad y de interés dentro de la salud pública.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la adición de ácidos orgánicos y Carvacrol en la alimentación de pollos broiler en el desempeño productivo y salud intestinal en zonas de altura.

1.2.2 Objetivos específicos

- Evaluar parámetros zootécnicos: (mortalidad, consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia, Índice de eficiencia Europea, rendimiento a la canal).
- Determinar por medio de cortes histológicos del intestino delgado (duodeno) la salud intestinal.
- Recomendar el tratamiento más rentable.

1.3 Hipótesis

H₀: El uso de diferentes dosis de ácidos orgánicos y Carvacrol, en la alimentación de pollos Broiler no mejorará el desempeño productivo y salud intestinal, en zonas de altura.

H₁: El uso de diferentes dosis de ácidos orgánicos y Carvacrol, en la alimentación de pollos Broiler mejorará el desempeño productivo y salud intestinal, en zonas de altura.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Introducción

Se pronostica para el año 2024 que el consumo de carne de ave ascenderá a casi 133 millones de toneladas. Los países como Estados Unidos, Brasil, La Unión Europea, India y Rusia aumentaran su producción, mientras que países como China, Sudáfrica y Australia disminuirán (FAO, 2014) .

En el Ecuador la provincia con mayor producción es Santo Domingo de los Tsáchilas con 22,1% seguido por Guayas con 21,8 % de la producción nacional (INEC, 2015), esto muestra una tendencia a que la producción avícola de pollos de engorde tiende a desarrollarse a las zonas cálidas.

Durante los últimos 25 años la producción de carne de pollo subió alrededor de un 400% dando cerca de 120 millones de pollos al año, es un desafío muy grande mantener los volúmenes de ventas y sobre todo mantenerlos con una baja o nula utilización de antibióticos (Lideres, 2015).

2.2 Antibióticos promotores de crecimiento

Los antibióticos promotores de crecimiento (APC) se denomina a cualquier medicamento que inhibe o destruye bacterias patógenas utilizado bajas concentraciones, ayudando a los animales en el crecimiento, salud y asimilación de nutrientes y vitaminas (Hughes & Heritage).

Dentro de los (APC) están bambermycin, avilamicina, efrotomicina, y los antibióticos ionóforos: monensina, salinomycin, narasina, y lasalocid etc. (Butaye, Devriese, & Haesebrouck, 2003).

2.3 Ácidos orgánicos

2.3.1 Composición química y propiedades

Los ácidos orgánicos son todos los ácidos carboxílicos incluyendo ácidos grasos y aminoácidos tiene la estructura general $R-COOH$ pero no todos tiene efecto en la

microflora intestinal como es el caso de los ácidos de cadena corta (C1-C7) (Acamovic, T Brooker, JD, 2005) .

Los mecanismos antibacterianos no son bien conocidos pero poseen propiedades bactericidas y bacteriostáticas dependiendo del estado fisiológico del organismo y las características físico químicas del entorno (Rick, 2003), entre las bacterias más comunes que se encuentran en las aves y que pueden ser controladas están *Salmonella*, *Campylobacter* y *Escherichia coli*, además producen proteólisis que activa la liberación de gastrina y colecistoquinina regulando la digestión y ayudando a la asimilación de proteínas (Sultan, Ullah, Khan, & Khan, 2015).

2.3.2 Ácido Fórmico

Ácido metanoico o ácido fórmico (Morrison & Boyd, 1998) una de las fuentes naturales de este ácido son las hormigas y también algunos escarabajos (Carey & Giuliano, 2014).

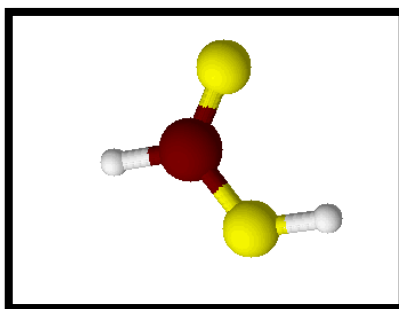


Figura 1 Ácido fórmico

Se ha visto que el ácido fórmico ha reducido la carga de bacterias tales como *Salmonella* y *E coli*. En el intestino delgado y de su contenido fecal (Ragaa, Korany, & Mohamed, 2016)

Muchos estudios se ha desarrollado en torno al uso del ácido fórmico con buenos resultados pero su fuerte olor y su corrosividad en el tracto digestivo de los animales limita su uso (Ragaa & Korany, 2016). Una limitación importante es que los ácidos fórmico es rápidamente metabolizado, lo que reduciría el crecimiento (Lückstädt, 2011).

2.3.3 Mecanismo de acción del ácido fórmico

El efecto antimicrobiano que posee es por la capacidad que tienen los ácidos orgánicos a desasociarse, en este estado las moléculas pueden penetrar la pared celular microbiana de las bacterias Gram negativas, una vez dentro de la célula una gran porción del ácido se disocia y libera el ion hidrogeno (H^+). Lo que produce la muerte celular en el intento de bombear estos iones, ocasionando que la célula microbiana consuma cantidades enormes de energía ya que su pH es mayor a la constante de disociación ácida (pKa), para que el efecto bactericida aumente es necesario que la bacteria y el ácido entren en contacto es por eso que se utiliza en el alimento (Theobald , 2016).

2.3.4 Ácido Propiónico

El ácido Propiónico es un líquido incoloro con un olor rancio agudo, produce vapores irritantes (Dionisi, Deodato, Röschingerf, Rhead, & Wilcken, 2006), es utilizado como un antifúngico, está presente de forma natural en los productos lácteos en un nivel bajo, tiene una actividad significativa en animales, es irritante pero no produce efectos sistémicos agudos (PubChem, 2017).

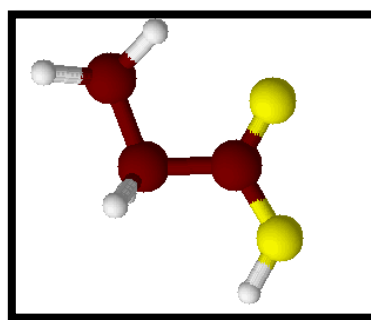


Figura 2 Ácido propiónico

La ingesta de ácido propiónico en las dietas produce cambios en la microflora intestinal, en animales monogástricos esta acidificación ayuda a la absorción de minerales (Ghanaatparast, Shariatmadari, Karimi-Torshizi, & Mohiti-Asli, 2016).

2.3.5 Mecanismo de acción del ácido propiónico

Las moléculas del ácido deben ponerse en contacto con las bacterias para que ingresen a la pared celular alterando la fisiología normal, la parte aniónica de la bacteria tiene la capacidad de permanecer en el interior por su forma no disociada, a continuación la acumulación de estos aniones hace que sus hospederas tengan un ambiente tóxico lo inhibe la función normal del metabolismo (Benavides & Hugo, 2014).

2.4 Aceites esenciales

2.4.1 Composición química y propiedades

La palabra “esencial” en el caso de los aceites puede tener dos significados el primero puede ser interpretado como esencial relativo a necesario por otro lado puede ser interpretado como la esencia, por lo que la mezcla de sustancias fragantes es un aceite esencial (Carey & Giuliano, 2014).

Los compuestos químicos que se encuentran en los aceites esenciales de la mayoría de las plantas se llaman terpenos (Morrison & Boyd, 1998), los terpenoides se clasifican de acuerdo al número múltiplos de cinco carbonos y esto por un formalismo llamado la regla del isopreno (McMurry, 2009). El isopreno es el terpenoide más simple, con cinco carbonos, seguido del monoterpeno con diez carbonos y así sucesivamente. (Carey & Giuliano, 2014).

Investigaciones recientes que se desarrollaron en laboratorio detallan que los aceites esenciales tienen eficacia antifúngica (Witkowska, Sowińska, Żebrowska, & Mituniewicz, 2016), también se han comprobado que tienen el potencial de servir como una alternativa a los anticoccidiales (Idris, y otros, 2016).

2.4.2 Carvacrol

El Carvacrol es un monoterpeno fenólico, Carvacrol (5-isopropil-2-metilfenol) es un aceite esencial presentado en la familia de las lamináceas que incluyen los géneros *Origanum* y *timo* donde existen cerca de 350 especies (Da Silva Lima, y otros, 2013). El Carvacrol se metaboliza por conjugación de ácido glucurónico y sulfato. (Opdyke, 1979).

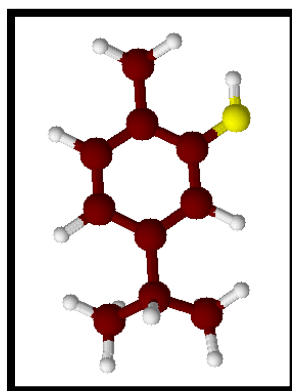


Figura 3 Carvacrol

Se ha probado que es marginalmente tóxico para cepas de *E. coli*. y posee un potencial genotóxico muy bajo (De Vincenzi, Stamatii, De Vincenzi, & Silano, 2004) ya que es un agente microbiano muy activo puede alterar la pared de las células y la mitocondria causando daños en la barrera permeable y produciendo fugas de iones, ATP, ácidos nucleicos y aminoácidos (Sow, Tirtawinata, Yang, Shao, & Wang, 2017).

Se ha demostrado que el Carvacrol tiene efectos antimicrobianos, antiparasitarios, antiinflamatorios, citostáticos, analgésicos y antiespasmódicos (Milovanović, y otros, 2016).

2.4.3 Mecanismo de acción del Carvacrol

Desintegra la membrana externa de las bacterias Gram negativas, ocasionando la salida de los liposacáridos e incrementando la permeabilidad de la membrana citoplasmática, y provocando la salida del ATP, inhibiendo la capacidad de las ATPasa y disminuyendo la capacidad motora del protón (GARCÍA-GARCÍA & García, 2008).

2.5 Proteínas y metabolismo

Las proteínas son compuestos que poseen un peso molecular muy alto y en común con los carbohidratos y los lípidos, estos además de tener carbono, hidrogeno, oxígeno tienen nitrógeno y frecuentemente azufre (McDonald, 2010), son poliamidas y los monómeros de los cuales se derivan son los ácidos α -aminocarboxílicos (Morrison & Boyd, 1998).

Los principales componentes de las proteínas son los aminoácidos y se encuentran 20 en cantidades significativas en las proteínas orgánicas (Hall, 2011).

Las proteínas son constituyentes esenciales de las células y representan alrededor del 18% del peso del cuerpo de un animal (Reece, Erickson, Goff, & Uemura, 2004), las proteínas en el organismo pueden funcionar como:

- a. Regulando el metabolismo.
- b. Componentes Estructurales.
- c. Transporte de materiales como O_2 por la hemoglobina.
- d. Osmorreguladores.
- e. Constituyentes de ácidos nucleicos.
- f. Mecanismo de defensa.

La siguiente figura presenta el metabolismo de las proteínas.

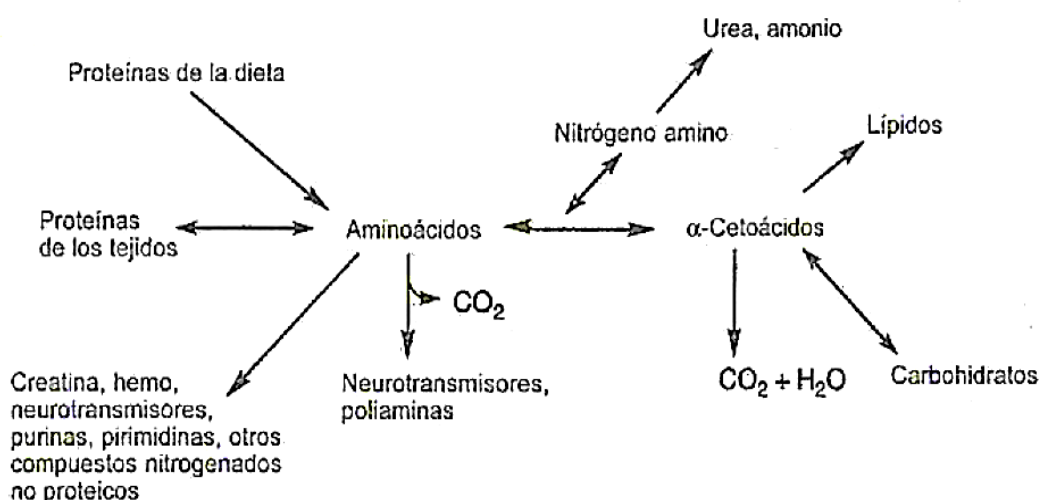


Figura 4 Metabolismo de las proteínas y los aminoácidos

Fuente: (Reece, Erickson, Goff, & Uemura, 2004)

2.6 Carbohidratos y metabolismo

Los carbohidratos son compuestos químicos neutros formados de carbono, hidrogeno y oxígeno, de formula general $(CH_2O)_n$ donde n es 3 o más, (McDonald, 2010), son polihidroxi aldehidos, polihidroxi cetonas o compuestos que por hidrolisis, se convierten en aquellos (Morrison & Boyd, 1998), los mismos que se clasifican en monosacáridos, disacáridos o polisacáridos esto dependiendo del número de pentosas o hexosas que contienen (Reece, 2009).

Los carbohidratos proporcionan más de la mitad de la energía necesaria para las principales funciones del metabolismo de los seres de sangre caliente el mecanismo por el cual la energía es generada, almacenada y liberada es conocida como metabolismo intermediario (Reece, Erickson, Goff, & Uemura, 2004).

La **figura 5** Representa una visión total del metabolismo de los carbohidratos

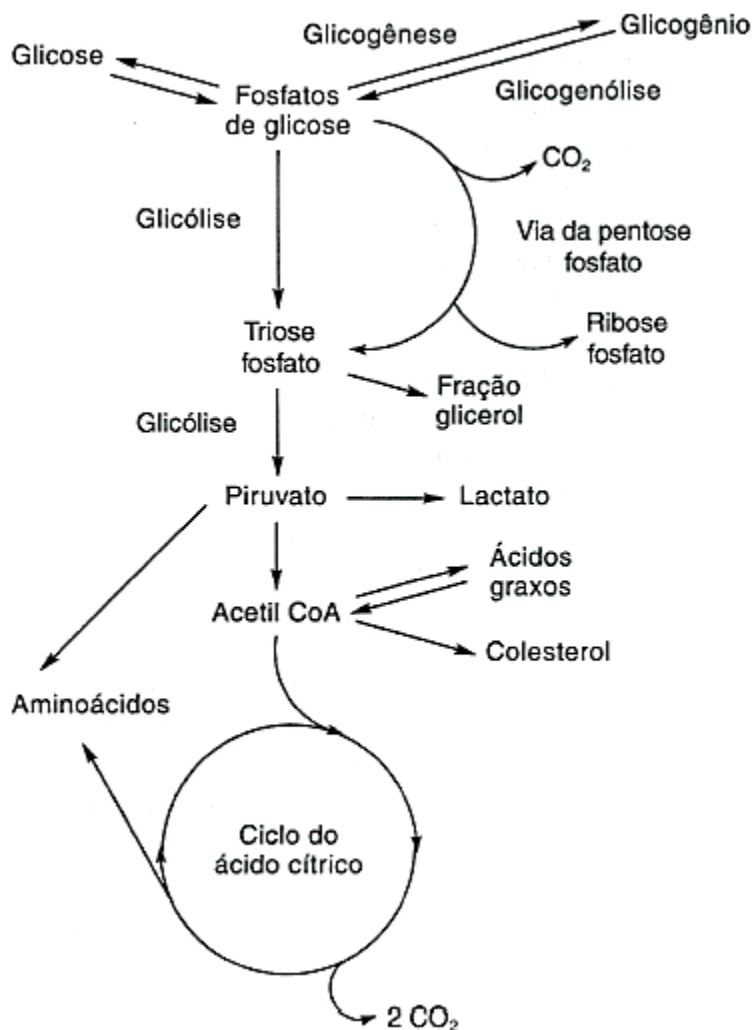


Figura 5 Metabolismo de los carbohidratos

Fuente: (Reece, Erickson, Goff, & Uemura, 2004)

2.7 Lípidos y metabolismo

Las grasas y los aceites son mezclas formadas por triacilgliceroles comúnmente llamados triglicéridos (Carey & Giuliano, 2014), los lípidos son sustancias insolubles en agua y que se los puede extraer con disolventes orgánicos como cloroformo y éter (Morrison & Boyd, 1998). El componente lipídico básico de los triglicéridos y de los fosfolípidos son los ácidos grasos. Los lípidos en los alimentos se los puede encontrar como: la grasa neutra, conocida también como triglicéridos; los fosfolípidos; el colesterol, y otros de menor importancia. (Hall, 2011).

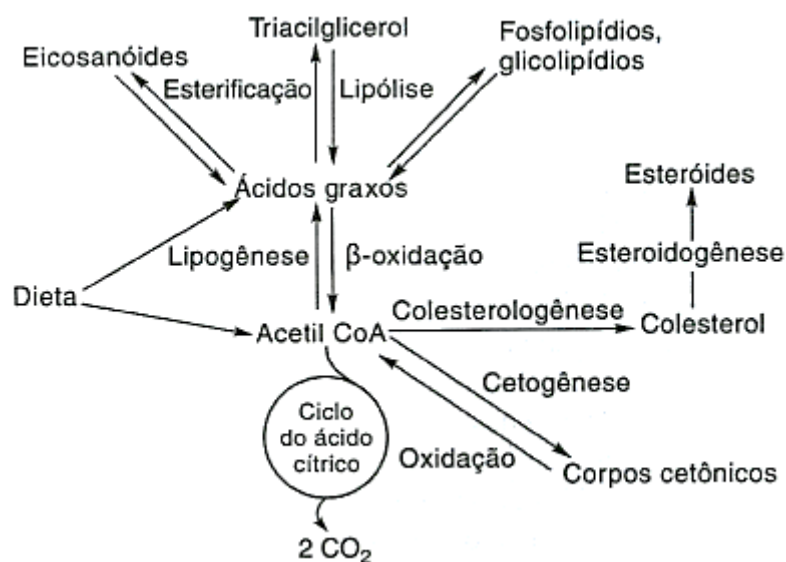


Figura 6 Metabolismo de los lípidos

Fuente (Reece, Erickson, Goff, & Uemura, 2004)

2.8 Línea Cobb 500 (Pollos Broiler)

La línea de engorde más eficiente en el mundo con un índice de conversión más bajo, mejor tasa de crecimiento y la capacidad de desarrollar la nutrición se los cría con una densidad baja y con un menor precio. Lo cual hace de esta línea altamente competitiva.

2.9 Aparato digestivo de las aves

El aparato digestivo de las aves se muestra en la Figura 7

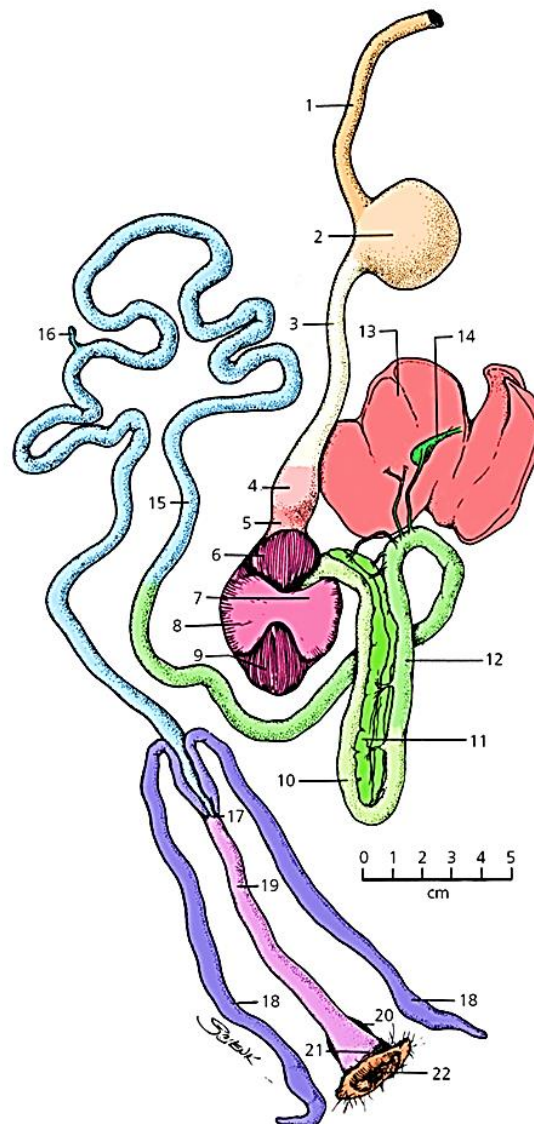


Figura 7 Aparato digestivo del pollo Broiler

Fuente (Reece, Erickson, Goff, & Uemura, 2004)

1. Esófago anterior al buche, 2. Buche, 3. Esófago posterior al buche, 4. Proventrículo (Estómago glandular), 5. Istmo, 6. Músculo cráneo dorsal delgado, 7. Músculo cráneo dorsal grueso, 8. Músculo caudoventral delgado, (6-9 ventrículo- estómago muscular, molleja), 10. Duodeno no proximal, 11. Páncreas, 12. Duodeno distal, 13. Hígado, 14. Vesícula biliar, 15. Yeyuno, 16. Divertículo de Meckel, 17. Unión íleo-ceco-cólica, 18. Ciegos, 19. Recto, 20. Bolsa de Fabricio, 21. Cloaca, 22. Ano.

2.10 Vellosidades Intestinales

El intestino delgado formado por el duodeno, yeyuno e ilion es el lugar donde se absorben la mayor parte de los nutrientes constituida por las vellosidades y las criptas, las primeras son proyecciones digitiformes de la mucosa cuya longitud varía con la especie, actividad fisiológica y estado nutricional. Las criptas intestinales están formadas por invaginaciones tubulares de la mucosa (Bernabé Salazar, Navarro Cámara , & Pallarés Martínez, 2013).

Las vellosidades intestinales tienen una forma de elipse y están recubiertas de enterocitos con microvellosidades, los exámenes mediante microscopía electrónica de la lámina propia de las vellosidades de los pollos dan a conocer una red bien definida de capilares sanguíneos, tejido conectivo, musculo liso y fibras nerviosas, pero no vasos quilíferos (Akers, R Michael Denbow, D Michael, 2008).

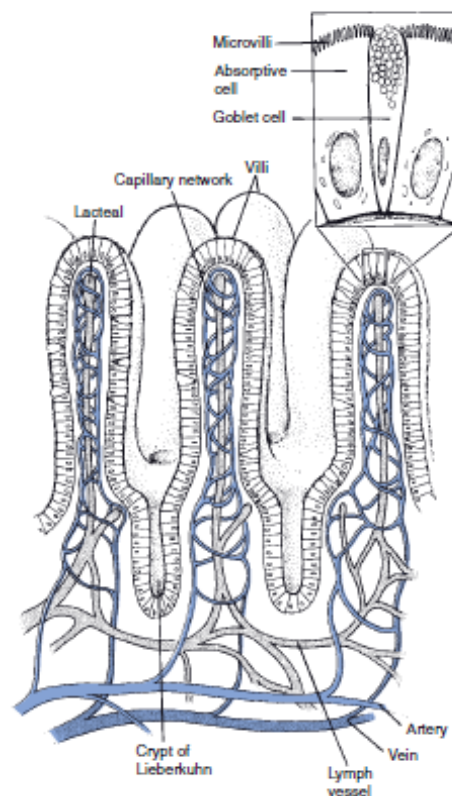


Figura 8 Vellosidades intestinales

Fuente (Frandsen, Wilke, & Fails, 2009)

2.11 Microflora en el aparato digestivo

La microflora intestinal es un ecosistema complejo que ha sido investigado con gran detalle por técnicas de cultivo anaerobias, la mayoría de géneros de bacterias son: *Bacteroides*, *Eubacteriu*, *Clostridium*, *Ruminococcus*, *Peptococcus*, *Peptostreptococcus*, *Bifidobacterium*, y *Fusobacterium*. (Suau, y otros, 1999).

La presencia de las diferentes bacterias depende del pH como podemos ver en el siguiente cuadro.

Tabla 1
Interacción entre pH- microorganismos en el aparato digestivo de pollos

Ph	Microorganismos	Características
2-3-4	Hongos y Levaduras	Producto del metabolismo encontramos toxinas, CO ₂ y alcohol.
de 2,5 hasta 8	<i>Lactobacillus</i>	Beneficiosos en el organismo
De 4,4 a 8	<i>Enterobacterias</i> , <i>E. coli</i> , <i>Salmonella</i> , <i>Campylobacter</i>	Patógenas

Fuente (Guevara , Carlos , Pijal , & Consuelo , 2012)

2.12 Principales bacterias

Existen muchas bacterias del género lactobacilos a lo largo del sistema digestivo pero se ha encontrado un número pequeño de coliformes y estreptococos y no se encuentran anaerobios estrictos, pero se pueden encontrar: *E. coli*, *Salmonella*, *Pasteurella*, *Clostridium*, *Staphylococcus*, *Mycoplasma synoviae* (Barragan, 2010).

Tabla 2
Diversidad bacteriana del tracto gastrointestinal de pollos, en función de la variación del pH y el tiempo medio de retención, en minutos (TMR) de la digestión en la fase sólida

Sección Intestinal	Contenidos		Bacterias
	pH	TMR	
Buche	4,5	31-41	<i>Lactobacillus</i> , <i>Estreptococcus</i> , <i>E. coli</i> , <i>Staphylococcus</i> .
Proventrículo	4,4-4,8	39	<i>Estreptococcus</i> , <i>coliformes</i>
Molleja	2,6	33	<i>Lactobacillus</i>
Yeyuno	5,8	71-84	<i>Clostridium</i>
Íleon	6,3	90-97	<i>Coliformes</i> , <i>Eubacterium</i> , <i>Bacteroides</i> , <i>Staphylococcus</i> , <i>Lactobacillus</i>
Ciegos	5,7	119	<i>Clostridium</i> , <i>Bacteroides</i> , <i>Eubacterium</i> , <i>Fusobacterium</i> , <i>Bofidobacteria</i>

Fuente: (Choque López, Barroeta, & Baucells Sánchez, 2009)

Las Enterobacterias de la familia *Enterobacteraceae* son bacilos Gram negativos, aerobios, anaerobios facultativos los cuales son móviles con excepción de *Klebsiella* y *Shigella* que siempre son inmóviles, además de ser espatulados y encapsulados con la particularidad de *E. coli* que puede adquirir esta cápsula (Guevara , Carlos , Pijal , & Consuelo , 2012)

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del lugar de investigación

3.1.1 Ubicación política

La investigación de campo propuesta se realizó en la Empresa VETFARMA, Provincia de Cotopaxi, en el Cantón Salcedo, posteriormente la segunda fase que consistió en la preparación de placas para la realización de mediciones de micro vellosidades, esto se realizó en el laboratorio de la empresa ANIMALAB.

3.1.2 Ubicación geográfica

La ubicación geográfica del lugar en donde se realizó la investigación es:

Latitud 1°06'04.2"S

Longitud 78°37'39.5"W

Norte: Cantón Pujilí.

Sur: Provincia de Tungurahua, Cantón Ambato, Parroquias Luís Augusto, Martínez, Cunchibamba y San Antonio de Quisapincha.

Este: Parroquias Panzaleo y Antonio José Holguín.

Oeste: Parroquia Cusubamba.

La parroquia Salcedo está ubicada al sur occidente del cantón Salcedo, a 2 km conectada por la vía Panamericana Sur tomando el desvío que pasa por la Parroquia Panzaleo por vía en proceso de asfaltado o bien ingresando a la altura de la Laguna de Yambo por la Parroquia Antonio José Holguín (Gobierno Autónomo Descentralizado, 2014).

3.1.3 Ubicación ecológica

La parroquia San Miguel de Salcedo ubicada a 2700 m.s.n.m., presenta una temperatura media de 12,9 °C, sin embargo en días muy calurosos la temperatura se eleva a 24°C y por la noche puede llegar hasta 8°C. La precipitación anual es de 533 mm (Climate-data.org, 2017).

3.2 Materiales

3.2.1 Materiales de campo

- Galpón experimental.
- 300 pollos broiler machos Linea Cobb 500.
- Libreta de campo.
- Registros.
- Etiquetas.
- Alimento balanceado (stock).
- Sistema de comederos.
- Sistema de bebederos.
- Material de cama.
- Guantes de látex.
- Equipo de calefacción.
- Vitaminas y electrolitos (Na^+ , K^+ , Cl^-).
- Antibióticos.

3.2.2 Equipos

- Balanza digital marca (Marca CAMRY, modelo Ek3550±0,1 g).
- Termómetro (Max – Min).
- Equipo de disección.
- Cámara fotográfica marca SONY modelo DCR-SX44.
- Computador marca DELL modelo LATITUDE 3440.
- Medidor de cloro y ph marca Dg.
- Termómetro Láser (Max – Min) marca FLUKE, modelo 561.
- Placas de microscopio.
- Microscopio Olympus BX 41.
- Parafina.

3.2.3 Reactivos

- Ácido Fórmico y Propiónico (SALMOHO-PLUS).
- Carvacrol (REGANO).
- Formol. (FORMOLIN 20%)

- Sulfato de cobre (FULLTREX).
- Vacunas (NEW+BRON).
- Desinfectantes (YODO TOTAL)
- Alcohol industrial (LIBRA)

3.3 Métodos

En la presente investigación se evaluó el efecto del suministro de ácidos orgánicos (fórmico y propiónico) y un aceite esencial (Carvacrol) sobre el desempeño productivo y la salud intestinal en pollos Broiler criados en zonas de altura.

Se utilizaron 300 pollos de engorde machos de la línea Cobb 500 de un día de edad que pesaron 55 gramos, los mismo fueron distribuidos aleatoriamente en cinco tratamientos con cuatro replicas, 15 aves por replica a las cuales se les suministró alimento concentrado isoproteico e isoenergético por un lapso de 42 días. Las dietas fueron remozadas con una pre mezcla “ON TOP”, donde las concentraciones estuvieron en función de la dosis por tratamiento: ácidos orgánicos al 0,01% y 0,005% y Carvacrol 0,01% y 0,005%.

La información se tomó desde el tercer día de la llegada de los pollitos para reducir el impacto del estrés por el traslado y adaptación al galpón, el mismo día se tomó el peso inicial de cuatro aves de cada repetición por tratamiento, en forma semanal se fue evaluando los siguientes parámetros productivos: ganancia de peso, conversión alimenticia, consumo de alimento, igualmente a los 21 y 42 días en forma aleatoria se sacrificaron 4 aves por tratamiento para tomar muestras de intestino a fin de realizar los respectivos cortes histológicos para la evaluación de microvellosidades y salud intestinal, de acuerdo al protocolo, según (Del Moral, 1993).

Al término del proceso se evaluó la información obtenida mediante análisis estadístico utilizando el software INFOSTAT versión estudiantil se trabajó con un nivel de significancia del (0,05%). Finalmente de la información obtenida y previamente tabulada se realizó la respectiva publicación en medios y revistas especializadas.

3.3.1 Diseño experimental

3.3.2 Factores

Los factores que se probaron fueron la inclusión de dos niveles de ácidos orgánicos y dos niveles de Carvacrol

3.3.3 Tratamientos a comparar

Ácido orgánicos Carvacrol

A0: 50 ppm C0: 50 ppm

A1: 100 ppm C1: 100 ppm

Tabla 3

Descripción de los tratamientos de dosis de ácidos y Carvacrol

Tratamiento	Nomenclatura	Descripción
TR	Testigo	Ácidos orgánicos 0 Carvacrol 0
T1	A1C1	Ácidos orgánicos 50 ppm Carvacrol 50 ppm
T2	A1C2	Ácidos orgánicos 50 ppm Carvacrol 100 ppm
T3	A2C1	Ácidos orgánicos 100 ppm Carvacrol 50 ppm
T4	A2C2	Ácidos orgánicos 100 ppm Carvacrol 100 ppm

TR: Testigo de referencia; T1: Tratamiento 1; T2: Tratamiento 2; T3: Tratamiento 3 T4: Tratamiento 4. A0C0: Ácidos orgánicos 50 ppm y Carvacrol 50 ppm; A1C1: Ácidos orgánicos 50 ppm y Carvacrol 50 ppm; A1C2: Ácidos orgánicos 50 ppm y Carvacrol 100 ppm, A2C1: Ácidos orgánicos 100 ppm y Carvacrol 50 ppm; A2C2: Ácidos orgánicos 100 ppm y Carvacrol 100 ppm; ppm: Partes por millón

3.3.4 Tipo de diseño y modelo matemático

El diseño utilizado fue un DCA (Diseño completamente al azar) con un arreglo bifactorial 2x2+1 por la homogeneidad de las unidades experimentales y las condiciones controladas del ambiente.

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + C_j + AC_{ij} + e_{ijk}$$

Y_{ijk} = Desempeño productivo y valores del hemograma. μ = media general.

A_i = Efecto debido al i – ésimo nivel de los ácidos orgánicos.

C_j = Efecto debido al j – ésimo nivel de carvacrol.

AC_{ij} = Efecto de la interacción $A_i \times C_j$

e_{ijk} = error experimental

3.3.5 Repeticiones

Se emplearon 4 repeticiones por cada tratamiento.

3.3.6 Características de las unidades experimentales

Se utilizaron 300 pollos de la línea Cobb 500, de un día de nacidos con un peso de 55g, la unidad experimental estará conformada por 15 aves las cuales fueron colocadas en boxes de 1,5 m² dando un total de 20 UE.

3.3.7 Croquis experimental

A2C2	A1C1	A1C1	A1C2	A1C1	A2C2	A1C2	A2C1	A0C0	A0C0
A0C0	A1C2	A2C1	A2C2	A2C2	A1C1	A2C1	A1C2	A2C1	A0C0

Figura 9 Croquis experimental

A0C0: Ácidos orgánicos 50 ppm y Carvacrol 50 ppm; A1C1: Ácidos orgánicos 50 ppm y Carvacrol 50 ppm; A1C2: Ácidos orgánicos 50 ppm y Carvacrol 100 ppm, A2C1: Ácidos orgánicos 100 ppm y Carvacrol 50 ppm; A2C2: Ácidos orgánicos 100 ppm y Carvacrol 100 ppm
ppm: Partes por millón

3.3.8 Análisis estadístico

Tabla 4

Análisis de varianza del experimento

Fuentes de Variación	gl
Ácidos Orgánicos	1
Carvacrol	1
Ácidos Orgánicos *Carvacrol	1
Testigo*Tratamientos	1
Error	15
Total	19

gl: Grados de libertad

3.3.9 Coeficiente de variación

$$CV = \frac{SD}{x} \times 100$$

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(xi - x)^2}{n - 1}}$$

Dónde:

CV: Coeficiente de variación.

SD: Desviación estándar

x: Media

xi: i-ésimo dato

n: población

3.3.10 Análisis funcional

Se realizó una prueba de comparación de medias de Duncan con una confiabilidad del 95%.

3.3.11 Análisis económico

Para el presupuesto económico se procedió a realizar el análisis de costos fijos y costos variables según el análisis de costo-beneficio.

3.3.12 Variables a medir

• Variables productivas

Porcentaje de mortalidad: Se contabilizó el número de aves muertas de cada tratamiento durante el experimento se lo puede calcular con la fórmula:

$$\%Mortalidad = \frac{\text{número de aves muertas}}{\text{número total de aves al inicio}} \times 100$$

Ganancia de peso semanal: Se calculó la diferencia entre el peso al final de la semana menos el peso al inicio de la semana de cada tratamiento.

$$GP = \frac{\text{Peso al final de la semana} - \text{peso al inicio de la semana}}{7}$$

Índice de conversión alimenticia: Es la relación entre la cantidad de alimento consumido y la ganancia de peso vivo logrado durante una semana.

$$ICA = \frac{\text{Alimento consumido (g)}}{\text{Ganancia de peso (g)}}$$

Consumo de alimento: El alimento se suministró de acuerdo al programa establecido por las tablas de requerimientos de la zona en estudio.

Índice de eficiencia europea (IEE): Permite determinar si los factores de producción fueron manejados correctamente y se determinará a través de la siguiente ecuación matemática:

$$IEE = \frac{\text{Viabilidad \%} \times \text{peso vivo al sacrificio (kg)}}{\text{Edad (Dias)} \times CA}$$

Rendimiento a la canal: Al final del experimento se tomaron tres aves por repetición de los diferentes tratamientos, se las escaldó, desplumó y evisceró, la parte de los músculos fueron cortados a nivel de la parte superior posterior del tórax, seguidamente se almaceno en agua helada durante 2 horas y finalmente secadas durante 10 minutos, se registró el peso en kilos de cada animal.

- **Variables de salud intestinal**

Peso tamaño del paquete visceral: Se sacrificó cuatro aves de cada tratamiento y se cuantificó el desarrollo del paquete visceral (peso de: proventrículo, molleja, hígado, páncreas, intestino delgado), en forma semanal.

Tamaño de micro vellosidades: Estuvo determinado por la medición que se obtuvo a nivel de placa cuando las muestras de tejido estuvieron tinturadas y fijadas en el laboratorio, esta se midió en micras (μm).

3.3.13 Métodos Específicos de Manejo del Experimento

3.3.13.1 Preparación del galpón:

Previo a la llegada de los pollitos, siete días antes se procedió a la preparación del galpón que consistió en lavar y desinfectar el galpón usando una solución de sulfato de cobre y formol al 10%, 5% respectivamente, para luego continuar con el vacío sanitario. Posteriormente se introdujo y preparó el material de cama (cascarilla de arroz) en un espesor de 10cm. Seguido a esto se precalentó por un lapso de 24 horas el galpón para la recepción de los pollitos bb en el que se incluyó todos los equipos así como también agua y alimento.

3.3.13.2 Distribución Boxes

Se distribuyó los tratamientos y se dividieron en 20 boxes de acuerdo a las medidas necesarias simulando las condiciones de campo en las que se explotan aves en forma comercial para cada uno de los tratamientos a probar.

3.3.13.3 Recepción de los pollitos

Al momento de la recepción, el galpón tuvo las condiciones óptimas de temperatura, luminosidad, ventilación y humedad para la recepción de los pollitos bb, esto se lo consiguió encendiendo el equipo de calefacción 24 horas antes de la recepción.

3.3.13.4 Adición del ácido orgánicos a la dieta

El ácido fórmico y propiónico con una concentración del 10% se obtuvo a partir de la presentación comercial SALMOHO –PLUS, se adicionó a la dieta en una relación peso/peso, la concentración requerida en la dieta del experimento fue de 50 ppm y 100 ppm de ácidos orgánicos en la dieta, así el peso que se incorporó a la dieta fue de 0,5 kg/tn y 1 kg/tn del producto respectivamente, el alimento posteriormente se mezcló para homogenizar.

3.3.13.5 Adición del Carvacrol a la dieta

El Carvacrol con una concentración del 5% se lo obtuvo a partir de REGANO, producido por laboratorios RALCO Animal Health, se adicionó a la dieta en una relación peso/peso, la concentración requerida en la dieta del experimento fue de 50 ppm y 100 ppm de Carvacrol así la cantidad del producto que se incorporó a la dieta fue de 1 kg/tn y 2 kg/tn del producto, posteriormente se mezcló para homogenizar.

3.3.13.6 Preparación de muestras

Se recogió segmentos de 3 cm. de la porción media del duodeno, se procedió a lavarlos con agua destilada para eliminar el contenido intestinal y posteriormente fueron depositados en envases plásticos estériles con formol al 10%. El procesamiento histológico empezó con la fijación de la muestra en parafina, luego con la ayuda de un micrótopo se realizó 2 cortes con 7 mm de espesor, los mismos que se los tiñó con Hematoxilina-Eosina, a estos cortes se los dejó secar por 15 días para una mejor fijación; obteniendo finalmente la placa histológica lista para su valoración. Los cortes fueron examinados con microscopía óptica, Microscopio óptico Olympus y cámara Sony con aumento 10X.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Parámetros productivos

Porcentaje de mortalidad

Tabla 5

Porcentaje de mortalidad de pollos en el experimento

Tratamientos	% Mortalidad
A0C0	3,35
A1C1	0
A1C2	0
A2C1	0
A2C2	0
EE	1,93
p-valor	0,5280

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

EE: Error estándar ($n=60$).

% Porcentaje.

A0C0: Ácidos orgánicos 50 ppm y Carvacrol 50 ppm; A1C1: Ácidos orgánicos 50 ppm y Carvacrol 50 ppm; A1C2: Ácidos orgánicos 50 ppm y Carvacrol 100 ppm, A2C1: Ácidos orgánicos 100 ppm y Carvacrol 50 ppm; A2C2: Ácidos orgánicos 100 ppm y Carvacrol 100 ppm.

En la Tabla 6, se muestra el porcentaje de mortalidad de pollos alimentados con diferentes dosis de ácidos orgánicos y un aceite esencial durante el experimento, encontrándose diferencias significativas ($p=0,0043$), de los tratamientos respecto al testigo.

El tratamiento testigo tuvo una mortalidad máxima de 3,35%, sin embargo la causa de la muerte de los animales se debe al estrés causado por efectos medio ambientales.

Según Albeño, Albanes Esmeralda, Ieris Zelaya Ríos, Karen Daniela (2017) el cuidado adecuado de los pollitos en los primeros días de vida refleja una mortalidad menor al 0,7% en la primera semana.

Betancourt, Ariza, & Afanador (2012), detallan que el consumo de Carvacrol en pollos disminuye un 17% el consumo de oxígeno, reduciendo a su vez, el síndrome ascítico, con lo cual se disminuye las muertes por esta causa.

Igualmente Ragaa & Korany, (2016) reportan disminución en los porcentajes de mortalidad, atribuyendo esta reducción al efecto benéfico de los ácidos (fórmico, propiónico y formaldehidos) en la crianza de comercial de aves de engorde.

Peso semanal

Las ganancia de peso semanal de pollos alimentados bajo diferentes dosis de Carvacrol y ácidos orgánicos, se muestra en la Tabla 6, observándose que estos tuvieron mejor desempeño, respecto al testigo a los 7 días de edad ($p < 0,0001$).

Se encontraron que los pollos bajo el efecto del suministro Carvacrol y ácidos orgánicos a los 42 días tienen una interacción ($p < 0,0001$), Tabla 7.

Los animales alimentados con una dosis de 100 ppm de ácidos orgánicos y 50 ppm de Carvacrol presentaron un peso mayor respecto al resto de tratamientos en el días 42.

Según Sanchez (2010) sostiene que el efecto del Carvacrol se ve potencializado en bajo situaciones adversas de higiene por otro lado Gonzáles, y otros (2013), obtuvieron resultados estadísticamente similares al probar ácidos orgánicos y bacitracina de zinc.

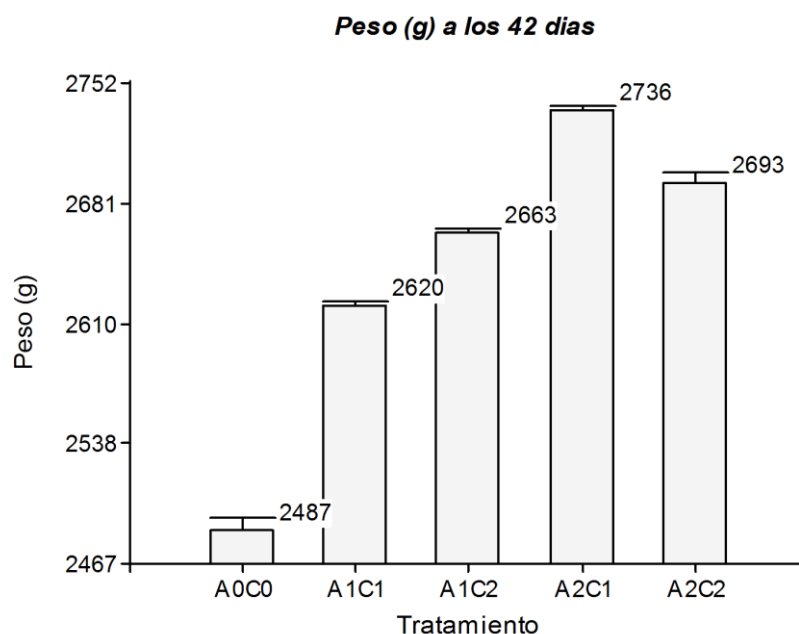


Figura 10 Peso de pollos a los 42 días.

A0C0: Ácidos orgánicos 50 ppm y Carvacrol 50 ppm; A1C1: Ácidos orgánicos 50 ppm y Carvacrol 50 ppm; A1C2: Ácidos orgánicos 50 ppm y Carvacrol 100 ppm, A2C1: Ácidos orgánicos 100 ppm y Carvacrol 50 ppm; A2C2: Ácidos orgánicos 100 ppm y Carvacrol 100 ppm.

Ganancia de peso

La ganancia de peso semanal de los pollos en el experimento a los 21 días de edad no presentaron diferencias significativas con respecto al testigo ($p=0,3033$), pero en el día 42 tuvo un efecto significativo con el resto de los tratamientos ($p<0,0001$). Mientras que al final del experimento hubo una marcada diferencia entre todos los tratamientos ($p<0,0001$) Tabla 6.

La tendencia de los animales del testigo a reducir su ganancia de peso semanal se debe a la falta de Carvacrol en la dieta, ya que actuaba como bactericida frente a *Clostridium perfringer*, *Salmonella typhimurium* y *E. coli*. como detalla (Helander, y otros, 1998)

No se encontraron interacciones entre las dosis de ácidos orgánicos y el Carvacrol a los 21 días ($p=0,0804$). A los 42 días se encontró un efecto significativo de parte de los ácidos orgánicos donde los pollos alimentados con una dosis de 0,1% presentaron mayor ganancia de peso respecto a los demás tratamientos ($p<0,0001$) Tabla 7. Un estudio realizado por Williams, Mallet, Leconte, Lessire, & Gabriel (2008), refleja que la ganancia de peso fue mayor que la obtenida utilizando 0,01g/kg de avilamicina.

En todo el periodo se encontró una interacción entre ácidos orgánicos y Carvacrol ($p<0,0001$), pero el efecto del Carvacrol no fue significativo en la ganancia de peso ($p<0,8365$). Una causa por la que hubo un aumento en el peso de los animales bajo los efectos de los Ácidos Orgánicos es que estos mejoran su digestibilidad de las proteínas y de la energía y las pérdidas de nitrógeno endógeno (Ragaa & Korany, 2016).

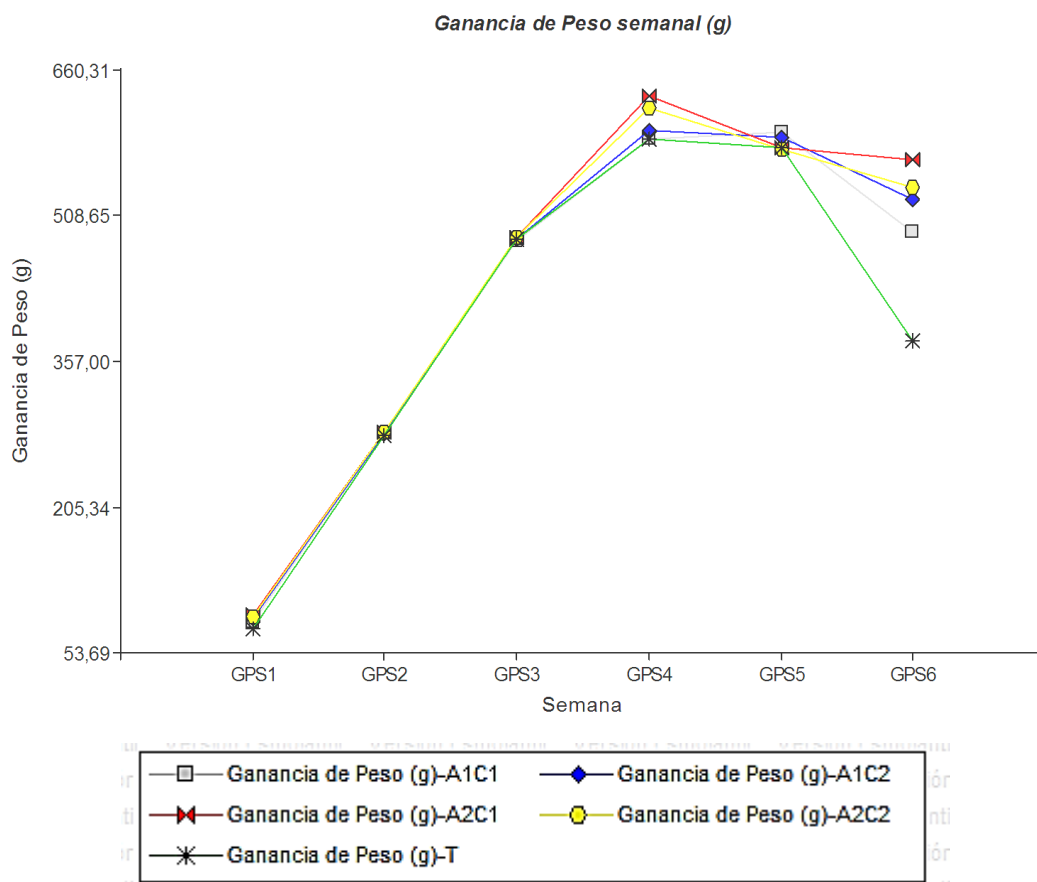


Figura 11 Ganancia de peso

GPS1: Ganancia de peso semana 1; GPS2: Ganancia de peso semana 2; GPS3: Ganancia de peso semana 3; GPS4: Ganancia de peso semana 4; GPS5: Ganancia de peso semana 5; GPS6: Ganancia de peso semana 6. A0C0: Ácidos orgánicos 50 ppm y Carvacrol 50 ppm; A1C1: Ácidos orgánicos 50 ppm y Carvacrol 50 ppm; A1C2: Ácidos orgánicos 50 ppm y Carvacrol 100 ppm, A2C1: Ácidos orgánicos 100 ppm y Carvacrol 50 ppm; A2C2: Ácidos orgánicos 100 ppm y Carvacrol 100 ppm.

Consumo de alimento

El consumo de alimento se detalla en la Tabla 6. A un nivel de significancia del 0,05% no se encontró diferencias significativas entre tratamientos ($p= 0,0516$), se observó que el grupo A1C1 presentó un mayor consumo de alimento.

Según Sanchez (2010) indica que ningún extracto de planta aumenta el consumo de alimento no se han presentado diferencias significativas en el consumo de alimento con extractos de orégano (Botsoglou, y otros, 2004).

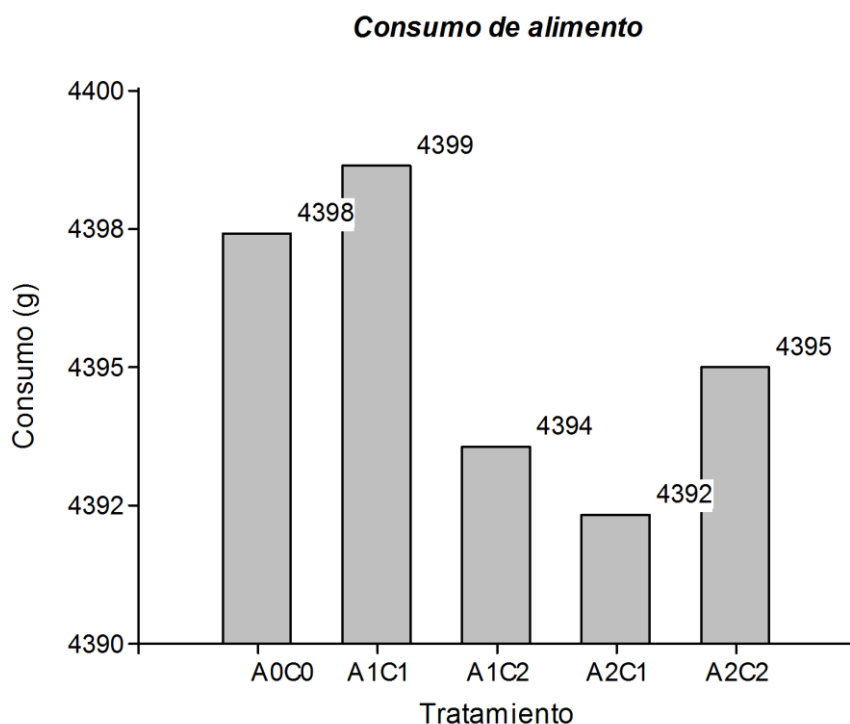


Figura 12 Consumo de alimento

A0C0: Ácidos orgánicos 50 ppm y Carvacrol 50 ppm; A1C1: Ácidos orgánicos 50 ppm y Carvacrol 50 ppm; A1C2: Ácidos orgánicos 50 ppm y Carvacrol 100 ppm, A2C1: Ácidos orgánicos 100 ppm y Carvacrol 50 ppm; A2C2: Ácidos orgánicos 100 ppm y Carvacrol 100 ppm.

Conversión alimenticia

La conversión alimenticia de los pollos bajo el efecto de dosis de Carvacrol y ácidos orgánicos tuvo un efecto significativo frente al testigo ($p < 0,0001$).

Se encontró una interacción entre las dosis: Carvacrol y Ácidos, ($p < 0,0001$). Siendo los pollos alimentados con el tratamiento A2C1 los que mostraron mejor conversión alimenticia. Tabla 6. Según Lee, Everts, Kappert, Yeom, & Beynen (2003) citado por (Roldán, 2010) el suministro de 200 ppm de Carvacrol disminuye el consumo de alimento pero mejora la conversión alimenticia.

En comparación con una investigación con virginiamicina se encontró que los resultados obtenidos tienen una conversión alimenticia de 2,2 lo que muestra que en el trabajo hay resultados favorables a la de un antibiótico promotor de crecimiento (Pourabedin, Guan, & Zhao, 2015).

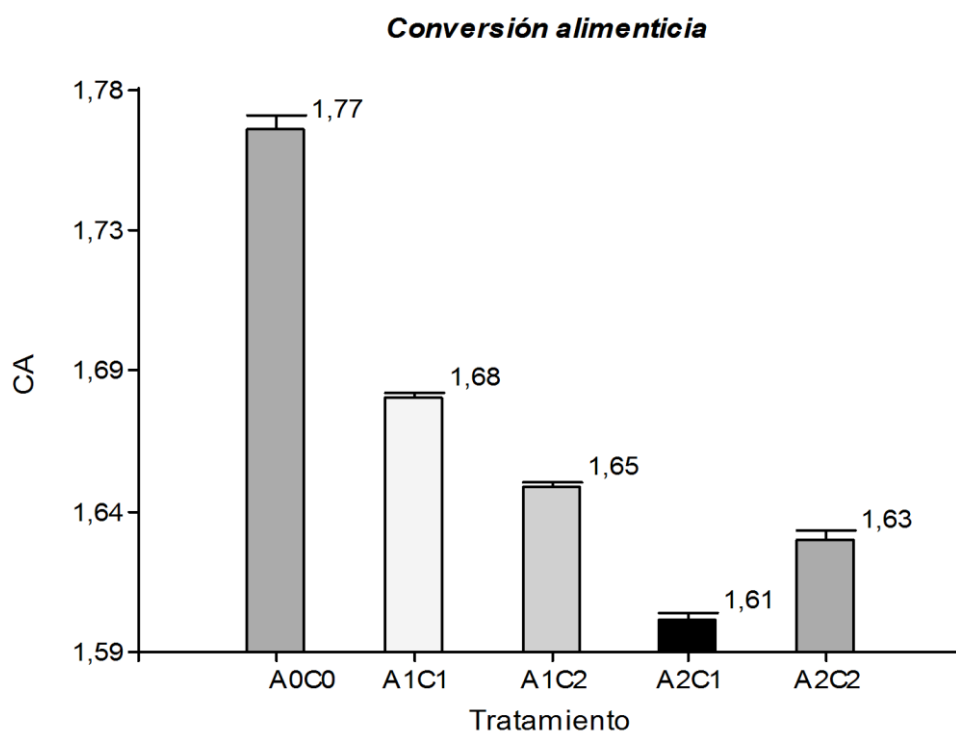


Figura 13 Conversión alimenticia

A0C0: Ácidos orgánicos 50 ppm y Carvacrol 50 ppm; A1C1: Ácidos orgánicos 50 ppm y Carvacrol 50 ppm; A1C2: Ácidos orgánicos 50 ppm y Carvacrol 100 ppm, A2C1: Ácidos orgánicos 100 ppm y Carvacrol 50 ppm; A2C2: Ácidos orgánicos 100 ppm y Carvacrol 100 ppm.

CA: Conversión alimenticia

Índice de Eficiencia Europea

Se encontró diferencias significativas entre el índice de eficiencia europea del testigo frente a los demás tratamientos ($p < 0,0001$). Se encontró una interacción entre los factores ácidos orgánicos y Carvacrol ($p < 0,0001$), Tabla 6.

El índice de Eficiencia Europea en los mejores casos llega a 400 y en el caso de ineficiencia hasta los 200 (Nicolande, 2009), en el experimento los animales alimentados con el tratamiento A2C2 se tuvo una eficiencia que paso el valor de 400.

Rendimiento a la canal

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($p = 0,3526$); en un estudio realizado por Ragaa & Korany (2016), reporta porcentajes ligeramente menores a los encontrados el tratamiento A2C2, Tabla 6.

Se encontró un rendimiento mayor al experimento realizado por Roldán (2010) en el cual se utilizó Bacitracina de zinc en concentración de 200 ppm.

Características histomorfométricas.

Paquete visceral

Los pollos bajo el efecto de los tratamientos de Carvacrol y ácidos orgánicos se encontraron un efecto significativo frente al testigo a los 21 y 42 días, ($p < 0,0001$), no se encontró una interacción entre ácidos orgánicos y dosis de Carvacrol ($p=0,0063$).

Cuando se analiza el efecto de los ácidos orgánicos en el Tabla 7, encontramos que tienen significancia estadística ($p < 0,0001$) en los días 21 y 42, estableciendo que los ácidos orgánicos al 0,1% aumentaron el tamaño del paquete visceral con respecto a los tratamientos con 0,05% del producto, teniendo un incremento del 5% al día 42

En la Tabla 7, se muestra el efecto Carvacrol en el peso del paquete visceral, obteniendo diferencias significativas ($P < 0,0063$) en los días 21 y 42 días, siendo la dosis de 0,1% la que obtiene crecimiento del 0,5 y 0,8 % a los 21 y 42 días respectivamente, comparado a los animales bajo el régimen de 0,05 % de Carvacrol.

Se establece que los animales que fueron suplementados con ácidos orgánicos obtiene un mayor crecimiento del paquete visceral, la razón puede deberse a que el aceite esencial promueve una mejor digestión, eliminando organismos patógenos.

Tabla 6

Promedio \pm EE del peso, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y rendimiento a la canal de pollos alimentados con ácidos orgánicos y Carvacrol

Días	Tratamientos					EE	Test.	A x C
	A0C0	A1C1	A1C2	A2C1	A2C2		p-valor	p-valor
Peso (g)								
1-7 Días	174,84 ^d	180,7 ^c	185,5 ^b	188,66 ^a	186,74 ^{ab}	1,17	<0,0001	0,0002
1-42 Días	2487,41 ^e	2620,11 ^d	2663,49 ^c	2736,24 ^a	2693,05 ^b	19,63	<0,0001	<0,0001
Ganancia de peso (g)								
21 Días	484,35 ^a	482,11 ^c	483,56 ^b	485,93 ^a	485,3 ^a	0,37	0,03033	0,8040
42 Días	379,01 ^e	490,95 ^d	524,98 ^c	566,58 ^a	539,09 ^b	15,07	<0,0001	<0,0001
1-42 Días	2391,71 ^e	2525,61 ^d	2567,14 ^c	2640,29 ^a	2596,81 ^b	15,07	<0,0001	<0,0001
Consumo de alimento								
42 Días	4397,5 ^{ab}	4398,75 ^a	4393,5 ^{bc}	4392,25 ^c	4395 ^{abc}	0,83	0,1524	0,0214
Conversión alimenticia								
42 Días	1,77 ^a	1,68 ^b	1,65 ^c	1,61 ^e	1,63 ^d	0,01	<0,0001	<0,0001
IEE								
42 Días	335,0 ^e	368,5 ^d	384,4 ^c	402,46 ^a	392,9 ^b	24,56	<0,0001	<0,0001
Rendimiento a la canal								
%	75,23	74,75	74,73	74,80	75,23	0,48	0,2026	0,3534

Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

EE: Error estándar (n=60).A0C0: Ácidos orgánicos 50 ppm y Carvacrol 50 ppm; A1C1: Ácidos orgánicos 50 ppm y Carvacrol 50 ppm; A1C2: Ácidos orgánicos 50 ppm y Carvacrol 100 ppm, A2C1: Ácidos orgánicos 100 ppm y Carvacrol 50 ppm; A2C2: Ácidos orgánicos 100 ppm y Carvacrol 100 ppm. A x C: Interacción Ácidos orgánicos y Carvacrol; %: Porcentaje, IEE: Índice de Eficiencia Europea; Test: testigo.

Tabla 7

Efecto ácidos orgánicos en los parámetros productivos (Peso, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y rendimiento a la canal) de pollos

Días	ACIDOS ORGANICOS		EE	p-valor
	A1	A2		
Peso (g)				
1-7 Días	183,1	187,7	1,05	<0,0001
1-42 Días	2641,8	2714,65	8,33	<0,0001
Ganancia de peso (g)				
21 Días	482,83	485,89	1,24	<0,0001
42 Días	507,96	552,84	18,82	<0,0001
1-42 Días	2546,38	2618,55	24,83	<0,0001
Consumo de alimento (g)				
42 Días	4396,13	4343,63	1,36	0,1292
Conversión alimenticia				
42 Días	1,66	1,62	0,01	<0,0001
IEE				
42 Días	378,02	399,38	2,6	<0,0001
Rendimiento a la canal				
%	74,74	75,01	0,2	0,2601

EE: Error estándar (n=60).

A1: Ácidos orgánicos 50 ppm, A2: Ácidos orgánicos 100 ppm

IEE: Índice de Eficiencia Europea. %; Porcentaje; g: gramos

Tabla 8

Efecto de Carvacrol en los parámetros productivos (Peso, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y rendimiento a la canal) de pollos

Días	CARVACROL		EE	p-valor
	C1	C2		
Peso (g)				
1-7 Días	184,68	186,12	1,57	0,0589
1-42 Días	2678,18	2678,65	22,02	0,9834
Ganancia de peso (g)				
21 Días	484,02	484,68	2,28	0,1421
42 Días	528,77	532,03	40,75	0,4575
1-42 Días	52877	532,03	61,52	0,8365
Consumo de alimento (g)				
42 Días	4395,5	4394,25	1,58	0,4347
Conversión alimenticia				
42 Días	1,64	1,64	0,0036	0,6116
IEE				
42 Días	388,72	388,68	6,65	0,9713
Rendimiento a la canal				
%	74,78	74,98	0,19	0,408

EE: Error estándar (n=60).

C1: Carvacrol 50 ppm; C2: Carvacrol 100 ppm

IEE: Índice de Eficiencia Europea. %; Porcentaje; g: gramos

Proventrículo

En la Tabla 8 se indica las medias del peso del proventrículo analizadas, mostrando que existen diferencias significativas entre el testigo y los demás tratamientos a los 21 días ($p < 0,0002$) encontrando un incremento máximo de 24%. A los 42 días no se encuentran diferencias significativas con los tratamientos donde se suministró el ácido y el aceite esencial.

Se encontró que no existe interacción entre los ácidos y el aceite esencial durante los 21 y 42 días del experimento ($p < 0,8113$),

El impacto de los ácidos se muestra en la Tabla 9, donde se observa que a los 21 días los tratamientos con 100 ppm tienen mayor peso del proventrículo con respecto a los que recibieron una dosis de 50 ppm (i.e. 11%; $p < 0,0005$). Se observa que el día 42 los tratamientos cuyas dietas contenían 0,1% de ácidos no registraron una variación peso del proventrículo con respecto a las dietas con 50 ppm de ácido ($p < 0,0629$).

La dosis de Carvacrol y su efecto en los tratamientos se muestra en la Tabla 10, donde se obtiene que en el día 21 las dosis de 100 ppm presentaron un aumento que el peso del proventrículo (i.e. 9%; $p = 0,0065$). A los 42 días no se encontraron diferencias significativas por las dosis de Carvacrol en los tratamientos ($p = 0,3121$).

En estudios realizados con aceites esenciales de orégano se encontró que el peso del proventrículo es el 0,75% de su peso corporal Gracia, Lázaro García, & Mateos (2017), en el estudio este órgano no se desarrolló la razón está dada por que se racionalizó el alimento para prevenir el síndrome ascítico.

Molleja

En la Tabla 8, se muestra los pesos del peso de la molleja en pollos, no se encontraron diferencias significativas entre el testigo y las diferentes dosis de ácido y aceite esencial a los 42 días ($p = 0,1196$).

El peso de la molleja presenta una interacción entre los ácidos orgánicos y el Carvacrol el día 42 ($p = 0,0427$).

Analizando el peso de la molleja a los 21 días con la suplementación de Ácidos Orgánicos sin tomar en cuenta el aceite esencial no se encuentra diferencias significativas ($p=0,4514$), los animales que recibieron una dosis de 100 ppm del acidificante tuvieron un incremento numérico del 1%, comparados a los que recibieron una dosis de 50 ppm.

En la Tabla 10, se describe el efecto de los niveles de Carvacrol mostrado diferencias significativas a los 42 días ($p=0,0019$), siendo la dieta que contiene 100 ppm de aceite la que obtiene un 5 % más en el peso de la molleja.

La molleja comparado con investigaciones tiene un desarrollo diferenciado al que precisa Gracia, Lázaro García, & Mateos (2017) con un 15% menos en su desarrollo este hecho se puede atribuir a la racionalización y la granulometría del alimento.

Hígado

En el peso del hígado de los pollos se encuentran diferencias significativas contra el testigo a los 21 días ($p<0,0031$).

En la Tabla 8, se analiza el efecto de los ácidos orgánicos, Carvacrol y su interacción, no se observan diferencias significativas durante el ensayo ($p<0,0893$; $p<0,2501$; $p<0,0788$), a pesar de que no existe diferencias estadísticas significativas existen claras diferencias numéricas producidas por un tamaño maestral pequeño.

Sin embargo se puede ver en la Tabla 8, que el tratamiento con 50 ppm de (ácido fórmico y propiónico) y 100 ppm de Carvacrol presentaron un incremento del 3% respecto al testigo ($p<0,0788$) según Gracia, Lázaro García, & Mateos, (2017) el peso de este órgano a los 21 días tiene que ser el 3,09% de su peso vivo, la investigación detalla que hubo un incremento del 3 % lo cual no es del significativo.

Páncreas

Los resultados del peso del páncreas Tabla 8, tienen diferencias significativas ($p=0,0086$) en los días 21 y 42 entre el testigo y el resto de los tratamientos, No se encontraron interacciones entre los ácidos orgánicos y el Carvacrol ($p<0,9999$) durante todo el periodo.

El efecto de las dosis del acidificante Tabla 9, a los 21 días manifiesta que los tratamientos con una dosis de 100 ppm tienen un mayor peso del páncreas (i.e. 28 %; $p<0,0001$). En el día 42 no se encontró diferencias significativas en el peso ($p<0,2885$).

Cuando se estudia el efecto del aceite esencial Tabla 10, encontramos que una las dosis de 100 ppm Carvacrol tienen efectos significativos ($p<0,0025$) a los 21 y 42 días, estableciendo que el aceite aumento un 8% el peso del páncreas con respecto a los tratamientos que recibieron 50 ppm de Carvacrol.

El peso del páncreas a los 21 días comparado al trabajo de Gracia, Lázaro García, & Mateos (2017) tuvo una disminución del 18% en su peso atribuido a la cantidad del alimento lo que contribuye a una estimulación escasa.

Intestino Delgado

En la Tabla 8 se indica las medias del intestino delgado analizadas, mostrando que existen diferencias significativas ($p<0,0001$) entre el testigo y los demás tratamientos en todo el periodo, encontrando un incremento máximo de 11%. No se encuentran diferencias significativas con los tratamientos donde se suministró el ácido y el aceite esencial ($p< 0,0890$).

En la Tabla 9, se describe el efecto de los niveles de los ácidos orgánicos mostrado diferencias significativas a los 21 y 42 días ($p<0,0025$), siendo la dieta que contiene 100 ppm de ácidos orgánicos la que obtiene un 3 % más en el peso del intestino delgado con respecto a las dietas que contenían 50 ppm de ácidos.

El efecto del Carvacrol se muestra en la Tabla 10, donde se observa que a los 21 y 42 días los tratamientos con 100 ppm tienen mayor peso del intestino delgado con respecto a los que recibieron una dosis de 50 ppm (i.e. 7%; $p=0,0159$), Gracia, Lázaro García, & Mateos, (2017) detalla que el peso del intestino en pollos es 3,86% del peso corporal a los 21 días evidenciando que hubo un desarrollo del 10% en el peso de este órgano.

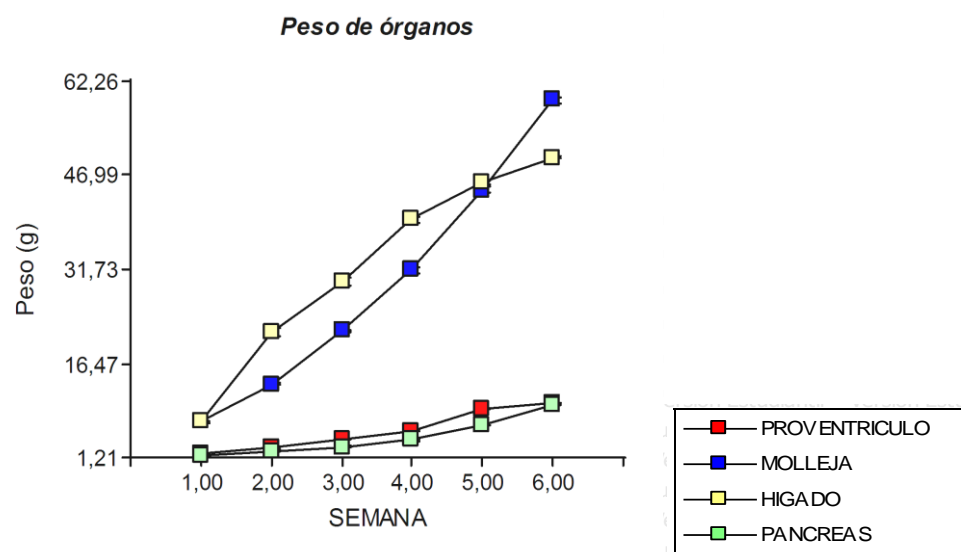


Figura 14 Peso Órganos Internos 1

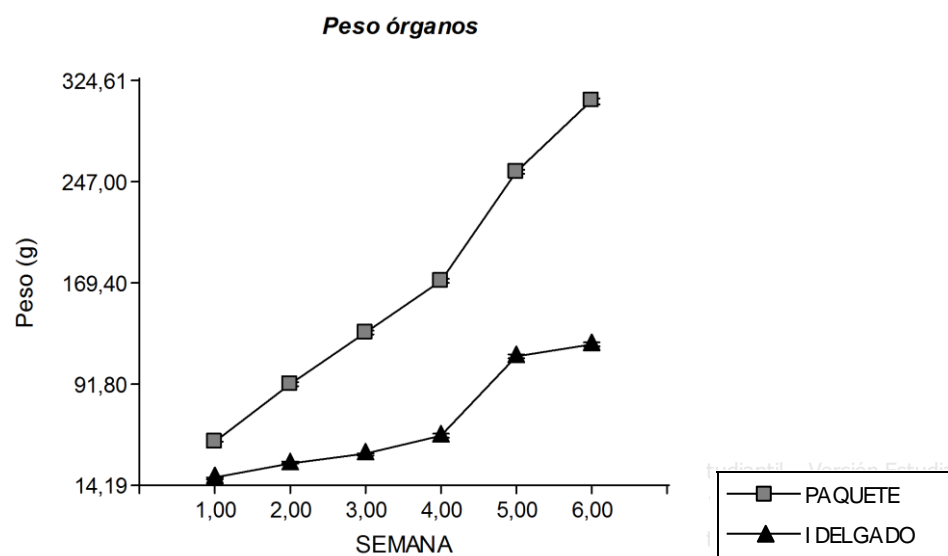


Figura 15 Peso de órganos internos 2

Tabla 9
Promedio de los órganos internos de pollos alimentados bajo diferentes de dosis de Carvacrol y Ácidos Orgánicos a los 21 y 42 días en Salcedo-Ecuador

	Tratamiento					EE	Test.	A x C
	A0C0	A1C1	A1C2	A2C1	A2C2		p-valor	p-valor
Paquete visceral								
21	123,68 ^d	128,2 ^c	130,98 ^{bc}	134,18 ^b	138,95 ^a	5,7	<0,0001	0,3973
42	292,95 ^d	301,8 ^c	308,7 ^b	318,53 ^a	322,3 ^a	11,42	<0,0001	0,3675
Proventrículo (g)								
21	3,75 ^c	3,9 ^c	4,25 ^b	4,38 ^{ab}	4,68 ^a	0,39	0,0002	0,8113
42	9,53 ^b	9,78 ^{ab}	9,73 ^{ab}	10 ^{ab}	10,68 ^a	0,66	0,1334	0,2341
Molleja (g)								
21	22,1 ^a	22,2 ^a	20,68 ^a	21,65 ^a	22,08 ^a	1,14	0,4753	0,0964
42	58,08 ^{bc}	56,95 ^c	61,53 ^a	59,15 ^{bc}	60,08 ^{ab}	2,08	0,1196	0,0247
Hígado (g)								
21	27,1 ^b	29,5 ^{ab}	30,35 ^a	29,83 ^a	32,05 ^a	2,22	0,0031	0,4293
42	49,43 ^a	50,75 ^a	48,85 ^a	50,08 ^a	50,58 ^a	1,35	0,3843	0,0788
Páncreas (g)								
21	2,58 ^{cd}	2,45 ^d	2,83 ^c	3,2 ^b	3,58 ^a	0,45	0,0006	0,9999
42	9,38 ^c	9,55 ^c	10,1 ^{ab}	9,7 ^{bc}	10,3 ^a	0,45	0,0086	0,8772
I. Delgado (g)								
21	32,83 ^c	36,35 ^b	39,38 ^a	39,98 ^a	40,58 ^a	3,19	<0,0001	0,0890
42	116,43 ^d	118,93 ^d	121,75 ^c	126 ^b	128,93 ^a	4,95	<0,0001	0,9574

Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas ($p > 0,05$).

EE: Error estándar (n=60)

A0C0: Ácidos orgánicos 50 ppm y Carvacrol 50 ppm; A1C1: Ácidos orgánicos 50 ppm y Carvacrol 50 ppm; A1C2: Ácidos orgánicos 50 ppm y Carvacrol 100 ppm, A2C1: Ácidos orgánicos 100 ppm y Carvacrol 50 ppm; A2C2: Ácidos orgánicos 100 ppm y Carvacrol 100 ppm.

A x C: interacción ácidos orgánicos Carvacrol.

Tabla 10
Efecto de los ácidos orgánicos en los órganos internos (Paquete visceral. Proventrículo, Molleja, Hígado, Páncreas e Intestino delgado)

	ACIDOS ORGANICOS		EE	p-valor
	A1	A2		
Paquete visceral				
21	129,59	136,56	1,27	<0,0001
42	305,25	320,41	1,66	<0,0001
Proventrículo (g)				
21	4,08	4,53	0,1	0,0005
42	9,75	10,34	0,32	0,0629
Molleja (g)				
21	21,44	21,86	0,42	0,4514
42	59,24	59,61	0,95	0,6156
Hígado (g)				
21	29,93	30,94	0,84	0,2501
42	49,8	50,33	0,53	0,4222
Páncreas (g)				
21	2,64	3,39	0,1	<0,0001
42	9,83	10	0,17	0,2885
I. Delgado (g)				
21	37,86	40,28	0,67	0,0025
42	120,34	127,46	0,83	<0,0001

EE: Error estándar (n=60)

A1: Ácidos Orgánicos 50 ppm, A2: Ácidos Orgánicos 100 ppm.

Tabla 11
Efecto de Carvacrol en los órganos internos (Paquete visceral. Proventrículo, Molleja, Hígado, Páncreas e Intestino delgado)

	CARVACROL		EE	p-valor
	C1	C2		
Paquete visceral				
21	129,99	134,96	1,77	0,0050
42	310,16	315,50	3,49	0,0063
Proventrículo (g)				
21	4,10	4,46	0,11	0,0065
42	9,89	10,20	0,29	0,3021
Molleja (g)				
21	22,12	21,38	0,42	0,3328
42	58,05	60,80	0,58	0,0019
Hígado (g)				
21	29,34	31,20	0,71	0,0893
42	50,41	49,71	0,52	0,2885
Páncreas (g)				
21	2,80	3,20	0,15	0,0009
42	9,63	10,20	0,14	0,0025
I. Delgado (g)				
21	37,44	39,98	0,59	0,0159
42	122,46	125,34	1,52	0,0070

EE: Error estándar (n=60)

C1: Carvacrol 50 ppm, C2: Carvacrol 100 ppm.

Largo de velocidades

En la Tabla 11, se muestra la longitud de las velocidades de intestino delgado se encuentran diferencias significativas ($p < 0,0001$) entre el testigo y los demás tratamientos entre los 21 días, Se encontraron interacciones entre de los ácidos orgánicos y el Carvacrol ($p < 0,0048$), durante todo el periodo, pero para los 42 días no hubo efecto significativo ($p < 0,3475$).

El producto del Carvacrol se muestra en la Tabla 12, donde se observa que en el día 21 días los tratamientos con 50 ppm tienen mayor longitud con respecto a los que recibieron una dosis de 100 ppm (i.e. 30%; $p < 0,0001$).

Se encontró que un estudio realizado por Betancourt, Ariza, & Afanador (2012) donde utilizaron aceites esenciales de orégano y un antibiótico, la misma que comparando con las de la investigación tubo un 10% menos en la longitud con el tratamiento utilizando un promotor de crecimiento mientras que con los aceites no hubo diferencias. La razón es que se controló adecuadamente las bacterias patógenas en el tracto gastrointestinal.

Ancho de velocidades

El ancho de las velocidades intestinales del yeyuno se muestran en la Tabla 10, se encontraron diferencias significativas ($p < 0,0001$) a los 42 días entre el testigo y los tratamientos de los factores del acidificante y el Carvacrol, donde la utilización de los aditivos incremento hasta un máximo del 9% el ancho de las velocidades.

En la tabla 11, indica que no existieron interacciones entre los ácidos orgánicos y Carvacrol ($p < 0,3170$)

Cuando se analiza el efecto de los ácidos orgánicos en el Tabla 12, encontramos que se encuentra diferencias significativas ($p < 0,0001$) en el día 42, estableciendo que 50 ppm de ácidos orgánicos aumentaron el ancho de las velocidades con respecto a los tratamientos con 100 ppm del producto, teniendo un incremento del 4 %, también se pudo observar que el día 21 no se reportó diferencias significativas ($p < 0,9999$.) en el ancho de las velocidades.

En el Tabla 13, se analiza el efecto del Carvacrol, manifestó a los 42 días diferencias significativas ($p < 0,0001$), estableciendo que 50 ppm de ácidos orgánicos aumentaron el ancho de las vellocidades con respecto a los tratamientos con 100 ppm del producto, teniendo un incremento del 4 %, también se pudo observar que el día 21 no se reportó diferencias significativas ($p < 0,6123$) en el ancho de las vellocidades.

Con respecto a ancho de las vellocidades Betancourt, Ariza, & Afanador (2012) tuvieron un mejor desarrollo utilizando el aceite esencial obteniendo como máximo 244 μm .

Profundidad de cripta

Con respecto a la profundidad de cripta se encontró diferencias significativas ($p < 0,0001$) entre los animales del control frente a los que tuvieron una dieta de ácidos y Carvacrol,

Al analizar la profundidad de la cripta se encontró que existe una interacción entre el acidificante y el aceite esencial en todo el periodo ($p < 0,0001$), donde los animales alimentados con 100 ppm de ácido (Fórmico y propiónico) y 100 ppm de Carvacrol tiene un incremento del 47% respecto a los animales que consumieron las demás dosis.

Estudios realizados con Bacitracina de zinc muestran un desarrollo similar según Zea & Vílchez (2014), los mismos que detallan que una hiperplasia de la profundidad puede ser dada por una infección en el tracto gastrointestinal.

Relación largo de vellosidad y profundidad de cripta (Lv/Pc)

En la Tabla 11, se muestra la relación entre el largo de vellosidad y profundidad de cripta se encuentran diferencias significativas entre el testigo y los tratamientos ($p < 0,0001$) en encontrándose un incremento máximo del 33% con respecto las diferentes dosis.

Se encontraron interacciones entre los acidificantes y el aceite esencial Carvacrol ($p < 0,0001$) el tratamiento que mayor desarrollo tuvo fue (A1C2) ácidos orgánicos 50 ppm y Carvacrol 100 ppm, incrementándose un 25% respecto a las demás dosis.

Tabla 12

Promedio \pm EE del largo, ancho, profundidad de microvellosidades intestinales en pollos alimentados bajo diferentes dosis de Carvacrol y Ácidos Orgánicos a los 21 y 42 días en Salcedo-Ecuador

	Tratamiento					EE	p-valor	A x C	
	A0C0	A1C1	A1C2	A2C1	A2C2			p-valor	p-valor
Largo (μm)									
21	800c	1002,5 ^a	900b	997,75 ^a	900b	17,24	<0,0001	0,3475	
42	970c	900d	960c	1010b	1030 ^a	10,6	0,4716	0,0048	
Ancho (μm)									
21	140 ^a	140 ^a	140,25 ^a	140 ^a	139,75 ^a	0,1	0,9999	0,3170	
42	150b	150b	150b	160 ^a	160,25 ^a	1,14	<0,0001	0,6962	
Profundidad (μm)									
21	130b	140,25b	140b	140 ^a	150 ^a	1,45	<0,0001	<0,0001	
42	138,46 ^d	143,21c	119e	159,36b	170,765 ^a	4,26	<0,0001	<0,0001	
Relación Lv/Pc									
	6,03 ^d	6,29 ^c	8,02 ^a	7 ^b	6,34 ^c	0,05	<0,0001	<0,0001	

Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas ($p > 0,05$).

EE: Error estándar (n=60)

A0C0: Ácidos orgánicos 50 ppm y Carvacrol 50 ppm; A1C1: Ácidos orgánicos 50 ppm y Carvacrol 50 ppm; A1C2: Ácidos orgánicos 50 ppm y Carvacrol 100 ppm, A2C1: Ácidos orgánicos 100 ppm y Carvacrol 50 ppm; A2C2: Ácidos orgánicos 100 ppm y Carvacrol 100 ppm.

A x C: interacción ácidos orgánicos Carvacrol. Lv: Largo de vellosidad; Pc: Profundidad de cripta.

Tabla 13

Efecto de los Ácidos Orgánicos del largo, ancho, profundidad de microvellosidades intestinales en pollos alimentados bajo diferentes dosis de Carvacrol y Ácidos Orgánicos a los 21 y 42 días en Salcedo-Ecuador

	ACIDOS ORGANICOS		EE	p-valor
	A1	A2		
Largo (μm)				
21	951,25	948,88	19,5	0,3475
42	930,00	1020,00	12,25	<0,0001
Ancho (μm)				
21	140,13	139,88	0,13	0,3170
42	150,00	160,13	0,18	<0,0001
Profundidad (μm)				
21	140,13	145,00	1,89	<0,0001
42	131,46	165,06	4,7	0,1332

EE: Error estándar (n=60)

Ácidos Orgánicos 50 ppm, A1: Ácidos Orgánicos 100 ppm

μm : micrómetro; Lv: Largo de vellosidad; Pc: Profundidad de cripta.

Tabla 14

Efecto de los Ácidos Orgánicos del largo, ancho, profundidad de microvellosidades intestinales en pollos alimentados bajo diferentes dosis de Carvacrol y Ácidos Orgánicos a los 21 y 42 días en Salcedo-Ecuador

	CARVACROL		EE	p-valor
	C1	C2		
Largo (μm)				
21	1000,13	900	1,89	<0,0001
42	955	995	21,21	<0,0001
Ancho (μm)				
21	140	140	0,19	<0,9999
42	155	155,13	1,95	0,6962
Profundidad (μm)				
21	140,13	145,00	1,89	<0,0001
42	151,29	145,23	10,17	<0,0001

EE: Error estándar (n=60)

C1: Carvacrol 50 ppm, C2: Carvacrol 100 ppm

Según Martínez Patiño, Perales, & Vilchez(2017) existen 32 variables que correlación la salud intestinal con la morfometría de las vellosidades intestinales así la relación largo de vellosidad y profundidad siempre tiene que ser mayor.

Análisis Económico

Se determinó mediante un análisis de costo y beneficio.

Tabla 15

Análisis beneficio costo de pollos alimentados con diferentes dosis de ácidos orgánicos y Carvacrol

	TRATAMIENTO				
	A0C0	A1C1	A1C2	A2C1	A2C2
EGRESOS					
Número de aves	60	60	60	60	60
Compra de aves \$	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
SALMOHO	0	0,52	0,52	1,04	1,04
REGANO	0	6,76	13,52	6,76	13,52
Alimento Balanceado \$	59,59	59,59	59,59	59,59	59,59
Insumos Veterinarios \$	40	40	40	40	40
Calefacción \$	12	12	12	12	12
TOTAL EGRESOS	172,24	179,52	186,28	180,04	186,8
INGRESOS					
Kg (aves)	149,22	157,2	157,78	164,16	161,58
Costo Kg	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87
Costo (Kg) Total	279,0414	293,964	295,0486	306,9792	302,1546
Pollinaza	4	4	4	4	4
TOTAL INGRESOS	283,0414	297,964	299,0486	310,9792	306,1546
BENEFICIO/COSTO	110,8014	118,444	112,7686	130,9392	119,3546

A0C0: Ácidos orgánicos 50 ppm y Carvacrol 50 ppm; A1C1: Ácidos orgánicos 50 ppm y Carvacrol 50 ppm; A1C2: Ácidos orgánicos 50 ppm y Carvacrol 100 ppm, A2C1: Ácidos orgánicos 100 ppm y Carvacrol 50 ppm; A2C2: Ácidos orgánicos 100 ppm y Carvacrol 100 ppm.

Se puede apreciar que en el tratamiento que se utilizó Acido Orgánicos a razón de 100 ppm y Carvacrol 50ppm se obtuvo una mayor utilidad.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

El porcentaje de mortalidad de los animales alimentados con ácidos orgánicos y Carvacrol disminuyó hasta 0% en comparación al testigo que tuvo 1,26%.

El peso de los animales alimentados con una dosis de 100 ppm de ácidos orgánicos y 50 ppm Carvacrol se incrementó un 10 % respecto al testigo.

La mejor conversión alimenticia fue de 1,6 con la inclusión de 100 ppm de ácidos orgánicos y 50 ppm Carvacrol.

El índice de eficiencia Europea que tuvo relevancia alcanzó 400 puntos donde los animales alimentados con dosis de 100 ppm de ácidos orgánicos y 50 ppm Carvacrol presentaron estos resultados.

Los órganos internos de los animales alimentados bajo el efecto de los distintos tratamientos disminuyeron su tamaño, y no tuvo un efecto significativo.

El tratamiento que deja mayor utilidad tiene una dosis de ácidos orgánicos y 50 ppm y Carvacrol 100 ppm.

5.2 Recomendaciones

Para evitar mortalidades se puede optar por la adición de ácidos orgánicos Carvacrol, y mantener un buen cuidado los primeros días de vida de los pollitos.

Se recomienda el uso de la dosis de 100 ppm de ácidos orgánicos y 50 ppm de Carvacrol para mejores producciones.

Se recomienda hacer la investigación en animales en desafío y optar dosis terapéuticas para su tratamiento con los aceites esenciales.

Utilizar marcadores moleculares para identificar las bacterias resistentes al Carvacrol.

Difundir los resultados obtenidos por la investigación para incentivar el uso de ácidos orgánicos y aceites esenciales para disminuir los efectos negativos de los antibióticos.

5.3 Bibliografía

- Acamovic, T Brooker, JD. (2005). Biochemistry of plant secondary metabolites and their effects in animals. *Proceedings of the Nutrition Society*, 65, 403-412.
- Akers, R Michael Denbow, D Michael. (2008). *Anatomy and physiology of domestic animals*. Am Vet Med Assoc.
- Albeño, Albanes Esmeralda, Ieris Zelaya Ríos, Karen Daniela. (2017). Evaluación de tres niveles de harina de orégano (*Origanum vulgare* L.) como promotor de crecimiento, adicionado a la dieta de pollos de engorde. Universidad de El Salvador.
- Amiranashvili, L. L., Gagelidze, N. A., Varsimashvili, K. I., Tinikashvili, L. M., Tolordava, L. L., Gamkrelidze, M. D., . . . Makaradze, L. A. (2016). Antimicrobial susceptibility and antibiotic resistance profiles of cultivable lactic acid bacteria from intestinal tract of domestic chickens collected in Adjara. *Annals of Agrarian Science*, 14, 182-186.
- Barragan, J. (2010). El buche como un importante elemento de control de patógenos en canales de pollo.
- Benavides, J., & Hugo, A. (2014). Evaluación de la mezcla de un prebiótico y un ácido orgánico en la salud intestinal y parámetros productivos de pollos de engorde. *Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira*.
- Bernabé Salazar, A., Navarro Cámara , J. A., & Pallarés Martínez, F. J. (2013). *CITOLOGÍA E HISTOLOGÍA VETERINARIA*. Obtenido de <http://ocw.um.es/cc.-de-la-salud/citologia-e-histologia-veterinaria/material-de-clase-1/tema25-intestino.pdf>
- Betancourt, L., Ariza, C. J., & Afanador, G. (2012). Efectos de la suplementación con aceites esenciales de orégano sobre la digestibilidad ileal, histomorfometría intestinal y comportamiento productivo de pollos de engorde. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*.

- Botsoglou, N., Christaki, E., Florou-Paneri, P., Giannenas, I., Papageorgiou, G., & Spais, A. (2004). The effect of a mixture of herbal essential oils or α -tocopheryl acetate on performance parameters and oxidation of body lipid in broilers. *South African Journal of Animal Science*, 34, 52-61.
- Butaye, P., Devriese, L. A., & Haesebrouck, F. (2003). Antimicrobial growth promoters used in animal feed: effects of less well known antibiotics on gram-positive bacteria. *Clinical microbiology reviews*, 16, 175-188.
- Carey, F. A., & Giuliano, R. M. (2014). *Química orgánica (9a)*. McGraw Hill Mexico. doi:1456245252
- Castanon, J. (2007). History of the use of antibiotic as growth promoters in European poultry feeds. *Poultry science*, 2466-2471.
- Cho, J. H., & Kim, I. H. (2015). Effects of microencapsulated organic acids and essential oils on growth performance and intestinal flora in weanling pigs. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 28, 229-237.
- Choque López, J. A., Barroeta, A. C., & Baucells Sánchez, M. D. (2009). *Evaluación del estado oxidativo y salud intestinal de pollos de carne en respuesta a la alimentación con grasas recicladas*. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Climate-data.org. (31 de 1 de 2017). *Datos meteorológicos*. Obtenido de <https://es.climate-data.org/location/180071/>
- Da Silva Lima, M., Quintans-Júnior, L. J., de Santana, W. A., Kaneto, C. M., Soares Milena, B. P., & Villarreal, C. F. (2013). Anti-inflammatory effects of carvacrol: evidence for a key role of interleukin-10. *European journal of pharmacology*, 699, 112-117.
- De Vincenzi, M., Stamatii, A., De Vincenzi, A., & Silano, M. (2004). Constituents of aromatic plants: carvacrol. *Fitoterapia*, 801-804.
- Del Moral, R. (1993). *Laboratorio de anatomía patológica*.

- Dionisi, C., Deodato, F., Röschingerf, W., Rhead, W., & Wilcken, B. (2006). 'Classical' organic acidurias, propionic aciduria, methylmalonic aciduria and isovaleric aciduria: long-term outcome and effects of expanded newborn screening using tandem mass spectrometry. *Journal of inherited metabolic disease*, 29, 383-389.
- FAO. (2014). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de Consumo per cápita de carne: <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/background.html>
- Frandsen, R. D., Wilke, W. L., & Fails, A. D. (2009). *Anatomy and physiology of farm animals*. John Wiley & Sons.
- García, V., Catala-Gregori, P., Hernández, F., Megias, M., & Madrid, J. (2007). Effect of formic acid and plant extracts on growth, nutrient digestibility, intestine mucosa morphology, and meat yield of broilers. *The Journal of Applied Poultry Research*, 16, 555-562.
- GARCÍA-GARCÍA, R., & García, P. (2008). Mecanismos de acción antimicrobiana de timol y carvacrol sobre microorganismos de interés en alimentos. *Temas selectivos de Ingeniería de Alimentos*, 2, 41-51.
- Ghanaatparast, M., Shariatmadari, F., Karimi-Torshizi, M. A., & Mohiti-Asli, M. (2016). Effects of dietary propionic acid, sodium citrate, and phytase on growth performance, mineral digestibility, and tibia properties in broilers. *Journal of Applied Animal Research*, 44, 370-375.
- Gobierno Autónomo Descentralizado, M. (2014). *Actualización del Plan de Desarrollo y Formulación del Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Mulalillo*.
- González, S., Icochea, E., Reyna, P., Guzmán, J., Cazorla, F., Lúcar, J., . . . San Martín, V. (2013). Efecto de la suplementación de ácidos orgánicos sobre los parámetros productivos en pollos de engorde. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 32-37.

- Gracia, M., Lázaro García, R., & Mateos, G. (2017). *Modificaciones nutricionales y problemática digestiva en aves*.
- Guevara , A., Carlos , A., Pijal , O., & Consuelo , J. (2012). *Incidencia de ácidos orgánicos (acético, cítrico) como reguladores del pH del buche y reductores de Salmonella, mediante el suministro en el agua de bebida a pollos de engorde, en el proceso de producción*.
- Hall, J. E. (2011). *Guyton y Hall. Tratado de fisiología médica*. Elsevier Health Sciences.
- Hashemipour, H., Kermanshahi, H., Golian, A., & Veldkamp, T. (2013). Effect of thymol and carvacrol feed supplementation on performance, antioxidant enzyme activities, fatty acid composition, digestive enzyme activities, and immune response in broiler chickens. *Poultry science*, 2059-2069.
- Hassan, H., Mohamed, M., Youssef, A. W., & Hassan, E. R. (2010). Effect of using organic acids to substitute antibiotic growth promoters on performance and intestinal microflora of broilers. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 1348-1353.
- Helander, I. M., Alakomi, H.-L., Latva-Kala, K., Mattila-Sandholm, T., Pol, I., Smid, E. J., . . . von Wright, A. (1998). Characterization of the action of selected essential oil components on Gram-negative bacteria. *Journal of agricultural and food chemistry*, 3590-3595.
- Hughes, P., & Heritage, J. (s.f.). Antibiotic growth-promoters in food animals. *FAO Animal Production and Health Paper*, 129-152.
- Idris, M., Abbas, R., Masood, S., Rehman, T., Farooq, U., Babar, W., . . . Riaz, U. (2016). The potential of antioxidant rich essential oils against avian coccidiosis. *World's Poultry Science Journal*, 1-15.
- INEC. (2015). *Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua 2015*. Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-superficie-y-produccion-agropecuaria-continua-espac-2012/>

- Jaramillo , A. H. (2014). Evaluación de la mezcla de un prebiótico y un ácido orgánico en la salud intestinal y parámetros productivos de pollos de engorde. *Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira*.
- Lee, K.-W., Everts, H., Kappert, H., Yeom, K.-H., & Beynen, A. (2003). Dietary carvacrol lowers body weight gain but improves feed conversion in female broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, 394-399.
- Lideres. (2015). La competitividad es el reto para el sector avícola.
- Lückstädt, C. (2011). Effects of dietary potassium diformate on feed intake, weight loss and backfat reduction in sows: pre-farrowing till weaning. *Veterinary Record*, 149, 729-743.
- Martínez Patiño, D., Perales, R., & Vilchez, C. (2017). *Sensitivity of a system of variables of intestinal histology in broilers*.
- McDonald, P. (2010). *Animal nutrition*. Recuperado el 2017
- McMurry, J. (2009). *Organic Chemistry, Enhanced Edition*. Cengage Learning.
- Milovanović, M., Milosavljević, M., Đorđe, M. S., Trailović, M., Vučinić, M., Nedeljković Trailović, J., . . . Đurđević, D. (2016). The Effect of Carvacrol on Inflammatory Pain and Motor Coordination in Rats. *Acta Veterinaria*, 478-488.
- Morrison, R. T., & Boyd, R. N. (1998). *Química orgânica*. Pearson Educación.
- Nicolande, M. (2009). *Evaluación de la incidencia del complejo mananoligosacáridos y ácidos orgánicos en los parámetros productivos de pollos de engorde*. ESPE.
- Ologhobo, A., Adeniji, O., Adejumo, I., & Adeleye, O. (2015). Effect of sulphur-based amino acids with or without formic acid on performance and microbial load of broiler chickens. *British Microbiology Research Journal*, 332.

- Opdyke, D. (1979). Monographs on fragrance raw materials. *Food Cosmet Toxicol*, 357-90.
- Pourabedin, M., Guan, L., & Zhao, X. (2015). Xylo-oligosaccharides and virginiamycin differentially modulate gut microbial composition in chickens. *Microbiome*, 15.
- PubChem. (2017). Propionic Acid.
- Ragaa, N. M., & Korany, R. M. (2016). Studying the effect of formic acid and potassium diformate on performance, immunity and gut health of broiler chickens. *Animal Nutrition*, 296-302.
- Ragaa, N. M., Korany, R. M., & Mohamed, F. (2016). Effect of Thyme and/or Formic Acid Dietary Supplementation on Broiler Performance and Immunity. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 270-279.
- Reece, W. O. (2009). *Functional anatomy and physiology of domestic animals*. John Wiley & Sons.
- Reece, W. O., Erickson, H. H., Goff, J. P., & Uemura, E. E. (2004). *Dukes' physiology of domestic animals*. John Wiley & Sons.
- Rick, S. (2003). Perspectives on the use of organic acids and short chain fatty acids as antimicrobials. *Poultry science*, 82, 632-639.
- Roldán, L. (2010). *Evaluación del uso de los aceites esenciales como alternativa al uso de antibióticos promotores de crecimiento en pollos de engorde*. Bogota: Tesis de Magíster en Producción Animal, línea de profundización en nutrición de monogástricos. Bogotá-Colombia. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnia.
- Sanchez, A. (2010). Efecto de la inclusión de aceites esenciales de orégano en la dieta de pollos de engorde sobre la digestibilidad y parámetros productivos.
- Sow, L. C., Tirtawinata, F., Yang, H., Shao, Q., & Wang, S. (2017). Carvacrol nanoemulsion combined with acid electrolysed water to inactivate bacteria,

- yeast in vitro and native microflora on shredded cabbages. *Food Control*, 88-95.
- Suau, A., Bonnet, R., Sutren, M., Godon, J.-J., Gibson, G. R., Collins, M. D., & Doré, J. (1999). Direct analysis of genes encoding 16S rRNA from complex communities reveals many novel molecular species within the human gut. *Applied and environmental microbiology*, 4799-4807.
- Sukmarini, L., Mustopa, A. Z., Normawati, M., & Muzdalifah, I. (2014). Identification of antibiotic-resistance genes from lactic acid bacteria in Indonesian fermented foods. *HAYATI Journal of Biosciences*, 144-150.
- Sultan, A., Ullah, T., Khan, S., & Khan, R. U. (2015). Effect of organic acid supplementation on the performance and ileal microflora of broiler during finishing period. *Pakistan Journal of Zoology*, 635-639.
- Sumao, H., & Ocampo, L. (2006). *Farmacología Veterinaria*. Editorial Mc Graw-Hill Interamericana, Tercera Edición en español, India.
- Theobald, P. (2016). Principles of using organic acids in animal nutrition. *DSM in Animal Nutrition & Health*.
- Williams, J., Mallet, S., Leconte, M., Lessire, M., & Gabriel, I. (2008). The effects of fructo-oligosaccharides or whole wheat on the performance and digestive tract of broiler chickens. *British poultry science*, 329-339.
- Witkowska, D., Sowińska, J., Żebrowska, J., & Mituniewicz, E. (2016). The Antifungal Properties of Peppermint and Thyme Essential Oils Misted in Broiler Houses. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 629-638.
- Zea, O., & Vílchez, C. (2014). Efecto de la suplementación con fuentes de cobre sobre el comportamiento productivo, morfometría intestinal y nivel de cobre hepático en pollos de carne. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 16-28.