

**UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”
FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN PECUARIA**

**TOMILLO (*Thymus vulgaris*) EN LA DIETA DE POLLOS DE CARNE EN
CRECIMIENTO-ACABADO**

TESIS

**Presentada como requisito para
optar el título profesional de**

INGENIERA ZOOTECNISTA

Autora

Bach. VALERA BARDALES, ROSARIO HANSI

Asesor: Ing. PEDRO ANTONIO DEL CARPIO RAMOS, Dr.

Lambayeque

PERÚ

2015

Tomillo (*Thymus vulgaris*) en la dieta de pollos de carne en crecimiento-acabado

TESIS
Presentada como requisito para
optar el título profesional de
INGENIERA ZOOTECNISTA

Autora

VALERA BARDALES, ROSARIO HANSI

Sustentada y aprobada ante el
siguiente jurado

Ing. Rafael Antonio Guerrero Delgado, M. Sc.
Presidente



Ing. Enrique Martín Adrianzén Arbulú, M. Sc.
Secretario



Ing. Sergio Rafael B. Del Carpio Hernández, M. Sc.
Vocal



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



Tomillo (Thymus vulgaris) en la dieta de pollos de carne en crecimiento-acabado

INFORME DE ORIGINALIDAD

7 %	8 %	1 %	0 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	2 %
2	www2.unprg.edu.pe Fuente de Internet	2 %
3	cip.org.pe Fuente de Internet	1 %
4	tnsroindia.org.in Fuente de Internet	1 %
5	revistas.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	1 %
6	www.unapiquitos.edu.pe Fuente de Internet	1 %

Excluir citas

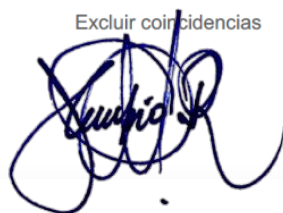
Activo

Excluir coincidencias

< 101 words

Excluir bibliografía

Activo



Dr. Pedro Antonio Del Carpio Ramos
Asesor

CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr., asesor de tesis de la bachiller Hansi Rosario Valera Bardales.

Titulada “**Tomillo (*Thymus vulgaris*) en la dieta de pollos de carne en crecimiento-acabado**”, luego de la revisión exhaustiva del documento hemos constatado que tiene un índice de similitud de 7%, verificable en el reporte de similitud del programa Turnitin.

El suscrito ha analizado dicho reporte y ha concluido que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. Por lo que, a mi leal saber y entender, la tesis cumple con las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”.

Lambayeque, 20 de enero de 2021.



**Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr.
Bach.**

DNI 16407252

Asesor



Hansi Rosario Valera Bardales,

DNI 40451037

Autora



26

Acta de Sustentación de la Bachiller en Ciencias Zootecnia Rosario Hansi Valera Bardales
Para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista.
En la ciudad de Lambayeque, siendo las 11:00 am del día Miércoles 19 de Febrero de 2015, en la Sala de Sustentaciones de la Facultad de Ingeniería Zootecnia de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, se reunieron los señores miembros del jurado, designados mediante Resolución N° 462-2013-FR/D de fecha 25 de Noviembre de 2013, Ing. Rafael Antonio Guerra Delgado (Presidente), Ing. Enrique H. Abinzon Aribols (Secretario), Ing. Sergio R.B. Del Carpio Hernández (Vocal); Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos (Patronador), Encargados de dictaminar sobre el trabajo de tesis titulado "Tomillo (*Thymus vulgaris*) en la dieta de Pollos de Carne en Crianza - Acabado" presentado por la bachiller, Rosari Hansi Valera Bardales.
Fueron leídas y aprobadas las preguntas por los miembros del jurado, dadas las respuestas por la sustentante y aclaraciones por parte del patronador el jurado luego de deliberar acordó aprobar el trabajo de tesis con el calificación de Muy Bueno, debiendo consignarse en el informe final las sugerencias dadas por los señores miembros del jurado luego de la sustentación.
Por lo tanto, la Señora bachiller en Ciencias Zootecnia Rosario Hansi Valera Bardales se encuentra apta para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista de acuerdo a la normatividad Vigente.

Ing. MSc. Rafael J. Guerra Delgado
Presidente

Ing. Enrique H. Abinzon Aribols MSc.
Secretario

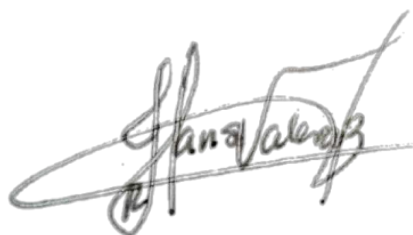
Ing. Sergio R.B. Del Carpio H.
Vocal

Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos MSc.
Patronador

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Valera Bardales, Rosario Hansi, investigador principal, y Del Carpio Ramos, Pedro Antonio, asesor, del trabajo de investigación **Tomillo (*Thymus vulgaris*) en la dieta de pollos de carne en crecimiento-acabado**, declaramos bajo juramento que este trabajo no ha sido plagiado, ni contiene datos falsos. En caso de que se demuestre lo contrario, asumo responsablemente la anulación de este informe y, por ende, el proceso administrativo a que hubiera lugar, que puede conducir a la anulación del grado o título emitido como consecuencia de este informe.

Lambayeque, enero de 2021.



Valera Bardales, Rosario Hansi



Del Carpio Ramos, Pedro Antonio

DEDICATORIA

Dedico la presente tesis a:

Dios, en primer lugar, gran arquitecto del universo y fuente de toda sabiduría.

Mis padres (ROSARIO y RUDORICO), a quienes todo debo y nunca estaré completamente agradecida.

Mis hijos (SANTIAGO, ANGELINNE y BENJAMÍN) a quienes siempre amaré y son mi fuente inspiración.

Mi esposo (RICARDO) por el mutuo cariño, comprensión y apoyo a lo largo de este camino.

Mi hermano (SEGUNDO) por los momentos alegres y tristes vividos; pero, sobre todo, los alegres.

R.H.V.B.

AGRADECIMIENTO

La autora del presente trabajo de investigación expresa su mayor agradecimiento a todas las personas que hicieron posible su realización.

En especial al Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr. C., por su permanente apoyo durante la labor de asesoramiento.

Deseo, además, expresar mi agradecimiento a los profesores de la Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”, en general, y de la Facultad de Ingeniería Zootecnia, en particular, por la formación profesional que he recibido en el transcurso de mi vida universitaria.

Tomillo (*Thymus vulgaris*) en la dieta de pollos de carne en crecimiento-acabado

Resumen

Ciento veinte pollos Cobb 500 de un día de edad, de ambos sexos, fueron empleados en un ensayo de alimentación según los siguientes tratamientos: T₁, testigo sin tomillo con APC; T₂, con 0.05% de tomillo sin APC; T₃, con 0.10% de tomillo sin APC; T₄, con 0.15% de tomillo sin APC. El ensayo se realizó bajo las exigencias de un diseño completamente al azar. El tomillo fue adquirido en el mercado mayorista de la ciudad de Chiclayo y acondicionado (deshidratación y molienda) en el Laboratorio de Nutrición de la Facultad de Ingeniería Zootecnia. Respectivamente para los tratamientos del primero al cuarto se obtuvo: 4.090, 4.085, 4.089 y 4.083 kilos de alimento acumulado consumidos por pollo; 2.088, 2.095, 2.067 y 2.051 kilos acumulados de peso vivo incrementado por pollo; 1.959, 1.950, 1.978 y 1.990 de conversión alimenticia acumulada; 2.84, 2.83, 2.87 y 2.89 de mérito económico acumulado. Con relación al grado de aceptación de la carne, el testigo obtuvo 9, 35, 52 y 4% de los degustadores que la catalogaron como “regular”, “bueno”, “muy bueno” y “excelente”; el tratamiento con 0.05% de tomillo obtuvo, en el mismo orden de preferencias, 22, 35, 26 y 17%; el tratamiento con 0.10% de tomillo, 35, 40, 30 y 0%; en tanto que el tratamiento con 0.15% de tomillo obtuvo 33, 40, 30 y 0%. El tomillo pudo reemplazar al APC y la aceptación de la carne se vio mejorada con 0.05% del producto en la dieta.

Palabras clave: Tomillo; Pollos de carne; dieta.

Abstract

One hundred and twenty one-day-old Cobb 500 chickens, of both sexes, were used in a feeding trial according to the following treatments: T₁, control without thyme with APC; T₂, with 0.05% thyme without APC; T₃, with 0.10% thyme without APC; T₄, with 0.15% thyme without APC. The trial was conducted under the demands of a completely randomized design. The thyme was acquired in the wholesale market of the city of Chiclayo and conditioned (dehydration and grinding) in the Nutrition Laboratory of the Faculty of Zootechnical Engineering. Respectively for the treatments from the first to the fourth were obtained: 4,090, 4,085, 4,089 and 4,083 kilos of accumulated feed consumed by chicken; 2,088, 2,095, 2,067 and 2,051 accumulated kilos of live weight increased per chicken; 1,959, 1,950, 1,978 and 1,990 of cumulative feed conversion; 2.84, 2.83, 2.87 and 2.89 of accumulated economic merit. Regarding the degree of acceptance of the meat, the control obtained 9, 35, 52 and 4% of the tasters who classified it as "fair", "good", "very good" and "excellent"; the treatment with 0.05% thyme obtained, in the same order of preferences, 22, 35, 26 and 17%; treatment with 0.10% thyme, 35, 40, 30 and 0%; while the treatment with 0.15% thyme obtained 33, 40, 30 and 0%. Thyme could replace APC and meat acceptance was improved with 0.05% of the product in the diet.

Keywords: Thyme; Broiler chickens; diet.

INDICE

Nº Capítulo	Título del Capítulo	Nº Pág.
	Informe de originalidad	iii
	Constancia de aprobación de originalidad	iv
	Acta de Sustentación	v
	Declaración Jurada de Originalidad	vi
	Dedicatoria	vii
	Agradecimiento	viii
	Resumen / Abstract	ix
	INTRODUCCIÓN	01
I	ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO.....	03
	1.1. Tipo y Diseño de Estudio	03
	1.2. Lugar y Duración	03
	1.3. Tratamientos Evaluados	03
	1.4. Animales Experimentales	03
	1.5. Alimento Experimental	04
	1.6. Instalaciones y Equipo	05
	1.7. Técnicas Experimentales	05
	1.8. Variables Evaluadas	07
	1.9. Evaluación de la Información	07
II	MARCO TEÓRICO.....	10
	2.1. Antecedentes Bibliográficos	10
	2.1.1. El Tomillo (<i>Thymus vulgaris</i>)	10
	2.1.2. Los Aceites Esenciales de las Labiadas	14
	2.1.3. Acción frente a los microorganismos	16
	2.1.4. Acción Antioxidante	19
	2.1.5. Efecto en aves	20
	2.2. Bases Teóricas	23
III	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
	3.1. Consumo de Alimento	24
	3.2. Peso Vivo e Incremento de Peso	26
	3.3. Conversión Alimenticia	31
	3.4. Mérito Económico	35
	3.5. Aceptación de la Carne	37
	CONCLUSIONES	40
	RECOMENDACIONES.....	41
	BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	42
	ANEXOS.....	47

ÍNDICE DE TABLAS

N° Tabla	Título de la Tabla	N° Pág.
1	Composición (%) de la ración testigo para pollos de carne	04
2	Esquema del análisis de la varianza del DCA	09
3	Consumo de alimento de pollos Cobb 500 que recibieron tomillo a través de la dieta	24
4	Peso vivo e incremento de peso de pollos Cobb 500 que recibieron tomillo a través de la dieta	27
5	Conversión Alimenticia de pollos Cobb 500 que recibieron tomillo a través de la dieta	31
6	Mérito Económico de pollos Cobb 500 que recibieron tomillo a través de la dieta	36
7	Grado de aceptación (%) de la carne de pollos Cobb 500 que recibieron tomillo a través de la dieta	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº Figura	Título de la Figura	Nº Pág.
1	Comparativo porcentual entre tratamientos para consumo de alimento	25
2	Comparativo porcentual entre tratamientos para incrementos de peso acumulados corregidos	29
3	Comparativo porcentual entre tratamientos para C.A. en el período de inicio	32
4	Comparativo porcentual entre tratamientos para C.A. en el período de crecimiento	33
5	Comparativo porcentual entre tratamientos para C.A. acumulada	33
6	Comparativo porcentual entre tratamientos para M.E. acumulado	37
7	Tendencia del grado de aceptación de la carne según tratamientos	39

ÍNDICE DE ANEXOS

Nº Anexo	Título del anexo	Nº Pág.
1	Prueba de homogeneidad de varianzas con los pesos iniciales	47
2	Prueba de homogeneidad de varianzas con los incrementos de peso a los 20 días	47
3	Prueba de homogeneidad de varianzas con los incrementos totales de peso	47
4	Análisis de varianza con los incrementos de peso en el inicio (transformados logarítmicamente)	48
5	Análisis de varianza con los incrementos totales de peso	48
6	Análisis de covarianza entre peso inicial (X) e incrementos de peso (inicio)	48
7	Análisis de covarianza entre peso inicial (X) e incrementos totales de peso	49
8	Prueba de χ^2 sin hipótesis a priori de la aceptación de la carne	50

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, principalmente en los países desarrollados, está en marcha un fuerte desarrollo de la investigación de las propiedades de especies vegetales empleadas como condimentos en la dieta humana; se ha establecido que su empleo no solo resalta aspectos culinarios sino aquellos vinculados con la salud del organismo, se puede asumir que así como su acción es buena para las personas también lo es para los animales.

Dentro de estas especies vegetales, constituyen un rubro importante las labiadas (romero, salvia, etc.), la cúrcuma, el jengibre, la canela, etc. Las labiadas han sido empleadas para generar farmacopea para diferentes males en las personas y que deben tener acción parecida con las aves. El tomillo, como labiada que es, posee una serie de compuestos que pueden representar un avance en la producción avícola; sobre todo en la actualidad, momento en el que el uso de los antibióticos promotores del crecimiento ha sido cuestionado.

Siempre debemos tener en cuenta que los pollos de carne se crían bajo condiciones que, si no se cuidan, pueden atentar en contra de la salud de los animales y conducir a pobres rendimientos. Las dietas, por ejemplo, son de alta densidad de nutrientes, los que pueden generar las condiciones necesarias para que se exacerben las poblaciones de bacterias patogénicas que viven en el intestino, situación que es llevada a su máximo potencial por la elevada densidad de pollos por metro cuadrado. Bajo tales circunstancias es comprensible que los antibióticos promotores del crecimiento tuvieran gran auge; sin embargo, después de varias décadas de empleo desenfrenado, se ha probado su participación en el desarrollo de la resistencia exhibida por las bacterias a diferentes medicamentos empleados en salud humana.

Con los antibióticos promotores del crecimiento se mejoró el incremento de peso, la conversión de alimentos y se controló la mortalidad, dejar de emplearlos implica que se tiene que determinar alternativas que permitan mantener los niveles productivos logrados.

Existiendo disponibilidad de tomillo en el medio y sabiendo que posee compuestos que se comportan como antibacterianos, antioxidantes, antiinflamatorios, etc., es lógico preguntarse ¿podrá reemplazarse al antibiótico promotor del crecimiento en la alimentación de los pollos de carne por tomillo permitiendo sostener los incrementos de peso, la conversión alimenticia, el mérito económico y mejorar la aceptación de la carne?; proponiéndose como hipótesis: “El empleo de tomillo en la dieta de pollos de carne permitirá reemplazar al antibiótico promotor del crecimiento permitiendo sostener los incrementos de peso, conversión alimenticia, mérito económico y mejorar la aceptación de la carne”.

Se propuso lograr los siguientes objetivos:

1. Determinar y evaluar los incrementos de peso, conversión alimenticia y mérito económico.
2. Determinar y evaluar si la presencia de tomillo en la dieta mejora el grado de aceptación de la carne.

I. ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO

1.1. Tipo y Diseño de Estudio

Según Hernández *et al.* (2010), el presente estudio es cuantitativo-propositivo; considerando el planteamiento de un problema específico, ajustándose a las exigencias del método científico. Por otro lado, es propositivo debido a la propuesta de solución al problema (Bunge, 1972).

Así mismo, de acuerdo con lo especificado por Hernández *et al.* (2010), el diseño es experimental; ya que el investigador manipula la variable independiente (presencia de tomillo en la dieta) para evaluar su efecto sobre la variable dependiente (rendimiento de los pollos de carne).

1.2. Lugar y Duración

El presente trabajo de investigación se realizó en una crianza familiar ubicada en la ciudad de Chiclayo; la prueba de degustación se realizó en la Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”, en Lambayeque.

La fase de campo se desarrolló entre los meses de diciembre de 2013 y febrero de 2014.

1.3. Tratamientos Evaluados

T₁: Testigo, dieta sin tomillo

T₂: Dieta con 0.05% de tomillo

T₃: Dieta con 0.10% de tomillo

T₄: Dieta con 0.15% de tomillo

1.4. Animales Experimentales

Se emplearon ciento veinte pollitos de la línea Cobb 500, de un día de edad y de ambos sexos, con un peso promedio inicial de 45 gramos y homogéneos en peso; procedentes de una planta incubadora de la ciudad de Trujillo.

Los pollitos fueron trasladados en bus, la bodega estuvo provista de una fuente adecuada de aire para evitar el sofocamiento y las corrientes brucas de aire.

1.5. Alimento Experimental

Se prepararon raciones de inicio para cubrir 3.0 Mcal de energía metabolizable (E. M.) y 21% de proteína cruda; en tanto que las raciones de crecimiento aportaron 3.2 Mcal de E. M. y 19% de proteína cruda. Sólo en la ración testigo se consideró la utilización de APC.

En la Tabla 1 se muestra la composición porcentual de insumos de la ración para el testigo. Todas las raciones se prepararon con insumos de disponibilidad local, adquiridos de un proveedor en el mercado mayorista de Chiclayo.

Tabla 1. Composición (%) de la ración testigo para pollos de carne

Insumos	Inicio	Crecimiento
Maíz amarillo, grano molido	60.00	61.00
Afrecho de trigo	01.00	01.00
Torta de soja	29.94	32.00
Harina de pescado	03.00	-----
Aceite de soja	02.00	03.00
Carbonato de calcio	01.83	01.52
Fosfato di-cálcico	01.15	00.61
Premezcla vitamínico-mineral	00.10	00.10
Bio Mos	00.10	00.10
Cloruro de colina	00.20	00.15
Bicarbonato de sodio	00.05	00.05
DL-Metionina	00.19	00.05
Sal común	00.18	00.16
Coccidiostato	00.05	00.05
Mold Zapp	00.05	00.05
Allzyme SSF	00.06	00.06
Zinc-Bacitracina	00.10	00.10
TOTAL	100.00	100.00
Aporte estimado de*:		
Proteína cruda	20.04	19.40
Energía Metabolizable, Mcal/ kilo	03.10	03.20

* Según McDowell *et al.* (1974)

El tomillo se adquirió en el mercado mayorista de la ciudad de Chiclayo y fue acondicionado (deshidratado y secado) en el Laboratorio de Nutrición de la Facultad de

Ingeniería Zootecnia de la Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo” para ser incorporado en las raciones.

1.6. Instalaciones y Equipo

- Corrales, con malla de pescar y con cama de cascarilla de arroz.
- Comederos tipo tolva y bebederos lineales
- Balanza tipo reloj.
- Balanza electrónica, con una precisión de 1 g.
- Cintas plásticas
- Planillas de registros para pesos corporales, suministro y residuo de alimento.
- Además del equipo típico de una granja avícola.

1.7. Técnicas Experimentales

Hechos los corrales, se procedió a realizar la limpieza y desinfección (producto comercial con amonio cuaternario y glutaraldehído) y se estableció un vacío sanitario que duró una semana, hasta que llegaron los pollitos. Se dispuso de cascarilla de arroz como material de cama, con una profundidad de cinco centímetros. En los primeros diez días se puso sobre la cama papel arrugado de periódicos. A los once días los pollitos pisaron directamente la cascarilla, la que fue revisada periódicamente para determinar si estaba húmeda; cuando se detectaba este estado se procedía a cambiar esa parte de la cama, lo que normalmente ocurrió alrededor de los bebederos. Los corrales se hicieron para mantener siete pollos por metro cuadrado.

Los animales fueron asignados aleatoriamente a cada uno de los tratamientos. Cada pollito fue identificado con una banda plástica numerada y sujeta al tarso y se procedió a tomar el peso inicial y luego se pesaron cada 14 días, hasta completar los 42 días de edad. Conforme los pollos fueron creciendo se les cambió la banda plástica para

evitar que ejerciera demasiada presión sobre la patita y se rompiera y confundiera la numeración asignada a cada pollo.

Los insumos alimenticios, así como el tomillo, fueron adquiridos de un proveedor en el mercado mayorista (Moshoqueque) de la ciudad de Chiclayo y trasladados al lugar experimental, aquí se hizo la combinación de los insumos en las proporciones, para cada edad, mostradas en la Tabla 1. El proceso de mezclado se realizó en el piso con ayuda de palana, previamente se limpió y desinfectó el piso y la palana; el proceso de mezclado fue progresivo, esto implica que los insumos fueron incorporándose en la mezcla en un determinado orden, primero se combinaron los insumos cuya proporción es pequeña en la fórmula (aditivos) y luego esta mezcla se incorporó dentro del maíz mezclándose homogéneamente, luego fueron incorporados el resto de insumos, uno a uno después de lograr la completa homogeneización del anterior.

El tomillo fue procesado en el Laboratorio de Nutrición de la Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”, aquí fue puesto en estufa a 60°C por 24 horas y luego se molió en un molino de martillos con criba de 1 mm; se puso en una bolsa de papel, extrayendo la mayor cantidad posible de aire y trasladado al lugar experimental para ser incorporado a las raciones.

El alimento se suministró para generar consumo *ad libitum*, pero suministrándolo en cantidades pesadas todos los días. El consumo de alimento se determinó por diferencia entre el suministro y el residuo de alimento.

Finalizada la crianza se procedió a la prueba de degustación, se sancocharon dos pechugas de cada uno de los tratamientos y se cortaron en trozos de 2 cm y se pusieron en platos identificados con códigos para que los degustadores no supieran de que tratamiento provenía la carne. Se les proporcionó una planilla para que registraran su

preferencia como “regular”, “bueno”, “muy bueno” y “excelente”. Se calculó la proporción de preferencias de cada uno de los tratamientos. Los degustadores fueron 25 estudiantes de la Facultad de Ingeniería Zootecnia. La prueba se realizó en el Laboratorio de Nutrición de la Facultad de Ingeniería Zootecnia.

Para evitar problemas sanitarios en la crianza, se procedió a la vacunación contra Gumboro, New Castle y Bronquitis; la vacunación fue individual en el ojo y se realizó a los diez y a los diecisiete días de edad. Además, se prohibió el ingreso de personas ajenas al ensayo. Como medida preventiva se empleó la fumigación de calzado cada vez que la responsable del proyecto ingresaba al galpón.

Toda la información fue registrada en una libreta de campo y vaciada a un cuaderno, hasta su posterior análisis e interpretación (fase de gabinete) y posterior redacción del informe final.

1.8. Variables Evaluadas

- Consumo de alimento
- Incremento de peso
- Conversión alimenticia
- Mérito económico
- Aceptación de la carne

La conversión alimenticia consideró la relación entre la cantidad de alimento consumido para incrementar un kilo vivo; en tanto que el mérito económico la cantidad de dinero gastado para incrementar un kilo vivo.

1.9. Evaluación de la Información

Se realizó el siguiente planteamiento de hipótesis:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

H₁: AL MENOS UNA MEDIA DIFIERE DEL RESTO

Las hipótesis se contrastaron mediante un Diseño Irrestrictamente al Azar que responde al siguiente modelo aditivo lineal:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \xi_{ij}$$

En el que:

Y_{ij} , es la variable evaluada; μ , es el verdadero efecto medio; τ_i , es el verdadero efecto del i-écimo tratamiento; ξ_{ij} , es el verdadero efecto de la j-écima unidad experimental sujeta a los efectos del i-écimo tratamiento (error experimental).

Se toleró una máxima probabilidad de 5% de cometer error de tipo I (Ostle, 1979; Scheffler, 1982).

Se aplicó la Prueba de Bartlett de homogeneidad de varianzas con el peso inicial y los incrementos de peso, con la finalidad de comprobar la distribución homogénea de las varianzas residuales (homocedasticidad) y la ausencia de efectos multiplicativos (aditividad), que son exigencias para aplicar el análisis de la varianza.

Análisis de la varianza con los incrementos de peso vivo; cuando el valor de F fue significativo se procedió a aplicar la prueba de recorrido múltiple de Duncan. El esquema del análisis de varianza se presenta en la tabla 2.

Análisis de covarianza entre el peso inicial (X) y los incrementos de peso (Y) para determinar si hubo efecto significativo de la variable concomitante y aplicar la corrección pertinente.

Debido a que la información de consumo, conversión alimenticia y mérito económico es grupal, no se pudo aplicar el análisis de varianza; por tal motivo, se procedió a realizar el comparativo porcentual entre los tratamientos en los que se puso el producto contra el testigo (referente = 100%).

Tabla 2. Esquema del análisis de la varianza del DCA

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F
Media	Myy	1	M	
Tratamientos	Tyy	$t - 1 = 3$	T	T/ E
Residual	Eyy	$t(r-1) = 116$	E	
TOTAL	ΣY^2	$tr = 120$		

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Bibliográficos

2.1.1. El Tomillo (*Thymus vulgaris*)

Según Estrada (2010), “el uso del tomillo data de tiempos muy antiguos. Así, los egipcios lo empleaban para preparar una de las sustancias aplicadas en los procesos de momificación”. Menciona que “el nombre *Thymus* proviene del griego *thumus* que significa fuerza o coraje, ya que se empleaba principalmente como infusión energizante y como antiséptico de heridas de guerreros. Esta nomenclatura fue empleada por Teofrasto para designar tanto al tomillo como a la ajedrea. Se la recomendaba como antídoto para las mordeduras de serpientes”. También indica que “el propio Carlo Magno ordenó su cultivo en todos los jardines para aprovechar tanto sus propiedades medicinales como culinarias”.

El mismo autor reporta que “en el siglo XVI fue cultivado extensamente en toda Europa y regiones aledañas al Mediterráneo, formando parte de numerosas recetas y preparados correspondientes a las primeras farmacopeas europeas. En 1725, un boticario alemán llamado Neumann obtiene el aceite esencial, comenzando a partir de entonces su estudio con fines terapéuticos. Indica que crece espontáneo por todo el sur de Europa, donde se reproduce bien, ya sea por semillas o, más frecuentemente, por división de las matas en primavera. Prefiere los terrenos ligeros y pedregosos, y cuando es cultivado, requiere riegos repetidos durante los calores excesivos”.

Diferentes autores describen al tomillo como “una planta aromática de la flora del Mediterráneo comúnmente utilizada como especia y para propósitos medicinales. Como otras especies del género *Thymus*, el tomillo es utilizado tradicionalmente por sus efectos antiséptico, antiespasmódico y antitúsígeno. Además, posee propiedades antimicrobianas, antifúngicas, antioxidativas y antivirales. Indican que el aceite esencial

derivado del tomillo es una mezcla de mono terpenos y uno de los compuestos principales de este aceite es un terpenoide natural denominado timol; este compuesto exhibe múltiples actividades biológicas incluyendo propiedades anti-inflamatoria, inmuno-moduladora, anti-oxidante, anti-bacterial, anti-fungal y atrapadora de radicales libres” (Suzuki y Furuta, 1988; Aeschbach *et al.*, 1994; Essawi y Srouf, 2000; Hudaib *et al.*, 2002; Miura *et al.*, 2002; Soliman y Badlaa, 2002; Venturini *et al.*, 2002; Braga *et al.*, 2006).

Se hace la siguiente clasificación taxonómica y descripción del tomillo, “Clasificación taxonómica: REINO: *Plantae*; DIVISIÓN: *Magnoliophyta*; CLASE: *Magnoliopsida*; ORDEN: *Lamiales*; FAMILIA: *Lamiaceae*; GÉNERO: *Thymus*. Como se indica en su clasificación taxonómica, pertenece a la familia de las labiadas, alcanza de 15 a 30 cm. de altura, muestra hojas opuestas, lanceoladas, con los bordes enrollados y densamente pilosas. Las flores son diminutas, agrupadas en racimos terminales muy densos, rosadas o blanquecinas. Cáliz de color rojizo vinoso, con la garganta obstruida por pelitos blancos. El labio superior muestra tres dientecitos cortos, y el inferior dos largas y estrechas lacinias. La corola mide entre 7 y 8 mm y aparece dividida en dos labios: el superior escotado y el inferior subdividido en tres lóbulos divergentes. Toda la planta desprende un fuerte aroma al estar provista de glándulas esenciales. Los romanos lo introdujeron en la cocina, perfumando vinos y quesos” (Estrada, 2010).

Alonso (2004), menciona que “en su composición química se considera para el Aceite Esencial (0,8- 2,5 %): fundamentalmente timol (40%), p-cimeno (15 – 50%), alcanfor (11 – 16%), carvacrol (2.5 – 14.6 %), linalol (4%), 1,8-cineol (3%), γ -terpineno (1-5%), borneol, acetato de bornilo, acetato de linalino, geraniol, α y β -pineno, limoneno. El rendimiento porcentual de aceite esencial del tomillo varía al método utilizado para su extracción ya sea por destilación con agua, destilación con vapor de

agua o la combinación de ambas. En cuanto a los Flavonoides: Principalmente heterósidos del luteol y apigenol, y en menor medida flavonas metoxiladas: cosmosiína, timonina, isotiminina, timusina, naringenina. También se ha señalado la presencia de flavanonas, flavonoles y heterósidos de luteolina. Además de otros compuestos: taninos (7-10%), serpilina (principio amargo), saponinas ácidas y neutras, ácido labiático, oleanólico y ursólico (1,5%), ácidos fenilcarboxílicos (clorogénico y cafeico), ácido rosmarínico (1%), ácido litospérmico, resinas”. Menciona, así mismo, que “a pesar de que el compuesto que se encuentra en proporción más alta es el timol, en realidad comparte una alta proporción de compuestos similares a los encontrados en otras labiadas”.

Se menciona que “farmacológicamente se lo utiliza como digestivo, estimulante del apetito, antiparasitario, antihelmíntico, anticatarral, antimicrobiano, antiséptico, cicatrizante, antiespasmódico, carminativo, expectorante, mucolítico, diaforético. Las propiedades carminativas del aceite esencial de Tomillo lo hacen un efectivo tratamiento para diferentes malestares estomacales. En las épocas en las que aun no se conocían los antibióticos, el tomillo era considerado como un eficaz desinfectante. Actualmente, está comprobado que sus componentes fenólicos, timol y carvacrol, tienen actividad antibacteriana frente a gérmenes Gram positivos y Gram negativos. Este efecto se debe a su acción sobre la membrana bacteriana. Además tiene acción antifúngica (eficaz contra *Candida albicans*) y antivírica. Por el sabor agradable del timol está presente en la formulación de diversos enjuagues bucales, pastas de dientes, etc. Una disolución de 5% de timol en etanol se utiliza para la desinfección dermal y contra infecciones con hongos. Al eliminarse por vía respiratoria y renal, el tomillo produce efecto antiséptico en el árbol respiratorio y en las vías urinarias” (Alonso, 2004; Estrada, 2010).

Además de lo expuesto, Alonso (2004) menciona que “el tomillo está clasificado como planta medicinal expectorante y antiespasmódica en las vías respiratorias y ejerce un efecto relajante del músculo liso bronquial que justifica su uso como antitusígeno. La acción espasmolítica se debe al timol y al carvacrol del aceite esencial, que se cree tienen la capacidad de inhibir la disponibilidad del calcio, con lo que podrían bloquear la conducción nerviosa. Por otro lado, se ha comprobado que la acción de los flavonoides derivados del luteol potencia la acción espasmolítica de los fenoles, actuando sobre todo en la tráquea”.

Estrada (2010) ha indicado que “el aceite esencial de Tomillo actúa como tónico nervioso, y en forma similar al romero estimula el cerebro y la memoria por lo que resulta útil en casos de fatiga o debilidad. La acción primaria del aceite esencial de Tomillo es sobre el tracto genito-urinario y sobre las vías respiratorias compartiendo incluso propiedades antisépticas con el eucalipto”.

Sobre su acción antimicrobiana se ha investigado en forma considerable para todas las labiadas. “El timol y el carvacrol han demostrado exhibir el mayor espectro terapéutico comparativamente con el resto de los componentes del aceite esencial. Investigadores de la Universidad de Montpellier (Francia) han identificado entre seis y siete quimiotipos diferentes en ejemplares de tomillo europeos. En estudios de actividad antibacteriana se ha visto, por ejemplo, que el quimiotipo 5 es el menos activo en función de la concentración inhibitoria mínima de las cepas bacterianas, mientras que el quimiotipo 1 presenta la mayor actividad antifúngica” (Estrada, 2010).

“La acción antibacteriana del tomillo se ve potenciada por la capacidad que tiene de producir una estimulación de la leucopoyesis y una elevación de los valores de trombocitos en la sangre, por lo que también se considera su uso como potenciador de la acción de otros inmunosupresores” (Alonso, 2004).

2.1.2. Los Aceites Esenciales de las Labiadas

Williams y Losa (2001) indicaron que “la capacidad para controlar bacterias y mejoran la digestión y absorción de nutrientes por parte de los productos fitobióticos radica en su contenido de aceites esenciales, los mismos que están constituidos por mono y polifenoles. Los aceites esenciales son aceites volátiles obtenidos de plantas por, normalmente, vaporización y/ o destilación en agua. El amplio rango de efectos de los aceites esenciales están ampliamente reconocidos en humanos y, más recientemente, en animales. No sólo pueden ser efectivos individualmente, sino que sus efectos también pueden mejorarse mediante efectos sinérgicos entre aceites esenciales individuales y en combinación con otros aditivos alimenticios”.

Kamel (2000) menciona que “los aceites esenciales son, probablemente, los productos más antiguos utilizados en medicina humana, pero su uso en animales es relativamente nuevo. Los extractos y aceites esenciales de plantas son metabolitos secundarios que generalmente, ejercen una función de defensa de las plantas frente a agresiones externas. Estas sustancias protegen a las plantas de organismos patógenos, herbívoros e incluso contra otras plantas”. Para Briskin (2000), además, ejercen protección “contra procesos abióticos que causan estrés, como son la desecación y la radiación ultravioleta y también sirven para atraer a organismos beneficiosos como los polinizadores”. Por otro lado, Tipu *et al.* (2006) consideran que en la actualidad “la utilización de los aceites esenciales se ha incrementado. Actúan como antibacterianos, antioxidantes, antifúngicos, analgésicos, anticancerígenos, insecticidas, anticoccidiales y como promotores de crecimiento. Estas plantas compiten con los compuestos sintéticos. La mayoría de las plantas medicinales no tienen efectos residuales”.

Según Lee *et al.* (2004), “los aceites esenciales se componen principalmente de terpenos y fenilpropenos; los terpenos contienen unidades de cinco carbonos llamadas

isopreno (2-metil-1,3-butadiona). De acuerdo con sus unidades de isopreno, se clasifican en mono-terpenos ($C_{10}H_{16}$), sesqui-terpenos ($C_{15}H_{24}$), di-terpenos ($C_{20}H_{32}$) y tri-terpenos ($C_{30}H_{48}$). Los terpenos en forma de alcoholes, aldehídos, cetonas, lactonas y ésteres también están presentes en algunas plantas (Xue *et al.*, 2004). Los fenilpropenos constan de un anillo aromático de seis carbonos con una cadena lateral de tres. Se ha estimado que hay más de 1000 mono-terpenos y 3000 sesqui-terpenos, y sólo se han descritos 50 fenilpropenos. Otros constituyentes importantes son los fenoles, ésteres fenólicos, ácidos esterificados, lactonas, óxidos, acetales, aminas y compuestos con nitrógeno”.

Según Dudareva *et al.* (2006), “los terpenos son originados de su precursor universal el isopentenil difosfato (IPP) y su isómero el dimetil-alil-difosfato, los cuales son formados por dos vías. En el citosol, el IPP es sintetizado por la vía del ácido mevalónico a partir de tres moléculas de Acetil-CoA y en los plástidos es producido a partir del piruvato y el gliceraldehido 3-fosfato por la vía del metil- eritrol-fosfato”.

En tanto que “los fenilpropenoides/ benzoides, componentes derivados de L-fenilalanina, constituyen una clase de componentes volátiles estructuralmente diversos y que además están involucrados en la reproducción y defensa de las plantas. En el primer paso de la biosíntesis de los fenilpropenoides, la L- fenilalanina (Phe) es convertida a ácido *trans*-cinámico en una reacción catalizada por la L-fenilalanina-amonio-liasa (PAL). En los siguientes pasos comparte con la vía de la síntesis de lignina/ lignano la formación de fenilpropenol (monolignol). Ácidos hidroxicinámicos, aldehídos y alcoholes son formados por la vía del ácido *trans*-cinámico. Algunos intermediarios pueden ser convertidos a componentes volátiles como en el caso del eugenol y el isoeugenol, de la albahaca y la petunia, los cuales son formados a partir del acetato coniferil, en una reacción catalizada por la eugenol y la isoeugenol sintetasas. Los

benzoides, también se originan del ácido *trans*-cinámico por la vía alterna del fenilpropenoide” (Boatright *et al.*, 2004; Dudareva *et al.*, 2004).

A continuación se hace referencia a las explicaciones sobre los diferentes modos de acción de los aceites esenciales.

2.1.3. Acción Frente a los Microorganismos

Según Carson *et al.* (2002), “generalmente se reconoce que la acción antimicrobiana depende del carácter lipofílico o hidrofílico del aceite esencial. Teniendo en cuenta la gran cantidad de los componentes químicos presentes en ellos, lo más probable es que su actividad antimicrobiana no se puede atribuir a un solo mecanismo, sino que se da a varios niveles en las células microbianas”. En tanto que Roldán (2010) considera que “los aceites fenólicos (fenoles y ácidos fenólicos), se han encontrado como buenos inhibidores de bacterias. Características como un anillo aromático, un grupo hidroxilo u otros grupos como el *tert*-butil o el isopropal, alteran la polaridad y la topografía de la molécula y por lo tanto pueden cambiar la afinidad de la misma con sitios de unión diferentes en la bacteria. La hidrofobicidad y descripciones esteáricas (tamaño molecular y forma), también tienen papeles importantes en la actividad antibacteriana”. Para Walsh *et al.* (2003), “la pérdida de potasio es la primera indicación de daño en las membranas de los microorganismos. Esto confirma el hecho de que la disrupción de las membranas contribuye al modo de acción de los grupos fenólicos como el eugenol y el timol”.

Dorman y Deans (2000) consideran que las “investigaciones de los efectos de los terpenoides en membranas bacterianas aisladas sugieren que su actividad esta en función de las propiedades lipofílicas de los constituyentes de los terpenos, la potencia de sus grupos funcionales y su solubilidad acuosa. Su sitio de acción aparentemente es

la capa fosfolipídica y mediante mecanismos bioquímicos. Estos procesos incluyen la inhibición del transporte de electrones, translocación proteínica, pasos de fosforilación y otras reacciones dependientes de enzimas”. Juven *et al.* (1994) determinaron que “algunos componentes aparentemente actúan a nivel de las proteínas embebidas en la membrana citoplasmática, enzimas como las ATPasas están localizadas en la membrana citoplasmática y bordeadas por moléculas lipídicas. Hay dos posibles mecanismos en los que participan las moléculas de hidrocarburos cíclicos; las moléculas de hidrocarburos lipofílicos pueden acumularse en la capa lipídica y alterar la interacción lípido/proteína o se puede dar una interacción directa entre el componente lipídico y la parte hidrófoba de la proteína. Se ha observado que se estimula la formación de *seudo micelios* en ciertas levaduras al adicionar aceites esenciales, lo que puede indicar que actúan a nivel de la regulación energética o en la síntesis de componentes estructurales”.

Burt (2004) consideró que “la concentración mínima inhibitoria (CMI), es citada por la mayoría de los investigadores como una medida de desempeño de los aceites esenciales, pero la definición de CMI difiere entre las diferentes publicaciones y esto es un obstáculo para la comparación de los diversos estudios”. Otra definición considera que “la CMI es la concentración más baja que inhibe el crecimiento visible de un organismo evaluado” (Delaquis *et al.*, 2002). En un estudio más amplio, realizado por el método de agar dilución, se evaluó la CMI de 52 aceites de plantas. El limonero, el orégano y el laurel inhibieron todos los organismos (bacterias Gram-positivas y Gram-negativas) al $\leq 2.0\%$ (v/v). Los aceites del palisandro, culantro, niaouli, menta, árbol de té, hierbabuena, salvia y orégano, inhibieron todos los microorganismos excepto *Ps. aeuroginosa* a una concentración $\leq 2.0\%$ (v/v). Ninguno de los aceites inhibió solamente Gram-negativas. El tomillo mostró la más baja CMI de 0.03% (v/v) contra *E. coli* y *Candida albicans* (Hammer *et al.*, 1999).

Peñalver *et al.* (2005), usaron el método de micro dilución para evaluar la actividad antimicrobiana de los aceites esenciales (AEs) de *Coridothymus capitatus* (orégano español), *Satureja montana*, *Thymus mastichina*, *Thymus zygis* (variedad española del *Thymus vulgaris*) y *Origanum vulgare* contra cepas de origen aviar como *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis* y *Salmonella essen*. Todos estos AEs mostraron un CMI $\geq 2\%$ (v/v) para las cepas de *E. coli*. El AE que mostró la más alta actividad contra las cepas de *Salmonella* fue del *Origanum vulgare* (CMI $\leq 1\%$ v/v), seguido por *Thymus zygis* (MIC $\leq 2\%$ v/v). El *Thymus mastichina* inhibió todos los microorganismos en la concentración más alta 4% (v/v). Esto demuestra que los AEs tienen actividad contra Gram-positivos y Gram-negativos.

Los aceites esenciales se pueden comportar como bactericidas o como bacteriostáticos. La salvia, menta, hisopo (o hierba sagrada) y manzanilla tuvieron actividad bacteriostática mientras que el orégano fue bactericida a una concentración de 400 ppm. La actividad bacteriostática fue más marcada en bacterias Gram- positivas y en contraste la actividad bactericida fue más fuerte en bacterias Gram- negativas. Entre las cepas más sensibles se encuentra *Escherichia coli* O157:H7 y en las cepas Gram positivas esta *Listeria innocua* (Marino *et al.*, 2001).

Según Kim *et al.* (1995), “otro parámetro de evaluación *In vitro* es la Concentración Bactericida Mínima (CBM), la cual es definida como la concentración más baja a la cual un compuesto mata las bacterias o la concentración del 99,9% o más del inóculo inicial es eliminado. En un estudio con el método de papel de disco, el carvacrol mostró actividad bactericida contra *Escherichia coli*, *E. coli* O157:H7, *Salmonella typhimurium*, *Listeria monocytogenes*, y *Vibrio vulnificus*. El carvacrol en medio líquido fue altamente bactericida contra *S. typhimurium*, y *V. vulnificus*. El Citral y perilaldehído tuvieron CBM de 100 y 250 pg/ml contra *V. vulnificus*. El terpenol y el

linalol fueron en este caso menos potentes contra las cepas evaluadas, con CBM de 1000 pg/ml. El citral, el geraniol y el polialdehído a 500 pg/mL eliminaron completamente *E. coli*, *E. coli* 0157:H7 y *S. typhimurium*, mientras que la citronela a 250 pg/mL eliminó *V. vulnificus*.” Este estudio indicó que los aceites esenciales podrían tener potencial para inhibir patógenos que crecen en los alimentos.

2.1.4. Acción Antioxidante

Capecka *et al.* (2005) indicaron que “la actividad antioxidante es expresada como la capacidad de inhibir la peroxidación del ácido linoleico y atrapar radicales libres. El orégano fresco y seco es un fuerte inhibidor de la peroxidación del ácido linoleico. La habilidad para atrapar el radical libre DPP (2,2-difenil-1-picrilhidrazil), puede exceder el 90% en especies de la familia *Lamiaceae*. Altos contenidos de ácido ascórbico y carotenoides son encontrados en menta (*Mentha piperita*), orégano (*Origanum vulgare*) y limón balsamo (*Melissa officinalis*). Pero el secado de estas especies causa grandes pérdidas de estos componentes”.

Así mismo, Arabshahi *et al.* (2007) consideraron que “la actividad antioxidante también puede ser evaluada por la cantidad de Malonaldehído (MDA) formado por la oxidación inducida por FeSO₄ del ácido linoleico a 37°C en buffer Trimza (pH 7.4). A una concentración de 1.5 mg/ml de ácido linoleico, extractos de *Moringa oleifera* y *Daucus carota* tienen una alta actividad antioxidante (83 y 80%) a comparación del α -tocoferol (72%)”.

El mecanismo de la acción antioxidante de los aceites esenciales no se conoce con toda certeza. Sin embargo, en un estudio realizado por Fotti e Ingold (2003), se sugiere que “el γ -terpineno, presente en varios aceites esenciales, actúa como antioxidante al retardar la peroxidación del ácido linoleico, porque los radicales peroxilo formados a partir de éste (HOO-) reaccionan rápidamente con los radicales

peroxilo del ácido linoleico. De tal forma que se disminuye la concentración de los radicales peroxilo del ácido linoleico en el estado estacionario”. Adicionalmente, autores como Puertas *et al.* (2002), han mostrado que “algunos aceites esenciales y sus fito-constituyentes poseen la capacidad de atrapamiento del catión-radical 2,2’-azinobis-(3-etilbenzotiazolina-ácido sulfónico) ABTS⁺ y del radical 2,2-difenil-1-picrilhidracilo DPPH igual o superior a la de antioxidantes sintéticos como la vitamina E, el trolox y el ácido ascórbico. Los aceites esenciales de orégano y romero poseen una capacidad alta para el atrapamiento el radical ABTS⁺, en comparación con el aceite esencial de culantro”.

2.1.5. Efecto en Aves

Mitsch *et al.* (2004), evaluaron el efecto de dos mezclas de aceites esenciales sobre *Clostridium perfringens* (Cp) en pollos de engorde. Cien partes por millón de las mezclas fueron utilizadas con dietas comerciales. La primera mezcla (A) fue Crina (Crina SA, Gland, Switzerland), su principal componente es el timol, del *Thymus vulgaris*. En la segunda mezcla (B), la mitad del timol fue reemplazado con carvacrol del *Origanum vulgare*. Otros componentes, usados en la misma concentración en ambas mezclas fueron eugenol (*Syzygium aromaticum* y *Cinnamomum zeylanicum*), curcumina (*Curcuma zanthorrhiza*) y piperina (*Piper nigrum*). La mezcla A redujo el promedio de la concentración de Cp en las heces en todos los días muestreados, en yeyuno y ciego en los días 14 y 21 y en cloaca en el día 14. La mezcla B redujo significativamente la concentración de Cp en yeyuno en los días 14 y 30 y en cloaca en el día 14. Los porcentajes de especímenes de Cp encontrados en los grupos control que salieron positivos a Cp, fueron de 83,3% en las heces, 88,0% en yeyuno y cloaca y 82,6% en ciego. Los resultados indicaron que mezclas específicas de los aceites esenciales pueden controlar la colonización y proliferación de Cp en el intestino de pollos de engorde y,

por lo tanto, pueden ayudar a prevenir la aparición de enteritis necrótica. Se cree que esto es debido al efecto antibacteriano, la estabilización de la micro flora intestinal y la inactivación de toxinas de Cp; además, es posible que estimulen enzimas digestivas y por lo tanto la digestibilidad de los nutrientes se puede mejorar.

Un experimento adicional con Crina Poultry y Crina Alternate, evaluó el desempeño en pollos vacunados contra la coccidia. Los pollos que no fueron vacunados contra la coccidia y alimentados con Crina Poultry, tuvieron mejor conversión alimenticia que el control no medicado, durante el periodo de iniciación. Esto también se observó en pollos vacunados durante el período de finalización, pero estos resultados no fueron estadísticamente significativos. Las dos mezclas difirieron en cuanto a los resultados sobre el desempeño productivo de las aves y pudo ser atribuido a las cantidades variables de los componentes activos como el carvacrol y el timol (Oviedo *et al.*, 2005). Adicionalmente, “la suplementación con Crina puede modular la dinámica de la microflora intestinal en pollos vacunados contra la coccidia y evitar cambios drásticos después de una infección mixta con coccidia” (Oviedo *et al.*, 2006).

En un ensayo en pollos de engorde por 42 días, se estudió la digestibilidad, el desempeño y el peso relativo de los órganos de diferentes extractos de aceites esenciales. Se utilizaron 2 mezclas diferentes; la primera contenía 200 ppm de un extracto de orégano, canela y pimienta (EOE) y la segunda mezcla 5000 ppm de un extracto de salvia, tomillo y romero (LE). Estos tratamientos fueron comparados contra un grupo control y un grupo suplementado con avilamicina (que es un APC). En el período de iniciación, la suplementación con LE, mejoró aparentemente la digestibilidad fecal de la materia seca ($P < 0.001$) y todos los demás aditivos incrementaron la digestibilidad del extracto etéreo. No se observó efecto sobre la digestibilidad de la proteína cruda. A nivel del íleo, la avilamicina, EOE y LE,

incrementan la digestibilidad de la materia seca y del almidón, pero no la digestibilidad de la proteína cruda. No se observaron diferencias con respecto al peso relativo de los órganos. Se observó también un mejor desempeño productivo en los grupos suplementados con los dos extractos, pero esto no fue estadísticamente significativo (Hernández *et al.*, 2004).

Efectos sobre las enzimas digestivas se evaluaron por Jang *et al.* (2007), quienes encontraron que una mezcla de aceites esenciales a un nivel de 50 mg/kg de la dieta incrementa los niveles de α -amilasa, tripsina pancreática y maltasa intestinal ($P < 0.05$). Además, se observó una disminución en las poblaciones de *E. coli* en la digesta ileocecal, sin afectar las poblaciones de lactobacilos, lo cual fue compatible con resultados reportados por Jamroz *et al.*, (2005); en este experimento no hubo efecto sobre el desempeño productivo de las aves.

Cross *et al.* (2007) observaron un efecto positivo sobre el desempeño productivo en pollos de engorde suplementados con el aceite esencial del tomillo. Las dietas fueron suplementadas con 10 g/kg de cinco hierbas (tomillo, orégano, mejorana, romero y milenrama) o con 1g/kg de cada aceite esencial, para un total de 11 tratamientos. Las aves suplementadas con el aceite de tomillo y con la planta milenrama, tuvieron mejor ganancia de peso y peso corporal que el grupo control. Las aves suplementadas con aceite de romero tuvieron mejor conversión alimenticia en comparación con las suplementadas con la planta. Estos tratamientos no tuvieron efectos sobre la población de la micro flora intestinal, la energía metabolizable aparente y los coeficientes de digestibilidad.

Jamroz *et al.* (2006), encontraron que un extracto de plantas que contenía 5% de carvacrol, 3% de cinamaldehído y 2% de oleoresina *capsicum*, dado en el alimento a 100 mg/kg, producía cambios morfológicos en la mucosa intestinal en pollos de

engorde. La movilización de mucocitos en el epitelio superficial del estómago glandular, el incremento de la secreción de mucopolisacáridos y pequeñas cantidades de sialomucinas con y sin disrupción celular y la liberación de grandes cantidades de moco fueron observados en grupos alimentados con dietas a base de maíz o trigo y cebada y el extracto. Estos resultados indican que pollos alimentados con extractos de plantas, el incremento en la liberación de grandes cantidades de moco y la formación de una capa de moco sobre el estómago glandular y el yeyuno, juegan un papel protector en la vellosidad. Se indicó que esto puede explicar la reducción posible de adhesión al epitelio y el número de *E. coli*, *C. perfringens* y hongos en el contenido intestinal.

2.2. Bases Teóricas

La presencia en determinadas hierbas (especies), como el tomillo, de principios químicos capaces actuar sobre diferentes estructuras y funciones de las bacterias, como ha sido reportado por Hammer *et al.* (1999), Dorman y Deans (2000), Carson *et al.* (2002), Walsh *et al.* (2003), Peñalver *et al.* (2005), entre otros, y otros capaces de atrapar radicales libres (Puertas *et al.*, 2002; Fotti e Ingold, 2003; Capecka *et al.*, 2005; Arabshahi *et al.*, 2007) hacen factible proponer la teoría de que la inclusión de esta hierba en la dieta de los pollos de carne permitiría la manifestación de mejoras en los indicadores del rendimiento en vivo.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Consumo de Alimento

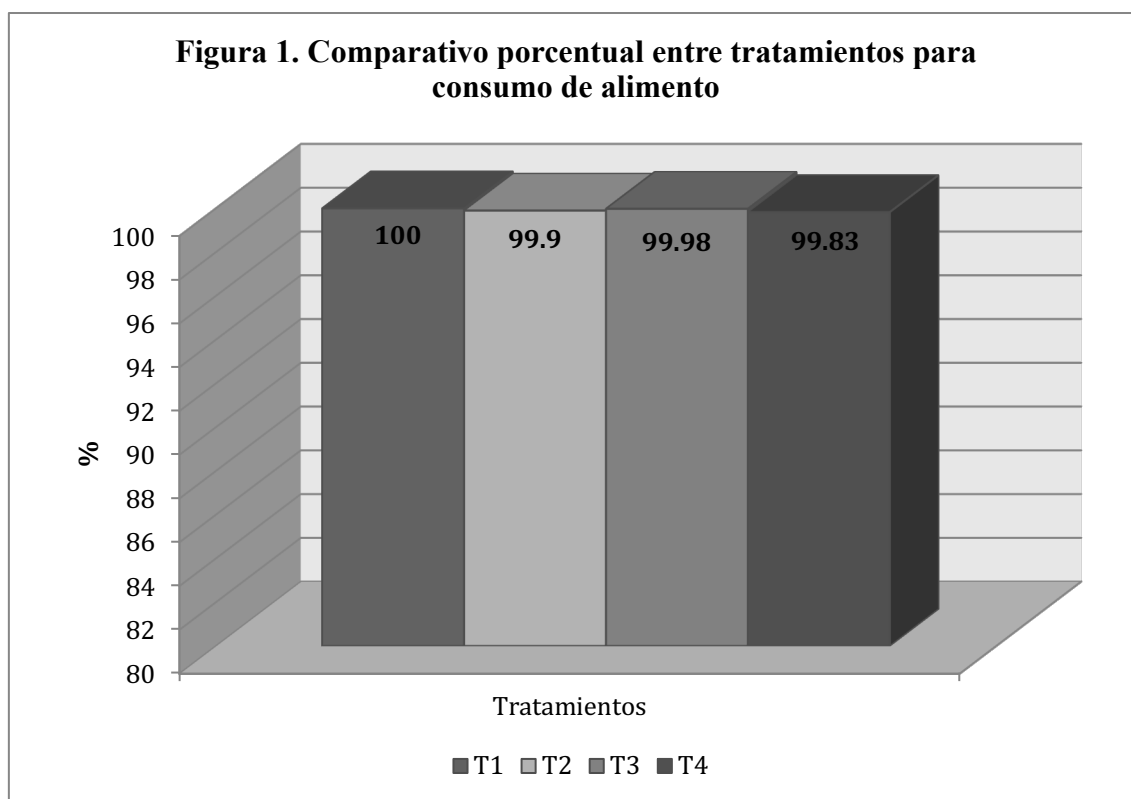
Los resultados de consumo de alimento de pollos Cobb 500 que recibieron tomillo a través de la dieta se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Consumo de alimento de pollos Cobb 500 que recibieron tomillo a través de la dieta

Aspectos	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
Pollos por tratamiento	30	30	30	30
Días experimentales	42	42	42	42
Tomillo en la dieta, %	00	0.05	0.10	0.15
Consumo total por pollo, Kg.:				
Inicio	0.896	0.893	0.895	0.892
Crecimiento	3.194	3.192	3.194	3.191
Acumulado	4.090	4.085	4.089	4.083
Consumo diario por pollo, g:				
Inicio	42.67	42.52	42.62	42.48
Crecimiento	152.1	152.0	152.1	152.0
Acumulado	97.38	97.26	97.36	97.21

Respectivamente para los tratamientos del primero al cuarto, el consumo por pollo fue de 896, 893, 895 y 892 gramos en el período de inicio; 3194, 3192, 3194 y 3191 gramos en el período de crecimiento; el consumo acumulado fue de 4090, 4085, 4089 y 4083 gramos. Estas cifras, cuando fueron llevadas a consumo promedio por día por pollos, representaron 42.67, 42.52, 42.62 y 42.48 gramos en el inicio; 152.1, 152, 152.1 y 152 gramos en el crecimiento; y 97.4, 97.3, 97.4 y 97.2 gramos acumulados.

La guía nutricional del pollo de carne Cobb 500 (COBB, 2008) indica que hasta las seis semanas de edad el consumo acumulado debe ser de 4600 gramos; habiéndose manifestado una retracción en el consumo que puede ser atribuida al calor.



En la Figura 1 se muestra el comparativo porcentual entre tratamientos para el consumo de alimento. Se puede apreciar que, prácticamente, el consumo de alimento fue igual entre tratamientos. Este comportamiento permite corroborar que la retracción en el consumo con respecto a la guía Cobb se debió al calor y no a la presencia del tomillo en la dieta. Debe tenerse en cuenta que durante los meses del verano en el departamento de Lambayeque la temperatura ambiental supera los 30°C, lo que se torna en un factor limitante en el consumo de alimento.

El consumo de alimento puede verse afectado en gran medida por varios factores, principalmente la concentración de energía y la temperatura ambiental. Cuando los contenidos de energía están por debajo de lo que requiere el pollo este incrementa el consumo. El metabolismo energético, por otro lado, hace que se incremente la temperatura corporal (Incremento Calórico) debido a cierta ineficiencia para utilizar el total de la energía metabolizable y si además la carga calórica ambiental

es alta, el pollo disminuye su consumo para no entrar en estrés térmico. Debido a su cubierta de plumas, las aves son los animales que menos disipan el calor corporal.

Trabajos de investigación realizados en la Facultad de Ingeniería Zootecnia, tanto en el ámbito departamental como en la zona de Cutervo, han mostrado que la utilización de especias (orégano, romero, salvia, cúrcuma, etc.) no afectó negativamente el consumo de alimento (Perleche, 2002; Adrianzén, 2003; Ramírez, 2003; Wong, 2003; Ruiz, 2004; Arévalo, 2003; Chiroque, 2005; Mendoza, 2005; Mendoza, 2006; Soralez, 2005; Vásquez, 2005; Valderrama, 2005; Carhuajulca, 2006; Tarrillo, 2007; Uriarte, 2012), tanto con pollos de carne como con pavos.

Son relativamente pocos los trabajos citados que indicaron ausencia de efecto sobre el consumo por presencia de fitobióticos en la dieta; también Hernández *et al.* (2004), al evaluar extractos de aceites esenciales (provenientes de orégano, canela y pimienta) y extractos de plantas labiadas (salvia, tomillo y romero), no encontraron efectos sobre el consumo de alimento. Los mismos autores indican que los resultados, a veces, son contradictorios. Los resultados de estos investigadores concuerdan con los resultados del presente trabajo en el que la presencia de tomillo no afectó el consumo de alimento.

3.2. Peso Vivo e Incremento de Peso

Los resultados para peso vivo e incremento de peso de pollos de carne que recibieron tomillo a través de la dieta se muestran en la Tabla 4.

Respectivamente para los tratamientos 1, 2, 3 y 4, los pesos iniciales fueron de 44.6, 44.3, 45.4 y 45.5 gramos; 528.6, 520.9, 511 y 512 gramos al finalizar el período

de inicio; 2132, 2139, 2112 y 2097 gramos por pollo al finalizar el período de crecimiento.

Tabla 4. Peso vivo e incremento de peso de pollos Cobb 500 que recibieron tomillo a través de la dieta

Aspectos	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
Pollos por tratamiento	30	30	30	30
Días experimentales	42	42	42	42
Tomillo en la dieta, %	00	0.05	0.10	0.15
Peso vivo, g.:				
Inicial	44.6	44.3	45.4	45.5
Veinte días	528.6	520.9	511.0	512.0
Cuarenta y dos	2132	2139	2112	2097
Incremento de peso, g.:				
Inicio	484.0 ^a	476.6 ^a	465.6 ^a	466.4 ^a
Crecimiento	1604	1618	1601	1585
Acumulado	2088 ^a	2095 ^a	2067 ^a	2051 ^a
Incremento de peso corregido ^{&} , g.:				
Inicio	481.5 ^a	473.6 ^b	467.2 ^c	468.4 ^c
Acumulado	2020 ^a	2082 ^a	2076 ^a	2062 ^a

^{a, b} Letras diferentes sobre los promedios indican diferencias significativas entre tratamientos ($P \leq 0.05$).

[&] Corregidos por covarianza con el peso inicial

La prueba de Bartlett de homogeneidad de varianzas indicó que la componente residual de varianzas no estuvo uniformemente distribuida entre los grupos de tratamientos implementados (Anexo 1) para pesos iniciales.

En el mismo orden creciente de tratamientos, los incrementos de peso fueron de 528.6, 520.9, 511 y 512 gramos por pollo en el inicio; 1604, 1618, 1601 y 1585 gramos por pollo en el crecimiento; 2088, 2095, 2067 y 2051 gramos acumulados por pollo.

La prueba de homogeneidad de varianzas indicó que la componente residual de varianzas no estuvo uniformemente distribuida entre los tratamientos (Anexo 2) para los incrementos de peso en el inicio; pero si lo estuvo para los incrementos acumulados (Anexo 3). Debido a la homocedasticidad, se procedió a realizar una transformación logarítmica de la información del inicio y se aplicó el análisis de varianza (Anexo 4), el

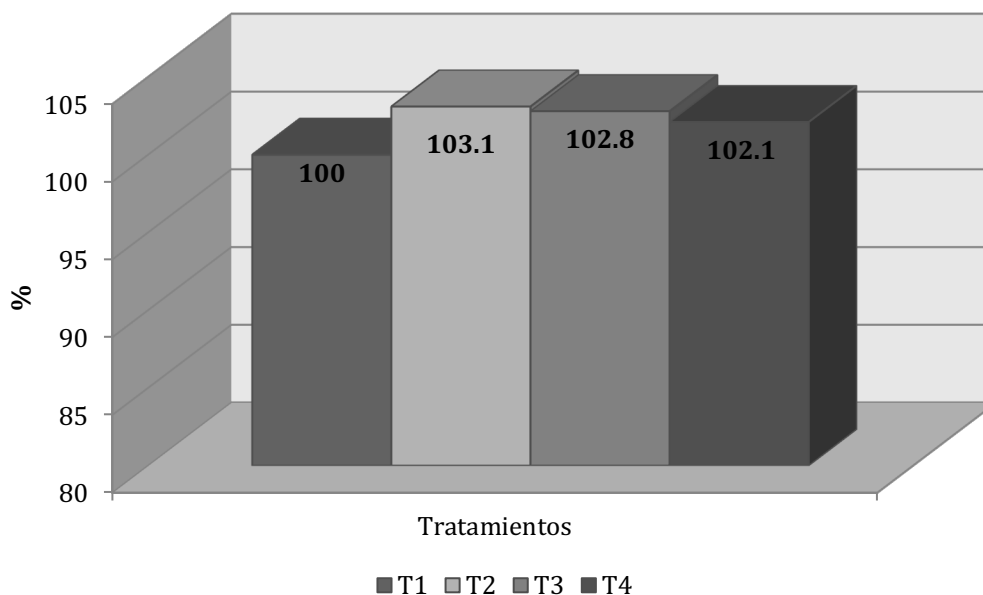
resultado de la décima F indicó que las diferencias entre tratamientos para los incrementos en el inicio no alcanzaron significación estadística. Con los incrementos de peso acumulados, tampoco las diferencias entre tratamientos alcanzaron significación estadística (Anexo 5).

Al aplicar el análisis de covarianza con el peso inicial (X), los resultados mostraron que después de corregir por covarianza los incrementos de peso en el inicio fueron diferentes entre tratamientos (Anexo 6), el testigo superó estadísticamente a los tratamientos que recibieron tomillo. Las diferencias porcentuales entre tratamientos para la información sin corregir y corregida fueron muy parecidas, la significación de la regresión (y en consecuencia la significación para las diferencias entre tratamientos) se explican por la uniformización de la información transformada logarítmicamente.

El análisis de covarianza, también con el peso inicial (X), con los incrementos acumulados de peso (Y) indicó que las diferencias entre tratamientos no son estadísticamente diferentes después de corregir con el peso inicial (Anexo 7); sin embargo, se aplicó la corrección debido a que la regresión resultó significativa. En la Figura 2 se ilustra el comparativo porcentual entre tratamientos con los incrementos de peso acumulados corregidos, lo que se hizo debido a que esta es la variable que en realidad importa al productor de pollos.

En la Figura 2 se puede apreciar que todos los tratamientos que recibieron tomillo estuvieron por encima del testigo; en 3.1, 2.8 y 2.1% respectivamente para T2, T3 y T4. Este comparativo es importante, toda vez que el tratamiento testigo incluyó antibiótico promotor de crecimiento (zinc-bacitracina); en consecuencia se pueden obtener resultados adecuados reemplazándolo con tomillo.

Figura 2. Comparativo porcentual entre tratamientos para incrementos de peso acumulados coregidos



Los reportes indican la conveniencia del empleo de sustancias como el tomillo, a los que se les denomina fitobióticos cuando se emplean en la alimentación animal; Chiroque (2005) combinó la acción de fitobióticos (combinación achiote, cúrcuma, molle, canela y jengibre) con un producto aportante de pre- y probióticos en la alimentación de pollos de carne, determinando que cuando la proporción de los fitobióticos estuvo en 0.5% y 1 ml del simbiótico los incrementos de peso superaron al testigo (con APC) en 8%. Resultados que indicaron al autor que existe la posibilidad de remplazar al antibiótico promotor del crecimiento con eficiencia. Esta apreciación fue corroborada por los resultados obtenidos por Mendoza (2006), quien empleando la misma combinación de fitobióticos empleada por Chiroque en la dieta de pollos de carne en la jurisdicción de Cutervo, determinó incrementos de peso superiores entre 6 y 14.6% en comparación con el antibiótico promotor del crecimiento (zinc-bacitracina). Con una combinación de fitobióticos que no incluyó canela y jengibre, Mendoza (2005) reporta mejoras en los incrementos de peso de 4.5% por encima del testigo (APC) con

1.5% de la combinación de fitobióticos. Tarrillo (2007), empleando una combinación de hierbas culinarias, logró una ventaja en el incremento de peso acumulado de hasta 11% con relación al testigo con APC.

Dentro del campo de la producción avícola, los animales están sujetos a condiciones de explotación conducentes a situación de estrés oxidativo, lo que les impide, muchas veces, alcanzar todo o casi todo su potencial productivo. La reacción de defensa frente al entorno hace que se liberen radicales libres, los mismos que van a atender contra la integridad de los tejidos (rotura de paredes celulares, principalmente), esta acción genera procesos en contra de la salud y en su función de reparación el organismo empleará los nutrientes que estaban destinados para fines de síntesis (productivos), en consecuencia el rendimiento no será el esperado. Una estrategia que involucre procesos de defensa contra la auto-oxidación debe mejorar el rendimiento de los pollos de carne, en los que se agrava la situación debido a la elevada presión de selección por lograr efectivos y rápidos rendimientos. Los fitobióticos empleados en alimentación animal (denominados como “alimentos funcionales” en humanos) proveen principios que tienen acción antioxidante, entre los que los flavonoides juegan un rol importante (Scalbert y Williamson, 2000).

En humanos se aconseja la ingestión de alimentos que contienen polifenoles varias veces al día, debido a que su tiempo de vida media dentro del organismo no es muy largo (Balant *et al.*, 1979; Lee *et al.*, 1995; Unno *et al.*, 1996; Hollman *et al.*, 1996, 1997; Kivitz *et al.*, 1997; Aziz *et al.*, 1998; Van het Hof *et al.*, 1999); en el caso del suministro para pollos de carne, el aprovisionamiento es continuo debido a que forman parte de la dieta, asegurándose la permanente acción orgánica.

3.3. Conversión Alimenticia

En la Tabla 5 se presentan los resultados de conversión alimenticia de pollos de carne que recibieron tomillo en la dieta.

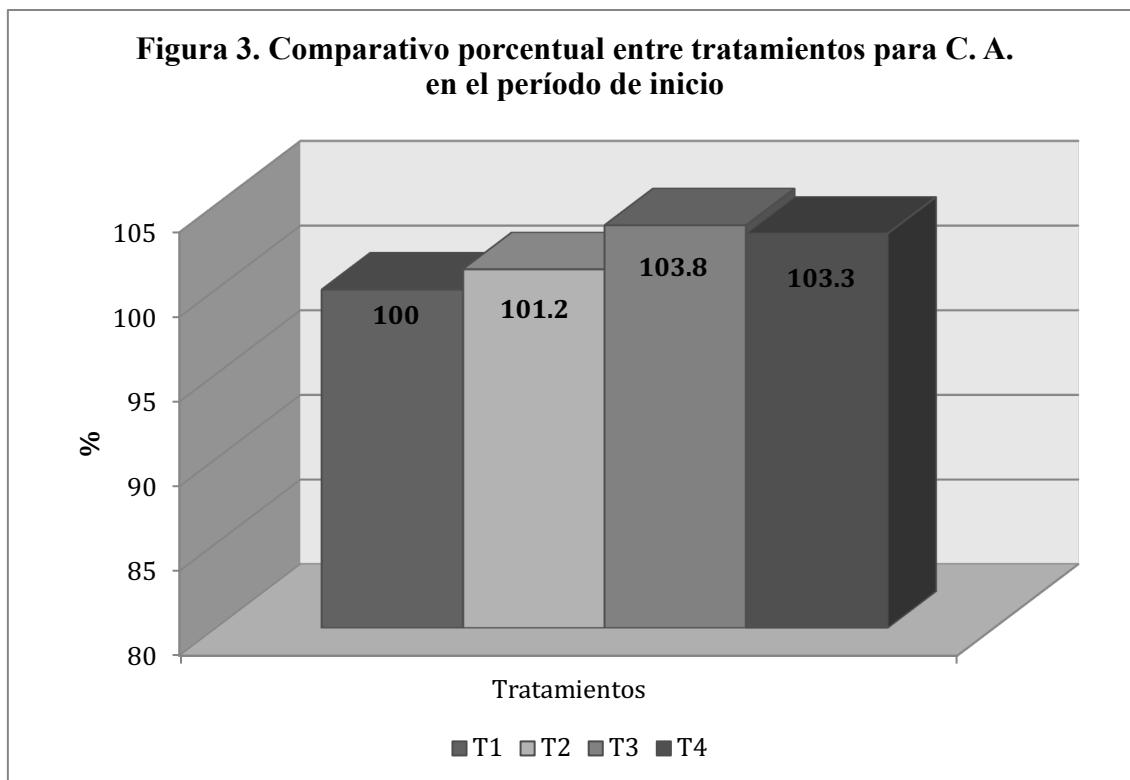
Tabla 5. Conversión Alimenticia de pollos Cobb 500 que recibieron tomillo a través de la dieta

Aspectos	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
Pollos por tratamiento	30	30	30	30
Días experimentales	42	42	42	42
Tomillo en la dieta, %	00	0.05	0.10	0.15
Conversión Alimenticia:				
Inicio	1.851	1.873	1.922	1.913
Crecimiento	1.983	1.973	1.995	2.013
Acumulada	1.959	1.950	1.978	1.990

Respectivamente para los tratamientos 1, 2, 3 y 4, los valores de conversión alimenticia fueron de 1.851, 1.873, 1.922 y 1.913 en el período de inicio; 1.983, 1.973, 1.995 y 2.013 en el período de crecimiento; 1.959, 1.950, 1.978 y 1.990 para el acumulado.

En el período de inicio, el tratamiento testigo fue ligeramente más eficiente que los tratamientos que recibieron el tomillo; en el período de crecimiento el mejor tratamiento fue el con 0.05% y también fue el mejor en el cálculo acumulado.

Como se puede apreciar en el Figura 3, en comparación con el testigo los tratamientos 2, 3 y 4 fueron menos eficientes en 1.2, 3.8 y 3.3%, respectivamente, en eficiencia de utilización del alimento para incrementar peso vivo.



En la Figura 4 se puede notar el cambio en el comportamiento en el período de crecimiento; así, el tratamiento 2 fue ligeramente más eficiente que el testigo en la utilización del alimento para ganar peso vivo, el tratamiento 3 fue prácticamente igual y el tratamiento 4 fue 1.5% menos eficiente. Este cambio se refleja en la conversión alimenticia acumulada.

Si el empleo de antibiótico promotor de crecimiento tiende a promover una mejora de 3 a 5% en la eficiencia de utilización del alimento, el resultado obtenido con 0.05% de tomillo muestra que si es posible reemplazar al APC.

Hernández *et al.* (2004) no obtuvieron diferencias significativas en conversión alimenticia cuando compararon un testigo negativo, avilamicina (un antibiótico promotor del crecimiento), un extracto de aceites esenciales y un extracto de plantas labiadas. Sin embargo, Jamroz y Kamel (2002) obtuvieron mejoras de 7.7% en la conversión alimenticia de pollos de 17 días de edad alimentados con una dieta

suplementada con extracto de plantas que contenía capsaicina, cinamaldehído y carvacrol a 300 ppm.

Figura 4. Comparativo porcentual entre tratamientos para C. A. en el período de crecimiento

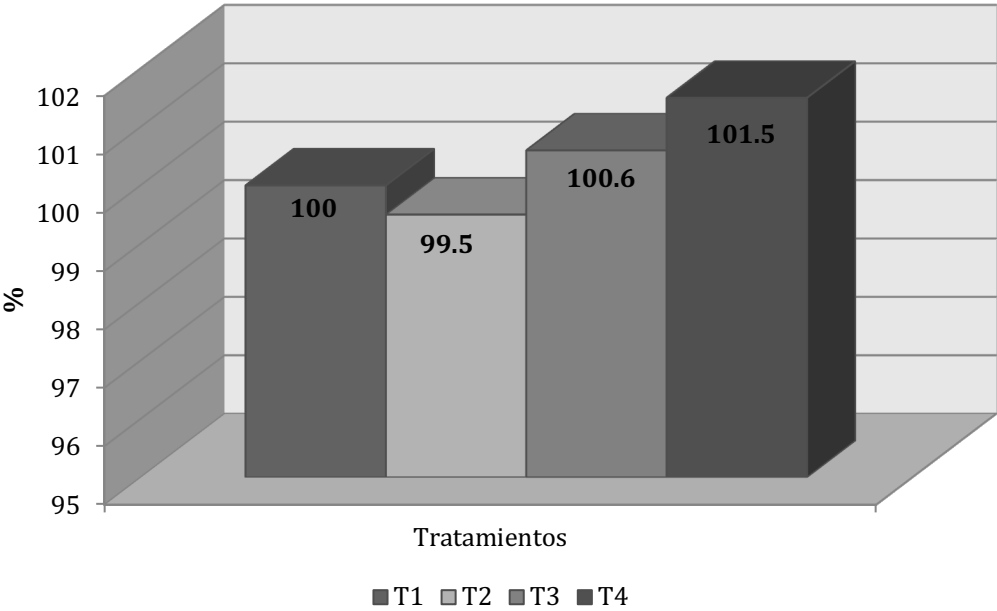
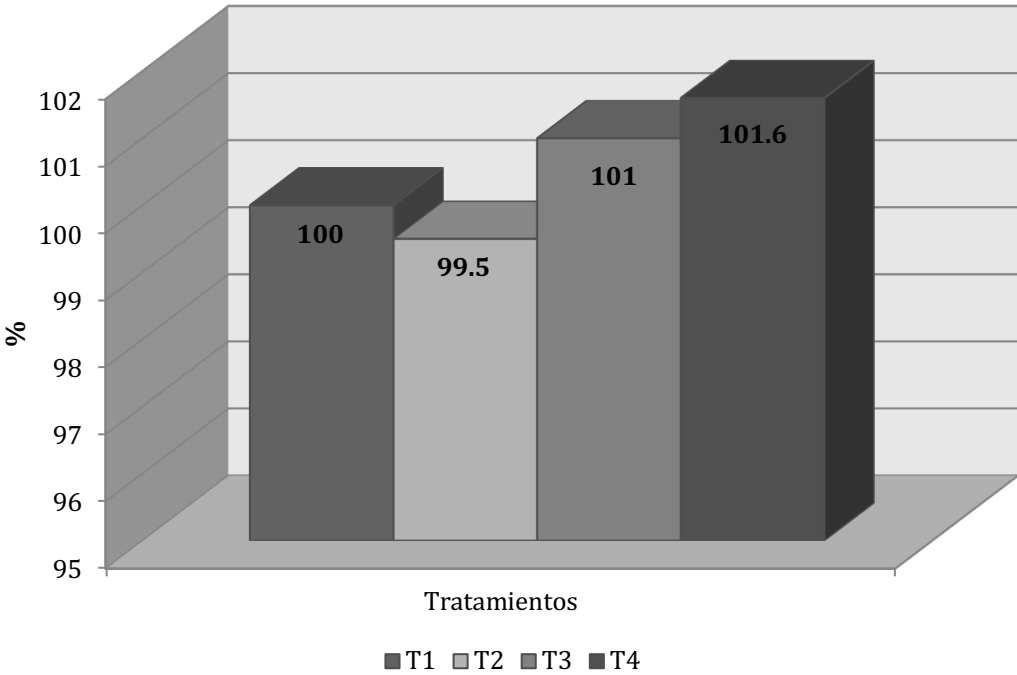


Figura 5. Comparativo porcentual entre tratamientos para C. A. acumulada



En nuestro medio, Chiroque (2005) encontró que con 0.5% de una combinación de fitobióticos (achiote, cúrcuma, molle, canela y jengibre) y 1 ml de un producto simbiótico, la conversión alimenticia fue 12.7% que la lograda por el tratamiento testigo con antibiótico promotor del crecimiento (zinc-bacitracina); en tanto que con 0.75% de la combinación y manteniendo la misma cantidad del simbiótico (prebiótico + probiótico) la conversión alimenticia sólo fue mejorada en 3.5%. Sin embargo, con 2 ml del simbiótico y las mismas cantidades de la combinación de fitobióticos la conversión alimenticia fue menos eficiente que la del testigo.

Mendoza (2005) encontró que con 1% de una combinación de fitobióticos (achiote, cúrcuma y molle) la conversión alimenticia fue mejorada en 2.4% en comparación con el testigo, pero con 1.5% se tornó ineficiente. A la combinación anterior Mendoza (2006) le agregó canela y jengibre y al aplicarla en la dieta de pollos de carne no pudo superarse la conversión alimenticia lograda con el tratamiento testigo (con antibiótico promotor del crecimiento y coccidiostato); sin embargo, todos los tratamientos implementados tuvieron conversiones entre 1.5 y 1.6.

Bazán (2005), con proporciones crecientes (0, 0.25, 0.50 y 0.75%) de una combinación de achiote y cúrcuma en la dieta y 0.5 ml de un bioestimulante (ácidos orgánicos carboxílicos, minerales quelados a proteínas, aminoácidos activados) por pollo por día, logró mejorar la conversión alimenticia lograda con el testigo entre 4.4 y 8.2%; las mejoras fueron superiores con la menor proporción de fitobióticos. Con el mismo producto bioestimulantes y en la misma dosis, Zárate (2006) empleó proporciones de 0, 0.1, 0.2 y 0.3% de una combinación de canela y jengibre y logró ventajas de 1.95, 10.38 y 5.95%, respectivamente con respecto al testigo (con antibiótico promotor del crecimiento), en la conversión alimenticia.

Con una combinación de hierbas culinarias, Tarrillo (2007) con la menor cantidad logró mejorar la conversión alimenticia en el Crecimiento en relación con el Inicio, superando al testigo en 5% en la fase de crecimiento y 9.2% en la conversión acumulada.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, así como los reportados por los diferentes investigadores citados, indican que en los principios contenidos en los fitobióticos permiten adecuada utilización de los alimentos consumidos. Aunque no se conoce, con certeza, de que forma estos principios permiten la mejor utilización de los alimentos se mencionan varios procesos; entre ellos la capacidad de tales sustancias para eliminar o controlar bacterias, varios reportes indican que la acción es sobre bacterias consideradas patógenas, como *Clostridium perfringens*, las que ya no podrán afectar al epitelio intestinal permitiendo mejor acción de este en la absorción de nutrientes. Además de efectos favorables directos sobre la fisiología, metabolismo, salud e inmunocompetencia del organismo.

Cómo se indicó anteriormente, otra de las estrategias de acción de los alimentos funcionales, dentro de los que se encuentra el tomillo, se centra en la actividad antioxidante o activadora de sistemas antioxidantes que permiten el bloqueo de los radicales libres sin que puedan dañar tejidos; así, los nutrientes destinados a la síntesis permiten mayor eficiencia de utilización del alimento para ganar peso mejor que cuando se les destina a la reparación.

3.4. Mérito Económico

Los resultados de mérito económico de pollos Cobb 500 que recibieron tomillo a través de la dieta se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6. Mérito Económico de pollos Cobb 500 que recibieron tomillo a través de la dieta

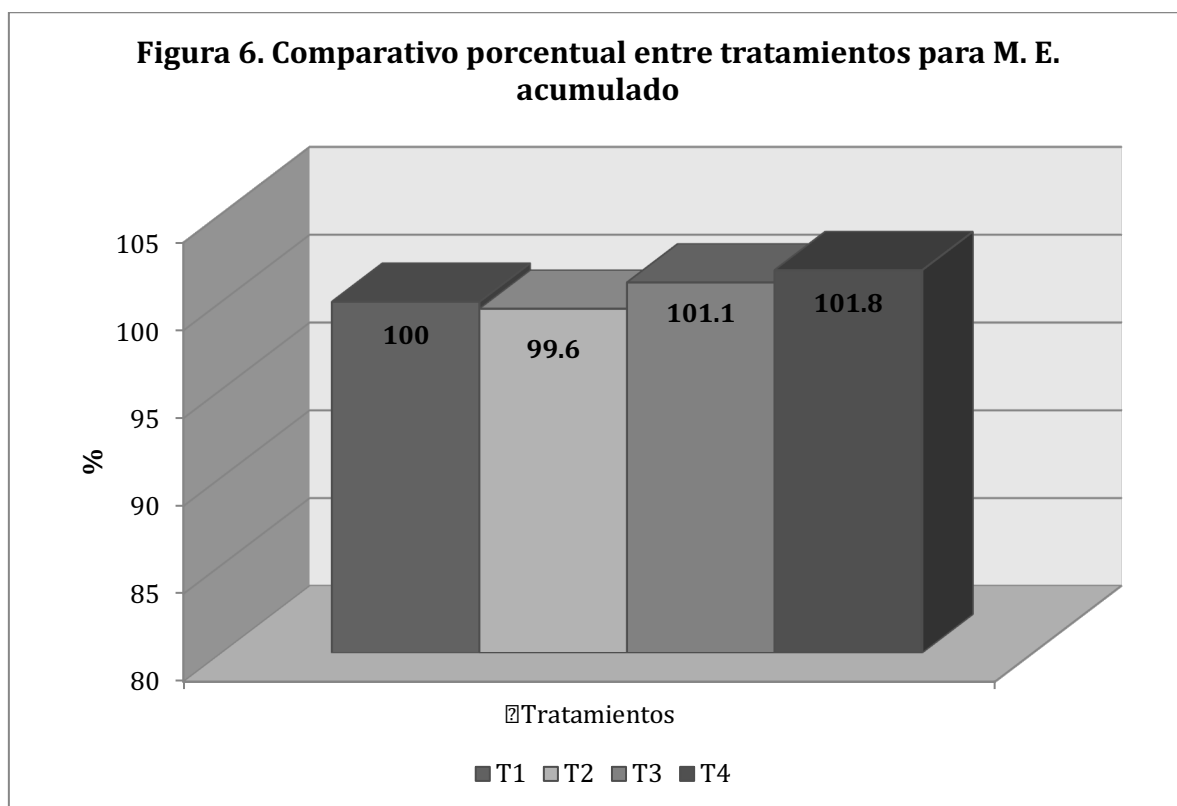
Aspectos	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
Pollos por tratamiento	30	30	30	30
Días experimentales	42	42	42	42
Tomillo en la dieta, %	00	0.05	0.10	0.15
Mérito Económico:				
Inicio	2.89	2.92	3.00	2.98
Crecimiento	2.82	2.80	2.83	2.86
Acumulado	2.84	2.83	2.87	2.89

Respectivamente para los tratamientos en orden creciente, se obtuvo 2.89, 2.92, 3.00 y 2.98 nuevos soles en el inicio; 2.82, 2.80, 2.83 y 2.86 en el crecimiento; 2.84, 2.83, 2.87 y 2.89 nuevos soles para el mérito económico acumulado.

Se puede observar que el mérito económico acumulado del tratamiento 2 mostró un valor ligeramente mejor que el del testigo (Figura 6); comparativamente parecería que la mejora no es importante, pero si se tiene en cuenta que en el testigo se empleó APC entonces la conveniencia del tratamiento 2 se torna interesante. En los países desarrollados se ha prohibido el empleo de APC en la alimentación de animales sarcopoyéticos debido a la acción negativa sobre la salud de las personas. Con valores de conversión alimenticia y de mérito económico similares al testigo se está evidenciando que si existe alternativa para reemplazar al APC.

Según los resultados obtenidos por productos similares en la alimentación de aves, existe evidencia que el empleo de tomillo también puede tener un efecto benéfico sobre las cualidades de la carne (sabor, olor, consistencia, durabilidad) debido a la presencia de factores antioxidantes, los que podrían pasar al consumidor con una ventaja sobre su salud. Así, el mérito económico se ve resaltado por las mejores condiciones de comercialización y de preservación de la salud del consumidor. Si al consumidor se le pregunta en cuánto valora su salud y comprendiera que con carne

procedente de aves que recibieron tomillo sus condiciones de salud mejorarían la ventaja sería considerablemente mayor para los tratamientos con este insumo.



Una ventaja adicional del empleo de hierbas como el tomillo es la buena disponibilidad que existe en la región y que no son de elevado costo. El hecho de que se pueda equiparar el mérito económico del tratamiento con APC radica en su efecto sobre la conversión alimenticia. Tendencias parecidas han sido reportadas por Hernández *et al.* (2004), Mitsch *et al.* (2004), Oviedo *et al.* (2005, 2006), Jamroz *et al.* (2006), Cross *et al.* (2007) y Jang *et al.* (2007).

3.5. Aceptación de la Carne

Los resultados relacionados con el grado de aceptación de la carne se presentan en la Tabla 7, para pollos de carne que recibieron tomillo a través de la dieta.

Tabla 7. Grado de aceptación (%) de la carne de pollos Cobb 500 que recibieron tomillo a través de la dieta

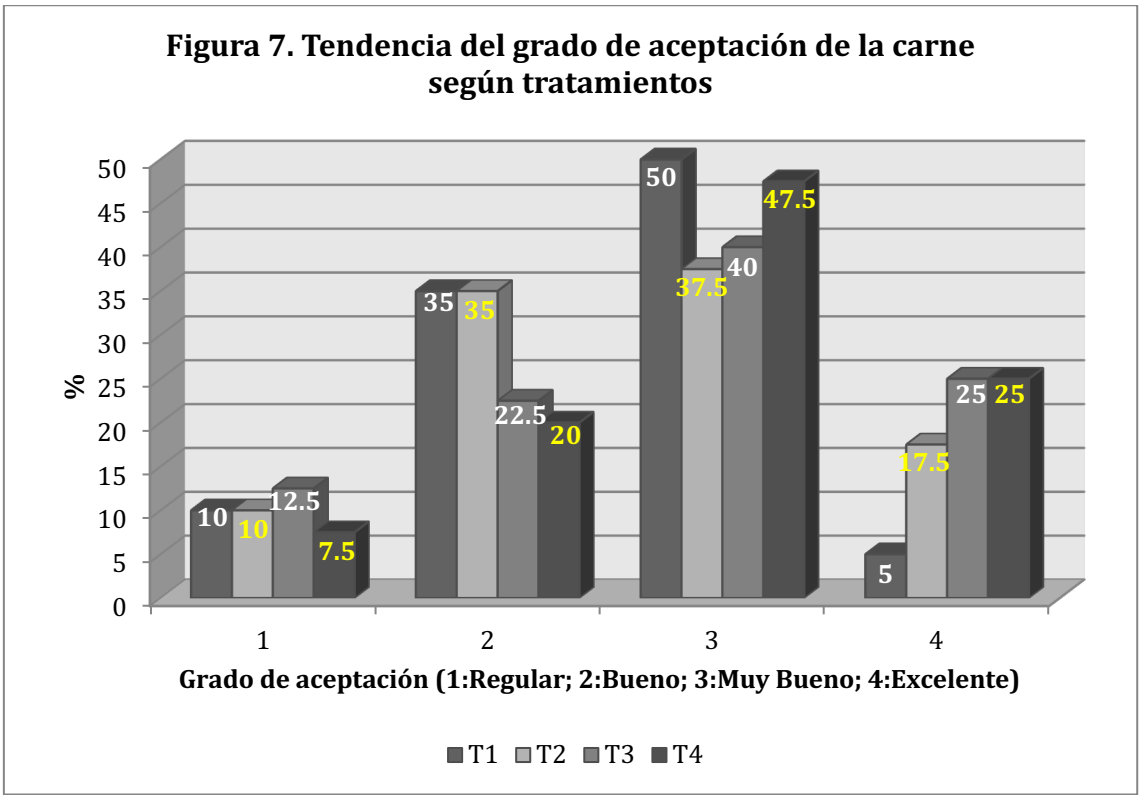
Tratamiento	Grado de aceptación, %			
	Regular	Bueno	Muy Bueno	Excelente
Testigo	10.0	35.0	50.0	05.0
Tomillo 0.05%	10.0	35.0	37.5	17.5
Tomillo 0.10%	12.5	22.5	40.0	25.0
Tomillo 0.15%	07.5	20.0	47.5	25.0

Para el tratamiento testigo, 10, 35, 50 y 5% de los degustadores expresaron su grado de aceptación como regular, bueno, muy bueno y excelente; para el tratamiento con 0.05% de tomillo, en el mismo orden de grado de aceptación, los resultados fueron de 10, 35, 37.5 y 17.5%; para el tratamiento con 0.1% fueron 12.5, 22.5, 40 y 25%; y para el tratamiento con 0.15% de tomillo fueron de 7.5, 20, 47.5 y 25%.

Los resultados muestran que el tomillo si ejerce efecto sobre el grado de aceptación de la carne; habiéndose hecho de un sabor más marcado, con las proporciones más altas el grado de aceptación llegó a “excelente” en considerable mayor proporción que el tratamiento testigo. En la Figura 7 se ilustra las tendencias para cada tratamiento, apreciándose la mayor acumulación de las preferencias en “muy bueno” y “excelente” en los tratamientos con 0.1 y 0.15% de tomillo.

Es posible que las personas acostumbradas a un cierto sabor de la carne de pollo se hayan visto motivadas a mostrar mayor grado de aceptación a carne con sabor más intenso, lo que podría ser apreciado por especialistas culinarios. En nuestro medio se han realizado una serie de trabajos de investigación con pollos de carne, en los que se ha evaluado el grado de aceptación del sabor de la carne cuando los pollos fueron alimentados con diferentes especies de hierbas, semillas y especias, en muchos de tales

trabajos se ha manifestado cambios positivos en el grado de aceptación del sabor de la carne (Mendoza, 2005; Mendoza, 2006; Cubas, 2006; Tarrillo, 2007; Vásquez, 2009).



CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se realizó el presente trabajo de investigación se llega a las siguientes conclusiones:

1. El consumo de alimento no se vió afectado por la presencia de tomillo en la dieta.
2. El incremento de peso acumulado fue estadísticamente igual entre todos los tratamientos.
3. La conversión alimenticia fue ligeramente (0.5%) mejor con 0.5% de tomillo que con el tratamiento testigo que contenía antibiótico promotor del crecimiento.
4. El mérito económico presentó la misma tendencia que la conversión alimenticia.
5. El tomillo (*Thymus vulgaris*) si puede reemplazar al antibiótico promotor del crecimiento en la dieta de los pollos de carne.
6. El tomillo afectó el grado de aceptación de la carne; con 0.05% la preferencia “excelente” fue de 17% y superior a la del testigo (4%); con 1% se llegó a 25% de preferencia “excelente”.

RECOMENDACIONES

1. Emplear 0.05% de tomillo en la dieta de pollos de carne por permitir la obtención de adecuados incrementos de peso, eficiencia de utilización del alimento, mérito económico y aceptación de la carne.
2. Evaluar el tomillo en combinación con otras especies en no rumiantes.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Adrianzen R., G. de los S. (2003). *Curcuma longa* en la dieta de pavos bronze B. U. T. 608, su efecto sobre el rendimiento y sabor de la carne. Tesis Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Aeschbach, R., Öliger, J. L., Scott, B. C. (1994). Antioxidant actions of thymol, carvacrol, 6-gingerol, zingerone and hydroxytyrosol. *Food and Chemical Toxicology*, 32 (1): 31–36.
- Alonso, J. (2004). *Tratado de Fitofármacos y Nutracéuticos*. 1a ed. Argentina. Pp. 228 - 230, 1037-1041.
- Arabshahi, S., Vishlakshi, D., and Urooj, A. (2007). Evaluation of antioxidant activity of some plant extracts and their heat, pH and storage stability. *Food Chemistry*, 100: 1100-1105.
- Arévalo, L. E. (2003). Achiote (*Bixa orellana*) como promotor del crecimiento en pavos de engorde en la fase de acabado (10-15 semanas de edad). Tesis Ingeniera Zootecnista. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Aziz, A. A., Edwards, C. A., Lean, M. E. J., and Crozier, A. (1998). Absorption and excretion of conjugated flavonols, including quercetina-4'-O- β -glucoside and isorhamnetin-4'-O- β -glucoside by human volunteers after the consumption of onions. *Free. Radic. Res.*, 29: 257 – 269.
- Balant, L., Burki, B., Wermeille, M., and Golden, G. (1979). Comparison of some pharmacokinetic parameters of (+)-cyanidanol-3 obtained with specific and non-specific analytical methods. *Arzneim. Forsch.*, 29: 1758 – 1762.
- Bazán R., M. (2005). Rendimiento de pollos de carne que recibieron fitobióticos en la dieta y un bioestimulante en el agua de bebida, sin antibiótico promotor del crecimiento. Tesis Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Boatright, J., Negre, F., Chen, X., Kish, C., Wood, B., Peel, G., Orlova, I., Gang, D., Rhodes, D., and Dudareva, N. (2004). Understanding *in vivo* benzenoid metabolism in petunia petal tissue. *Plant Physiology*, 2004, 135: 1993–2011.
- Braga, P. C., Dal Sasso, M., Culici, M., Bianchi, T., Bordoni, L., and Marabini, L. (2006). Anti-inflammatory activity of thymol: inhibitory effect on the release of human neutrophil elastase. *Pharmacology*, 77 (3): 130–136.
- Briskin, D. (2000). Medicinal plants and phytomedicines. Linking plant biochemistry and physiology to human health. *Plant Physiology*, 124: 507-514.
- Bunge, M. (1972). *La Investigación Científica, su Estrategia y su Filosofía*. 2da edición. Ediciones Ariel. Barcelona, España.
- Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94: 223-253.
- Capecka, E., Mareczek, A., and Leja, M. (2005). Antioxidant activity of fresh and dry herbs of some *Lamiaceae* species. *Food Chemistry*, 93: 223-226.
- Carson, F., Mee, B., Riley, T. (2002). Mechanism of action of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil on *Staphylococcus aureus* determined by time-kill, lysis, leakage and salt tolerance assays and electron microscopy. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 46(6): 1914-1920.
- Carhuajulca S., E. (2006). Crecimiento de pavos hybrid super medium que reciben apio (*Apium graveolens*) como complemento de la dieta. Tesis Ingeniero

- Zootecnista. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Chiroque M., A. (2005). Rendimiento de pollos de carne que reciben simbiótico y fitobióticos en la dieta, sin APC y sin coccidiostato. Tesis Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- COBB-VANTRESS. 2008. *Pollo de Engorde: Suplemento informativo de rendimiento y nutrición del pollo de engorde Cobb 500*. Arkansas, USA.
- Cross, D., McDevitt, R., Hillman, K., and Acamovic, T. (2007). The effect of herbs and their associated oils on performance, dietary digestibility and gut microflora in chickens from 7 to 28 days age. *British Poultry Science*, 48(4):496-506.
- Cubas, M. (2006). Respuesta productiva del pavo Hybrid Super Medium en crecimiento por efecto de la suplementación de la dieta con puerro (*Allium porrum*). Tesis Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Delaquis, P., Stanich, K., Girard, B., and Mazza, G. (2002). Antimicrobial activity of individual and mixed fractions of dill, cilantro, coriander and eucalyptus essential oils. *International Journal of Food Microbiology*, 74: 101–109.
- Dormann, H. and Deans, S. (2000). Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology*, 88: 308-316.
- Dudareva, N., Negre, F., Dinesh, A., and Irina, O. (2006). Plant volatiles: recent advances and future perspectives. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 25: 417–440.
- Dudareva, N., Pichersky, E., and Gershenzon, J. (2004). Biochemistry of plant volatiles. *Plant Physiol.*, 135(4): 1893-1902.
- Essawi, T. and Srou, M. (2000). Screening of some Palestinian medicinal plants for antibacterial activity. *Journal of Ethnopharmacology*, 70 (3): 343–349.
- Estrada, S. (2010). Determinación de la actividad antibacteriana *in vitro* de los extractos de romero (*Rosmarinus officinalis*) y tomillo (*Thymus vulgaris*). Tesis. Escuela de Bioquímica y Farmacia, Facultad de Ciencias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- Foti, M., and Ingold, F. (2003). Mechanism of inhibition of lipid peroxidation by γ -terpinene, an unusual and potentially useful hydrocarbon antioxidant. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 51:2758-2763.
- Hammer, K., Carson, C. and Riley, T. (1999). Antimicrobial activity of essential oils and plant extracts. *Journal of Applied Microbiology*, 86: 985-990.
- Hernández, F., Madrid, J., García, V., Orengo, J., and Megías, M. (2004). Influence of two plant extracts on broiler performance, digestibility and digestive organ size. *Poultry Science*, 83:169-174.
- Hernández, R., Fernández, C., Baptista, P. (2010). Metodología de la Investigación. 5ta edición. McGraw-Hill/ Interamericana Editores S.A. de C.V. Impreso en Chile.
- Hollman, P. C. H., van der Gaag, M., Mengelers, M. J. B., van Trijp, J.M. P., de Vries, J. H., and Katan, M. B. (1996). Absorption and disposition kinetics of the dietary antioxidant quercetin in man. *Free. Radic. Biol. Med.*, 21: 703 – 707.
- Hollman, P. C. H., van Trijp, J. M. P., Buysman, M. N. C. P., van der Gaag, M. S., Mengelers, M. J. B., de Vries, J. M. H., and Katan, M. B. (1997). Relative bioavailability of the antioxidant flavonoid quercetin from various foods in man. *FEBS Lett.*, 418: 152 – 156.

- Hudaib, M., Speroni, E., Di Pietra, A. M., and Cavrini, V. (2002). GC/MS evaluation of thyme (*Thymus vulgaris* L.) oil composition and variations during the vegetative cycle. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 29 (4): 691–700.
- Jamroz, D., Wiertelcki, T., Houszka, M., and 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. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 90: 255-268.
- Jamroz, D., Wiliczekiewicz, A., Wiertelcki, T., Orda, J., and Skorupinska, J. (2005). Use of active substances of plant origin in chicken diets based on maize and locally grown cereals. *British Poultry Science*, 46(4):485-493.
- Jang, I., Ko, Y., Kang, S., and Lee, C. (2007). Effect of a commercial essential oil on growth performance, digestive enzyme activity and intestinal microflora population in broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*, 134: 304-315.
- Juven, B., Kanner, J., Sheved, F., and Weisslowicz, H. (1994). Factors that interact with the antibacterial action of thyme essential oil and its active constituents. *Applied Bacteriology*, 76(6): 626-631.
- Kamel, C. A. (2000). Novel look at a classic approach of plant extracts. *Feed Mix Special*, 249:19-25.
- Kim J., Marshall, M. R., and Wei, C. (1995). Antibacterial activity of some essential oil components against five foodborne pathogens. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 43: 2839-2845.
- Kivits, G. A. A., van der Sman, F. J. P., and Tijburg, L. B. M. (1997). Analysis of catechins from green and black tea in humans: a specific and sensitive colorimetric assay of total catechins in biological fluids. *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 48: 387 – 392.
- Lee, M. –J; Wang, Z. –Y., LI, H., Chen, L., Sun, Y., Gobbo, S., Balentine, D. A., and Yang, C. S. (1995). Analysis of plasma and urinary tea polyphenols in human subjects. *Cancer Epidemiol. Biomark. Prev.*, 4: 393 – 399.
- Lee, K., Everts, H., and Beynen, A. (2004). Essential oils in broiler nutrition. *International Journal of Poultry Science*, 3(12): 738-752.
- Marino, M., Bersani, C., and Comi, G. (2001). Impedance measurements to study the antimicrobial activity of essential oils from *Lamiaceae* and *Compositae*. *International Journal of Food Microbiology*, 67(3): 187-195.
- McDowell, L. R.; J. H. Conrad; J. E. Thomas, and L. E. Harris. (1974). *Latin American Tables of Feed Composition*. University of Florida. Gainesville, Florida, USA.
- Mendoza H., E. M. (2005). Interacción de achiote (*Bixa orellana*), cúrcuma (*Curcuma longa*) y molle (*Schinus molle*) sustituyendo al antibiótico promotor del crecimiento en la dieta de pollos de carne. Tesis Ingeniera Zootecnista. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Mendoza B., T. Y. (2006). Rendimiento de pollos de carne que recibieron fitobióticos en la dieta, sin APC y sin coccidiostato, en Cutervo. Tesis Ingeniera Zootecnista. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Mitsch, P., Zitterl, K., Köhler, B., Gabler, C., Losa, R., and Zimpernik, I. (2004). The effect of two different blends of essential oil components on the proliferation of *Clostridium perfringens* in the intestines of broiler chickens. *Poultry Science*, 83: 669-675.

- Miura, K., Kikuzaki, H., and Nakatani, N. (2002). Antioxidant activity of chemical components from sage (*Salvia officinalis* L.) and thyme (*Thymus vulgaris* L.) measured by the oil stability index method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50 (7): 1845–1851.
- Ostle, B. (1979). Estadística Aplicada. Limusa. México. 629 pp.
- Oviedo, E., Hume, M., Hernández, C., and Clemente, S. (2006). Intestinal microbial ecology of broiler vaccinated and challenged with *Eimeria* species, and supplements with essential oil blends. *Poultry Science*, 85:854-860.
- Oviedo, E., Hernández, C., Williams, P., and Losa, R. (2005). Responses of coccidia-vaccinated broilers to essential oil blends supplementation up to forty-nine days of age. *Journal of Applied Poultry Research*, 14: 657-664.
- Peñalver, P., Huerta, B., Borge, C., Astorga, R., Romero, R., and Perea, A. (2005). Antimicrobial activity of five essential oils against origin of the *Enterobacteriaceae* family. *APMIS*, 113: 1-6.
- Perleche V., F. G. (2003). Semillas de molle (*Schinus molle*) en la dieta de pavos en crecimiento (5-14 semanas de edad) y su efecto sobre el rendimiento. Tesis Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Puertas, M., Hillebrand, S., Stashenko, E., and Winterhalter, P. (2002). *In vitro* radical scavenging activity of essential oils from Colombian plants and fractions from oregano (*Origanum vulgare*) essential oils. *Flavour and Fragrance Journal*, 17: 380-392.
- Ramírez CH., S. B. (2003). Sustitución del antibiótico promotor del crecimiento por semillas de molle (*Schinus molle*) y exoenzimas en la dieta de pavos Hybrid (14 – 42 días de edad). Tesis Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Roldán, L. (2010). Evaluación del uso de los aceites esenciales como alternativa al uso de los antibióticos promotores de crecimiento en pollos de engorde. Tesis Mg. en Producción Animal. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Ruiz F., J. M. (2004). Sustitución del antibiótico promotor del crecimiento por una mezcla de afrecho de trigo con cebolla y exoenzimas en la dieta de pavos de carne (7 – 13 semanas de edad). Tesis Ingeniera Zootecnista. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Scalbert, A. and Williamson, G. (2000). Dietary intake and bioavailability of polyphenols. *J. Nutr.*, 130: 2073S – 2085S.
- Scheffler, E. (1982). Bioestadística. Fondo Educativo Interamericano. EE. UU. de N. A.
- Soliman, K. M. and Badlaa, R. I. (2002). Effect of oil extracted from some medicinal plants on different mycotoxigenic fungi. *Food and Chemical Toxicology*, 40 (11): 1669–1675.
- Soraluz L., J. J. (2005). Rendimiento de pavos (8-10 semanas de edad) comerciales de carne por incorporación de sustratos fitobióticos en la dieta. Tesis Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Suzuki, Y. and Furuta, H. (1988). Stimulation of guinea pig neutrophil superoxide anion-producing system with thymol. *Inflammation*, 12 (6): 575–584.
- Tarrillo, J. (2007). Culantro (*Coriandrum sativum*), huacatay (*Chenopodium ambrosioides*), hierba buena (*Mentha sativa*), perejil (*Petroselinum crispum*) en

- la dieta de pollos de carne en crecimiento. Tesis Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Tipu, M. A., Akhtar, M. S., Anjum, M. I., and Raja, M. L. (2006). New dimension of medicinal plants as animal feed. *Pakistan Veterinary Journal*, 26(3): 144-148.
- Unno, T., Kondo, K., Itakura, H., and Takeo, T. (1996). Analysis of (-)-epigallocatechin gallate in human serum obtained after ingesting green tea. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 60: 2066 – 2068.
- Uriarte, I. (2012). Salvia (*Salvia officinalis*) en la dieta de pollos de carne. Tesis Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Valderrama T., J. L. M. (2005). Sustitución del antibiótico por semillas de molle (*Schinus molle*) y exoenzimas sobre el rendimiento en pavos en crecimiento (7 – 12 semanas de edad). Tesis Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Van het Hof, K. H., Wiseman, S. A., Yang, C. S., and Tijburg, L. B. (1999). Plasma and lipoprotein levels of tea catechins following repeated tea consumption. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 220: 203 – 209.
- Vásquez M., B. T. (2005). Rendimiento de pavas Hybrid Super Medio (11 – 13 semanas de edad) por incorporación de sustratos fitobióticos en la dieta. Tesis Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Vásquez B., W. G. (2009). Rendimiento de pavos de carne con carnitina y poro (*Allium porrum*) en la dieta. Tesis Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Venturini, M. E., Blanco, D., and Oria, R. (2002). In vitro antifungal activity of several antimicrobial compounds against *Penicillium expansum*. *Journal of Food Protection*, 65 (5): 834–839.
- Walsh, S., Maillard, J., Russell, A., Catrenich, C., Charbonneau, D., and Bartolo, R. (2003). Activity and mechanisms of action of selected biocidal agents on gram-positive and -negative bacteria. *Journal of Applied Microbiology*, 94: 240-247.
- Williams, P. and Losa, R. (2001). The use of essential oils and their compounds in poultry nutrition. *World Poultry – Elsevier*, 17(04): 14 – 15.
- Wong C., F. R. M. (2004). Sustitución del antibiótico promotor del crecimiento por afrecho de trigo y cebolla, como alimentos de fermentación colónica, y exoenzimas en la dieta de pavos de carne. Tesis Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Zárate L., L. M. (2005). Incorporación de canela y kiñón en la dieta y de un bioestimulante en el agua de bebida y su efecto sobre el rendimiento en pollos de carne, sin APC. Tesis Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.

ANEXOS

Anexo 1. Prueba de homogeneidad de varianzas con los pesos iniciales

Muestra	SC	GL	S^2_i	$\log_{10}S^2_i$	$GL * \log_{10}S^2_i$
1	159.37	29	5.4954	0.7399	21.46
2	96.67	29	3.3333	0.5229	15.16
3	42.97	29	1.4816	0.1707	4.95
4	53.47	29	1.8437	0.2657	7.71
Suma	352.47	116	-----	-----	49.28
$S^2=3.0385$ $B=55.99$ $\chi^2=15.45^*$					

Anexo 2. Prueba de homogeneidad de varianzas con los incrementos de peso a los 20 días

Muestra	SC	GL	S^2_i	$\log_{10}S^2_i$	$GL * \log_{10}S^2_i$
1	31524.00	29	1087.03	3.0362	88.06
2	7051.47	29	243.15	2.3859	69.19
3	6870.97	29	236.93	2.3746	68.86
4	6709.37	29	231.36	2.3643	68.56
Suma	52155.81	116	-----	-----	294.67
$S^2=449.62$ $B=307.73$ $\chi^2=30^{**}$					

Anexo 3. Prueba de homogeneidad de varianzas con los incrementos totales de peso

Muestra	SC	GL	S^2_i	$\log_{10}S^2_i$	$GL * \log_{10}S^2_i$
1	390750.67	29	13474.16	4.1295	119.76
2	455428.30	29	15704.42	4.1960	121.69
3	187884.17	29	6478.76	3.8115	110.53
4	347157.37	29	11970.94	4.0781	118.27
Suma	1381220.50	116	-----	-----	470.25
$S^2=11907.07$ $B=472.79$ $\chi^2=5.88^{NS}$					

Anexo 4. Análisis de varianza con los incrementos de peso en el inicio (transformados logarítmicamente)

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Sign.
Media	858.3722	1			
Tratamientos	0.0053	3	0.0018	<1	n. s.
Residual	0.0440	116	0.0028		
Total	858.4215	120			

C. V.= 1.96%

Anexo 5. Análisis de varianza con los incrementos totales de peso

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Sign.
Media	516753853.0	1			
Tratamientos	35115.5	3	11705.2	<1	n. s.
Residual	1381220.5	116	11907.1		
Total	518170189.0	120			

C. V.= 5.3%

Anexo 6. Análisis de covarianza entre peso inicial (X) e incrementos de peso (inicio)

Fuente de Variación	GL	Suma de cuad. y product. Σx^2	Σxy	Σy^2	Desv. respecto a regresión $\Sigma y^2 - \Sigma xy^2 / \Sigma x^2$	GL	CM
Tratamientos	3	31.23	-0.3568	0.0053723			
Residual	116	352.47	-1.3007	0.0440277	0.048827644	115	0.0004246
Total	119	383.7	-1.6575	0.0494	0.05656004	118	-----
Diferencias para probar entre medias ajustadas de Tratamientos					0.007732393	3	0.0025775

$F_{COV.}=6.1^{**}$

$F_{REG.}=11.31^{**}$

Corrección por covarianza ($b = -0.0036903$) (Promedio general de $X = 44.95$)

	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
Promedio X_i	44.6	44.3	45.4	45.5
Prom. X_i – Prom. General X	-0.35	-0.65	0.45	0.55
b (Prom. X_i – Prom. General X)	0.001292	0.002399	-0.001661	-0.0020297
Promedio Y_i	2.68386	2.67785	2.66782	2.66858
Promedio Y_i corregido	2.682568	2.675451	2.669481	2.6706097
	481.5 ^a	473.64 ^b	467.18 ^c	468.39 ^c

Anexo 7. Análisis de covarianza entre peso inicial (X) e incrementos totales de peso

Fuente de Variación	GL	Suma de cuad. y product.			Desv. respecto a regresión		
		Σx^2	Σxy	Σy^2	$\Sigma y^2 - \Sigma xy^2 / \Sigma x^2$	GL	CM
Tratamientos	3	31.2333	-1024.62	35115.5			
Residual	116	352.4667	-6817.43	1381220.5	1513083.5	115	13157.25
Total	119	383.7	-7842.05	1416336	1576611.6	118	-----
Diferencias para probar entre medias ajustadas de Tratamientos					63528.1	3	21176.04

$$F_{COV.} = 1.6^{NS}$$

$$F_{REG.} = 10.02^{**}$$

Corrección por covarianza ($b = -19.3420$) (Promedio general de $X = 44.95$)

	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
Promedio X_i	44.6	44.3	45.4	45.5
Prom. X_i – Prom. General X	-0.35	-0.65	0.45	0.55
b (Prom. X_i – Prom. General X)	6.77	12.57	-8.70	-10.64
Promedio Y_i	2087.7	2094.7	2066.8	2051.4
Promedio Y_i corregido	2020.0 ^a	2082.1 ^a	2075.5 ^a	2062.04 ^a

Anexo 8. Prueba de χ^2 sin hipótesis a priori de la aceptación de la carne

Tratamientos	Categorías				TOTAL
	Regular	Bueno	Muy Bueno	Excelente	
T ₁	4(4)	14 (11.25)	20 (17.5)	2 (7.25)	40
T ₂	4 (4)	14 (11.25)	15 (17.5)	7 (7.25)	40
T ₃	5 (4)	9 (11.25)	16 (17.5)	10 (7.25)	40
T ₄	3 (4)	8 (11.25)	19 (17.5)	10 (7.25)	40
TOTAL	16	45	70	29	160

$$\chi^2 = 10.1^{\text{NS}}$$