



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTECNIA

Cúrcuma (*Curcuma longa*) y extracto comercial de tomillo (*Thymus vulgaris*) - semillas de *Ceratonia siliqua* en la dieta de pollos de carne

TESIS

para optar título profesional de

Ingeniero Zootecnista

Por

Autor:

Bach. Bustamante Villanueva, Luis Jean Carlos

Asesor:

Ing. Del Carpio Ramos, Pedro Antonio, Dr.

(ORCID id: 0000-0002-0236-1593)

Lambayeque, 12 de mayo de 2021

**Cúrcuma (*Curcuma longa*) y extracto comercial de tomillo (*Thymus vulgaris*) -
semillas de *Ceratonia siliqua* en la dieta de pollos de carne**

TESIS

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

INGENIERO ZOOTECNISTA

por

Bustamante Villanueva, Luis Jean Carlos

**Sustentada y aprobada ante el
siguiente jurado**

Ing. Lozano Alva, Enrique Gilberto, M. Sc. _____
Presidente

Ing. Guerrero Delgado, Rafael Antonio, M. Sc. _____
Secretario

Ing. Bautista Espinoza, Benito, M. Sc. _____
Vocal

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



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA

ACTA DE SUSTENTACION VIRTUAL

N° 001- 2021/FIZ



Siendo las 8:00 am del día miércoles 12 de mayo de 2021, de acuerdo a lo dispuesto en la Resolución N° 068-2021-VIRTUAL-FIZ/D, de fecha 30 de abril de 2021, que autoriza la sustentación virtual de la tesis **“CURCUMA (Curcuma longa) Y EXTRACTO COMERCIAL DE TOMILLO (Thymus vulgaris) – SEMILLAS DE CERATONIA SILIQUA EN LA DIETA DE POLLOS DE CARNE”**, por el Bachiller LUIS JEAN CARLOS BUSTAMANTE VILLANUEVA, se reunieron vía plataforma virtual: <https://meet.google.com/bae-rkpg-aa0?authuser=0>, los miembros de jurado designados por Resolución N° 075-2018-FIZ-D, de fecha 28 de marzo de 2018: Ing. Enrique Gilberto Lozano Alva, MSc. (Presidente), Ing. Rafael Antonio Guerrero Delgado, MSc. (Secretario), Ing. Benito Bautista Espinoza, M.Sc. (Vocal), e Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr. (Patrocinador), para evaluar y dictaminar sobre el proyecto de tesis antes citado, el cual fue aprobado con Resolución N° 207-2018- FIZ/D, de fecha 10 de agosto del 2018.

Concluida la sustentación de la tesis por parte del sustentante, absueltas las preguntas realizadas por los miembros del jurado, así como las aclaraciones del señor patrocinador, los miembros del Jurado se reunieron vía plataforma virtual: <https://meet.google.com/hef-puwz-tgg>, para deliberar y calificar la sustentación de la tesis: **“CURCUMA (Curcuma longa) Y EXTRACTO COMERCIAL DE TOMILLO (Thymus vulgaris) – SEMILLAS DE CERATONIA SILIQUA EN LA DIETA DE POLLOS DE CARNE”** a cargo el Bachiller LUIS JEAN CARLOS BUSTAMANTE VILLANUEVA; habiendo acordado aprobar el trabajo de tesis con la nota en escala vigesimal de DIECISEIS equivalente al calificativo de BUENO; recomendando incluir en la redacción del informe final las sugerencias dadas durante la sustentación.

Por lo tanto, el Bachiller en Ingeniería Zootecnia LUIS JEAN CARLOS BUSTAMANTE VILLANUEVA, se encuentra apto para recibir el Título Profesional de Ingeniero Zootecnista de acuerdo a la Ley Universitaria N° 30220, la normatividad vigente de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo y de la Facultad de Ingeniería Zootecnia.

Siendo las 9:15 a.m. se dio por concluido el presente acto académico firmando en señal de conformidad los miembros de jurado.

Ing. Enrique Gilberto Lozano Alva, MSc
Presidente

Ing. Rafael Antonio Guerrero Delgado, MSc.
Secretario

Ing. Benito Bautista Espinoza, MSc.
Vocal

Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr.
Asesor

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Bustamante Villanueva, Luis Jean Carlos, investigador principal, y Del Carpio Ramos, Pedro Antonio, asesor, del trabajo de investigación **Cúrcuma (*Curcuma longa*) y extracto comercial de tomillo (*Thymus vulgaris*) - semillas de *Ceratonia siliqua* en la dieta de pollos de carne**, 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, mayo de 2021.

Bustamante Villanueva, Luis Jean Carlos

Del Carpio Ramos, Pedro Antonio

DEDICATORIA

Dedico la presente tesis:

A mis padres, Luis Alberto Bustamante Sánchez y Pastora Antonieta Villanueva Flores, por todo lo que me han brindado y espero no defraudarlos.

A mis abuelos, Genaro Bustamante Huamán y Mariana Sánchez Flores, por el lado paterno, y Nicanor Factor Villanueva Romero y Juana Flores Penachi, por el lado materno, grandes ejemplos de amor y dedicación.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi agradecimiento a todas las personas que, directa e indirectamente, hicieron posible la realización del presente trabajo de investigación; en especial:

Al Ing. Wilton Yasser Alarcón Alarcón, juntos realizamos nuestras tesis en la crianza familiar-comercial implementada en la propiedad de su familia.

Al Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr., por la orientación en el transcurso total del proceso que llevó hasta la sustentación y defensa de la tesis; sobre todo por la comprensión y la amistad brindados.

A los profesores de la Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo” y de la Facultad de Ingeniería Zootecnia por la formación profesional brindada.

Cúrcuma (*Curcuma longa*) y extracto comercial de tomillo (*Thymus vulgaris*) - semillas de *Ceratonia siliqua* en la dieta de pollos de carne

Resumen

Debido al rol que juegan los antibióticos promotores del crecimiento (APC) en la antibiótico-resistencia en humanos la tendencia mundial se encamina hacia dejar de emplearlos; una de las alternativas para reemplazarlos es el empleo de sustancias vegetales de acción fitobiótica como la cúrcuma, el tomillo y el algarrobo, debido a que poseen principios antibacterianos, antioxidantes, inmuno-estimulantes, etc. Cien pollos Cobb 500 de un día de edad fueron utilizados para determinar el efecto de la inclusión, de las tres especies mencionadas, en el alimento sobre el rendimiento. Se evaluó los siguientes tratamientos: T1, testigo con APC; T2, 0.1% de cúrcuma; T3, 0.1% de un producto comercial proveedor de tomillo y algarrobo; T4, como en T2 y T3; no se empleó APC en los tratamientos 2, 3 y 4. Las variables evaluadas fueron: consumo de alimento, peso e incremento de peso vivo, peso y rendimiento de carcasa, pérdidas de peso de la carcasa por efecto del oreo, conversión alimenticia y mérito económico. Los resultados no mostraron efectos estadísticamente significativos; sin embargo, las tendencias con el rendimiento de carcasa, mermas por oreo, conversión alimenticia con peso de carcasa y mérito económico con peso de carcasa fueron favorables a los tratamientos 3 y 4. Por lo que se considera que pueden reemplazar al APC.

Palabras clave: Cúrcuma; Tomillo; Algarrobo; Alimentación; Pollos de carne.

Turmeric (*Curcuma longa*) and commercial thyme extract (*Thymus vulgaris*) - *Ceratonia siliqua* seeds in broiler chickens

Abstract

Due to the role played by growth-promoting antibiotics (GPA) in antibiotic-resistance in humans, the global trend is moving towards stopping using them; One of the alternatives to replace them is the use of plant substances of phytobiotic action such as turmeric, thyme and carob, because they have antibacterial principles, antioxidants, immuno-stimulants, etc. One hundred one-day-old Cobb 500 chickens were used to determine the effect of the inclusion, of the three mentioned species, on the feed on yield. The following treatments were evaluated: T1, control with GPA; T2, 0.1% turmeric; T3, 0.1% of a commercial product supplier of thyme and carob tree; T4, as in T2 and T3; GPA was not used in treatments 2, 3 and 4. The variables evaluated were: food consumption, weight and weight gain, carcass weight and yield, carcass weight loss due to airing effect, food conversion and merit economic. The results showed no statistically significant effects; however, trends in carcass performance, loss of weight, food conversion with carcass weight and economic merit with carcass weight were favorable to treatments 3 and 4. Therefore, it is considered that they can replace the GPA.

Key words: Turmeric; Thyme; Carob seeds; Feeding; Broiler chickens.

ÍNDICE

Nº Cap.	Título del Capítulo	Nº Pág.
	Resumen/ Abstract	vi
	INTRODUCCIÓN	01
I	ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO	03
	1.1. Tipo y Diseño de Estudio	03
	1.2. Lugar y Duración	04
	1.3. Tratamientos Evaluados	04
	1.4. Animales Experimentales (muestra)	04
	1.5. Alimento Experimental	04
	1.6. Instalaciones y Equipo	05
	1.7. Técnicas Experimentales	06
	1.8. Variables Evaluadas	06
	1.9. Evaluación de la Información	07
II	MARCO TEÓRICO	09
	2.1. Antecedentes Bibliográficos	09
	2.1.1. Polifenoles	10
	2.1.2. La Cúrcuma (<i>Curcuma longa</i>)	15
	2.1.3. El Tomillo (<i>Thymus vulgaris</i>) y el Algarrobo (<i>Ceratonia siliqua</i>)	19
	2.2. Bases Teóricas	24
III	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
	3.1. Consumo de Alimento	25
	3.2. Peso e Incremento de Peso Vivo	27
	3.3. Peso, Rendimiento y Merma de Carcasa	29
	3.4. Conversión Alimenticia	31
	3.5. Mérito Económico	34
	CONCLUSIONES	37
	RECOMENDACIONES	38
	BIBLIOGRAFÍA CITADA	39
	ANEXOS	45

ÍNDICE DE TABLAS

Nº	Título	Pág. Nº
1	Composición (%) de la ración testigo para pollos de carne	05
2	Esquema del análisis de la varianza	08
3	Consumo de alimento de pollos de carne que recibieron cúrcuma y un producto comercial de extracto de tomillo y algarrobo europeo en el alimento en reemplazo del APC	25
4	Peso vivo y cambios en el peso vivo de pollos de carne que recibieron cúrcuma y un producto comercial de extracto de tomillo y algarrobo europeo en el alimento en reemplazo del APC	27
5	Peso, rendimiento y mermas en el peso de la carcasa de pollos de carne que recibieron cúrcuma y un producto comercial de extracto de tomillo y algarrobo europeo en el alimento en reemplazo del APC	29
6	Conversión alimenticia de pollos de carne que recibieron cúrcuma y un producto comercial de extracto de tomillo y algarrobo europeo en el alimento en reemplazo del APC	31
7	Mérito económico de pollos de carne que recibieron cúrcuma y un producto comercial de extracto de tomillo y algarrobo europeo en el alimento en reemplazo del APC	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	Título	Pág. Nº
1	Comparativo porcentual entre tratamientos para incremento acumulado de peso vivo	28
2	Comparativo para la magnitud de las mermas en el peso de la carcasa en los diferentes períodos de oreo	30
3	Comparativo porcentual entre tratamientos para conversión alimenticia dentro de períodos, con el peso vivo	32
4	Comparativo porcentual entre tratamientos para conversión alimenticia calculada con el peso de carcasa	34
5	Comparativo porcentual entre tratamientos para mérito económico dentro de períodos, con el peso vivo	35
6	Comparativo porcentual entre tratamientos con el mérito económico calculado con el peso de carcasa	36

ANEXOS

N°	Título	Pág. N°
1	Prueba de normalidad con el peso vivo inicial	45
2	Prueba de homocedasticidad con el peso vivo inicial	45
3	Prueba de normalidad con el peso vivo a los 14 días	46
4	Prueba de homocedasticidad con el peso vivo a los 14 días	46
5	Análisis de la varianza con el peso vivo a los 14 días	47
6	Prueba de normalidad con el peso vivo a los 28 días	48
7	Prueba de homocedasticidad con el peso vivo a los 28 días	48
8	Análisis de la varianza con el peso vivo a los 28 días	49
9	Prueba de normalidad con el peso vivo a los 42 días de edad	50
10	Prueba de homocedasticidad con el peso vivo a los 42 días de edad	50
11	Análisis de la varianza con el peso vivo a los 42 días de edad	51
12	Prueba de normalidad con el peso de carcasa	52
13	Prueba de homocedasticidad con el peso de carcasa	52
14	Análisis de varianza con el peso de carcasa	53
15	Análisis de varianza con el rendimiento de carcasa (arco-seno)	53
16	Análisis de varianza con las mermas de peso de la carcasa por oreo en los primeros 30 minutos	54
17	Análisis de varianza con las mermas de peso de la carcasa por oreo en el segundo período de 30 minutos	55
18	Análisis de varianza con las mermas de peso de la carcasa por oreo en el tercer período de 30 minutos	56
19	Análisis de la varianza con las mermas acumuladas de peso de la carcasa	57

INTRODUCCIÓN

Los antibióticos promotores del crecimiento (APC) contribuyeron en gran medida para que en la industria avícola se obtuvieran elevados rendimientos; sin embargo, han sido vinculados con la creciente resistencia humana a los antibióticos, por lo que ya no es conveniente su empleo. La industria ve con buenos ojos los ensayos con productos orgánicos para reemplazarlos sin tener que perder el elevado rendimiento y la rentabilidad.

Diferentes productos vegetales han mostrado acción bactericida o bacteriostática, además de poseer efecto antioxidante y abastecer de prebióticos, entre otras propiedades que les permitiría poder reemplazar a los APC, además de lograr algunas ventajas en la calidad del producto; redundando en beneficio de la salud del consumidor.

Formulación del Problema

Las normales condiciones de explotación del pollo de carne hacen que se vea expuesto a factores que atentan contra la salud y, consecuentemente, el rendimiento; lo que se debe, entre otros factores, a la elevada densidad, intenso consumo de alimento y a su elevada tasa metabólica, que lo dejan expuesto a los diferentes factores del ambiente (mayor ataque bacteriano, elevada temperatura, etc.)

La cúrcuma, el tomillo y el algarrobo europeo, entre otras especies vegetales, han demostrado poseer efectos sobre las poblaciones bacterianas negativas y poseer otras propiedades a favor del organismo y del rendimiento; no obstante, poco se ha investigado sobre su efecto actuando en conjunto, lo que podría magnificar un efecto positivo o mostrar interacciones de tipo negativo, siendo necesario hacer la determinación pertinente.

Definiendo al rendimiento como el incremento de peso, conversión alimenticia, mérito económico, rendimiento de carcasa, reducción en las mermas, etc., y existiendo

en el mercado disponibilidad de cúrcuma y de un producto comercial que combina extractos de tomillo y de semillas de *Ceratonia siliqua* (algarrobo de Europa) es pertinente preguntar: ¿podrá determinarse el rendimiento de los pollos de carne con la utilización de la combinación de cúrcuma con un producto comercial que contiene extractos de tomillo y de semillas de *Ceratonia siliqua* en la dieta, sin emplear APC?

Hipótesis

La utilización, a través de un ensayo de alimentación, de una combinación de cúrcuma y de un producto comercial con extractos de Tomillo y de semillas de *Ceratonia siliqua* en la dieta, sin APC, de pollos de carne permitirá determinar y evaluar el rendimiento a través de su uso simple y combinado.

Objetivos

1. Determinar y evaluar el consumo de alimento;
2. Determinar y evaluar el peso y los incrementos de peso vivo;
3. Determinar y evaluar el peso y rendimiento de carcasa;
4. Determinar y evaluar la pérdida de peso de las carcasas en el oreo.
5. Determinar y evaluar la eficiencia técnica de utilización del alimento;
6. Determinar y evaluar la eficiencia económica del alimento.

I. ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO

1.1. Tipo y Diseño de Estudio

El presente estudio es de tipo cuantitativo-propositivo. Hernández *et al.* (2010) consideran que:

Es cuantitativo porque se plantea un problema de estudio delimitado y concreto; se considera lo que se ha investigado anteriormente, se construye un marco teórico del cual se deriva una o varias hipótesis y se someten a prueba mediante el empleo de los diseños de investigación apropiados; las hipótesis se generan antes de recolectar y analizar los datos; la recolección de los datos se fundamenta en la medición; los datos se representan mediante números y se deben analizar a través de métodos estadísticos; se confía en la experimentación y/o pruebas de causa-efecto; la interpretación constituye una explicación de cómo los resultados encajan en el conocimiento existente; debe ser lo más objetiva posible; se sigue un patrón predecible y estructurado (el proceso); se pretende generalizar los resultados encontrados y que los estudios puedan replicarse; la meta principal es la construcción y demostración de teorías; se sigue rigurosamente el proceso; se utiliza la lógica o razonamiento deductivo; se pretende identificar leyes universales y causales; ocurre en la realidad externa del individuo.

De acuerdo con esto, el gran problema es la antibiótico resistencia que representa un grave peligro para las personas y mediante la experimentación se pretende determinar si la combinación de cúrcuma con el producto comercial (tomillo y algarrobo europeo) podría ocasionar indicadores productivos que sean semejantes o superiores a los obtenidos con el APC, lo que sería la solución al problema de investigación.

El trabajo se considera propositivo porque plantea propuestas para solucionar el problema (Bunge, 1972). Es decir, que lo ensayado podría reemplazar al APC y, de esa manera, se consideraría una solución a la antibiótico resistencia.

El Diseño del estudio es experimental. También Hernández *et al.* (2010) consideran que la investigación es experimental porque:

es la que se realiza para analizar si una o más variables independientes afectan a una o más variables dependientes y por qué lo hacen. En un experimento, la variable independiente resulta de interés para el investigador, ya que hipotéticamente será una de las causas que producen el efecto supuesto. Para obtener evidencia de esta supuesta relación causal, el investigador manipula la variable independiente y observa si la dependiente varía o no. Aquí, manipular es sinónimo de hacer variar o asignar distintos valores a la variable independiente. (p. 122).

1.2. Lugar y Duración

La investigación se ejecutó en una crianza familiar-comercial de la ciudad de Chiclayo; distrito de La Victoria, provincia de Chiclayo, región Lambayeque, y tuvo una duración efectiva de 42 días.

1.3. Tratamientos Evaluados

T₁ : Testigo con APC en el alimento

T₂: 0.1% de cúrcuma, sin APC en el alimento

T₃: 0.1% del producto comercial, sin APC en el alimento

T₄: 0.1% de cúrcuma y 0.1% del producto comercial, sin APC en el alimento

1.4. Animales Experimentales (muestra)

Cien pollos de carne de la línea Cobb 500, de un día de edad, de ambos sexos, provenientes de una empresa incubadora de la ciudad de Trujillo; en buen estado de salud.

1.5. Alimento Experimental

Se preparó raciones similares en contenido de proteína y energía metabolizable, formuladas para aportar 21.0% de PB y 3.0 Mcal de EM entre los días 1 y 14; 20% de PC y 3.15 Mcal de EM entre los días 15 y 28; 18% de PC y 3.20 Mcal de EM entre los días 29 y 42 de edad. Las fórmulas porcentuales para el tratamiento testigo se presentan en la Tabla 1.

La cúrcuma se adquirió en el mercado mayorista de la ciudad de Chiclayo y se incorporó a la fórmula alimenticia en forma de harina.

El producto comercial se expende con el nombre de Dysantic® producido por la firma Dr Bata® Ltd (Biotechnology in Feeding) y comercializado en el país por la firma Phartec SAC, que es representante exclusivo en el país de la marca de origen. Para el producto se indica que es un suplemento alimenticio con extractos de plantas, específicamente del tomillo (Thyme), del cual se obtienen aceites esenciales como el timol, carvacrol y flavonoides que poseen actividad bactericida, viricida e inmuno modulador y de las semillas de algarrobo (St. John's bread seeds) el cual contiene sustancias como la galactopiranosas que son polisacáridos que actúan como prebióticos.

1.6. Instalaciones y Equipo

- Corrales, con divisiones de madera y con cama de viruta.
- Comederos tipo tolva y bebederos tipo sifón.
- Balanza tipo reloj.
- Balanza electrónica, con una precisión de 1 g.
- Cintas plásticas y marcador de tinta indeleble.
- Planillas de registros para pesos corporales, suministro y residuo de alimento.
- Equipo para sacrificio, pelado y eviscerado.
- Además del equipo típico de una granja avícola.

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

Insumos	Inicio	Crecimiento	Acabado
Maíz amarillo, gano molido	59.00	61.00	64.83
Afrecho de trigo	01.00	01.00	01.00
Torta de soja	31.94	33.00	30.00
Harina de pescado	03.00	-----	-----
Aceite de soja	01.50	02.00	02.00
Carbonato de calcio	01.83	01.52	01.32
Fosfato di-cálcico	01.15	00.61	00.50
Pre mezcla vitamínico-mineral	00.10	00.10	00.10
Bio Mos	00.10	00.10	00.10
Cloruro de colina	00.20	00.15	00.10
Bicarbonato de sodio	00.05	00.05	00.05
DL-Metionina	00.19	00.05	00.05
Sal común	00.18	00.16	00.14
Coccidiostato	00.05	00.05	00.05
Mold Zapp	00.05	00.05	00.05
Allzyme SSF	0.06	00.06	00.06
Zinc-Bacitracina	00.10	00.10	00.10
TOTAL	100.00	100.00	100.00
Aporte estimado de*:			
Proteína cruda	21.04	19.40	18.83
EM, Mcal/ kilo	03.10	03.20	03.25

* Según McDowell *et al.* (1974)

1.7. Técnicas Experimentales

Hechos los corrales experimentales se procedió a su limpieza y desinfección (barrido, flameado, aplicación de una desinfectante con glutaraldehído y amonio cuaternario); se colocó la viruta y se implementó un vacío sanitario. Los primeros diez días se puso papel arrugado sobre la cama.

Los pollitos se asignaron aleatoriamente a cada uno de los tratamientos, se identificaron (cinta rotulada fija al tarso) y pesaron individualmente, registrándose los datos en una libreta de campo; las pesadas posteriores se hicieron cada catorce días. Se consideró una densidad de 6 pollos por metro cuadrado.

El alimento se preparó con insumos de disponibilidad local y el proceso de mezclado fue progresivo (la cúrcuma y el producto se combinaron con los insumos menores de la fórmula en un kilo de maíz y progresivamente se fue incorporando el resto de los insumos) para procurar mezclado homogéneo. Se suministró en cantidades

pesadas, pero en cantidades suficientes para lograr consumo *ad libitum*; la cantidad consumida se determinó por diferencia entre el suministro y el residuo semanal.

Finalizada la crianza cuatro pollos de cada tratamiento se sacrificaron y se pesó las carcasas; éstas se sometieron a un proceso de oreo de 2 horas para determinar la merma en el peso.

La crianza tuvo en consideración un programa sanitario que estuvo basado en la bioseguridad (no ingreso de personas ajenas a los ensayos, programa estricto de vacunaciones, desinfección de calzado y ropa antes de ingresar al galpón, etc.).

1.8. Variables Evaluadas

- Consumo de alimento, g.
- Peso y cambios en el peso vivo, g.
- Rendimiento de carcasa [(kilos de carcasa/ kilos de peso vivo) x 100]
- Mermas por oreo (peso de carcasa caliente – peso de carcasa oreada/ peso de carcasa caliente) x 100.
- Conversión alimenticia (kilos de alimento consumidos por kilo de peso vivo incrementado)
- Mérito económico (soles gastados en alimento consumido por kilo de peso vivo incrementado)

1.9. Evaluación de la Información

Tratándose de un experimento en el que consideró la evaluación de cuatro tratamientos se procedió a realizar el siguiente planteamiento estadístico de hipótesis:

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

H₁: AL MENOS UNA MEDIA DIFIERE DEL RESTO

las que fueron contrastadas mediante el diseño de tratamientos completamente al azar, que responde al siguiente modelo aditivo lineal:

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

Donde: Y_{ij} , es la variable por evaluar; μ , es el verdadero efecto medio; τ_i , es el verdadero efecto del i-ésimo tratamiento; ξ_{ij} , es el verdadero efecto de la j-ésima unidad experimental sujeta a los efectos del i-ésimo tratamiento (error experimental). (Ostle, 1979).

Se mantuvo la probabilidad máxima de 5% de cometer error de tipo I (Scheffler, 1982).

Se aplicó la prueba de normalidad de Kolgomorov-Smirnov y la de Levene de homogeneidad de varianzas con los pesos, al inicio y al finalizar las fases de Inicio (14 días), Crecimiento (28 días) y Acabado (42 días).

Se utilizó el análisis de la varianza, cuyo esquema se presenta en la Tabla 2. Cuando la información estuvo en forma porcentual se aplicó la transformación arcoseno para realizar el análisis de la varianza.

Tabla 2. Esquema del análisis de la varianza

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F
Tratamientos	T_{yy}	$t - 1 = 3$	T	T/ E
Error experimental	E_{yy}	$t(r-1) = 96$	E	
TOTAL	$\sum Y^2$	$tr = 99$		

Para los diferentes procedimientos se aplicó el software estadístico Minitab 18.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Bibliográficos

Se conocen dos factores de importancia para determinar la calidad del alimento. En primer lugar, la composición de nutrientes; es decir, las cantidades relativas de energía, proteínas, aminoácidos, vitaminas, sustancias minerales, las cuales deberían ajustarse a las necesidades individuales de los animales. En segundo lugar, todos estos nutrientes deben ser bien digeridos, mantener la salud y, en particular, ser seguros para el consumidor. Esto último está ganando creciente importancia. La mayoría de las preparaciones sintéticas usadas actualmente estimulan el crecimiento, aunque su acumulación en el organismo es inaceptable desde el punto de vista del consumidor. Por tal motivo, el empleo de sustancias naturales, biológicamente activas, en la producción animal se está incrementando. Tales sustancias incluyen hierbas naturales y especias, las que pueden ser combinadas con aceites esenciales y extractos de plantas. Las preparaciones basadas en plantas, también llamadas Fitobióticos, han demostrado que activan la digestión, fortalecen el sistema inmune o tienen propiedades antibacterianas (Sirvydis *et al.*, 2003).

Se ha podido determinar que uno de los roles más importantes es la capacidad para controlar bacterias y mejorar la digestión y absorción de nutrientes por parte de los productos fitobióticos, en base a su contenido de aceites esenciales, los mismos que están constituidos por mono y polifenoles. Los denominados 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 ha sido ampliamente reconocido en humanos y, posteriormente, en animales. No sólo pueden ser efectivos individualmente, sino que sus efectos también pueden mejorarse mediante acciones sinérgicas entre aceites

esenciales individuales y en combinación con otros aditivos alimenticios (Williams y Losa, 2001).

Así, el efecto benéfico de las hierbas fitobióticas se daría por acción sinérgica entre la variedad de componentes que poseen, los que tienen diversas acciones benéficas sobre el organismo; a veces funcionan mejor como sustratos originales que como extractos.

2.1.1. Polifenoles

Una molécula fenólica es, a menudo, característica de una especie de planta o, aún más, de un órgano particular o tejido de esa planta. Por ello, es imposible conocer precisamente la naturaleza de la totalidad de polifenoles que se ingieren. En cambio, es deseable conocer las clases principales de los consumidos, los alimentos principales que los contienen y su contenido en estos alimentos. Las clases principales son definidas de acuerdo con la naturaleza de su esqueleto carbonado: **ácidos fenólicos**, **flavonoides** y, los menos comunes, **estilbenos** y **lignanós** (Scalbert y Williamson, 2000).

Los **ácidos fenólicos** son abundantes en los alimentos. Los encontrados con mayor frecuencia son ácido cafeico y, en cantidad menor, ácido ferúlico. El ácido ferúlico está asociado con la fibra dietética y está ligado mediante enlaces éster a hemi-celulosas. Una de las principales fuentes de ácido ferúlico es el salvado de trigo (5 mg/ Kg.) El ácido cafeico también es encontrado en forma de ésteres. El éster cafeoil más frecuentemente encontrado es el ácido clorogénico, el que está presente en muchas frutas y verduras y en el café. Una taza de café instantáneo (200 ml) contiene de 50 – 150 mg de ácido clorogénico. Otros ácidos fenólicos derivados son taninos hidrolizados. Los ácidos fenólicos están esterificados a polioles, usualmente glucosa. Ácidos fenólicos son tanto el ácido gálico en galotaninos (fruto de mango) como otros ácidos fenólicos derivados de la oxidación de residuos gasoil en elagitaninos (arándanos, frutilla, fresas, vino y brandy

añejado en barricas de roble). Su ocurrencia es mucho más limitada que la de taninos condensados (Kroon *et al.*, 1997; Clifford, 1999; Clifford y Scalbert, 2000).

Los **flavonoides** son los polifenoles más abundantes. Pueden dividirse en varias clases de acuerdo con el grado de oxidación del oxígeno heterocíclico: flavonas, flavonoles, isoflavonas, antocianinas, flavanoles, pro-antocianidinas y flavanonas. La ocurrencia de algunos de estos flavonoides está restringida a unos pocos alimentos. La fuente principal de isoflavonas es la soja, la que contiene ~1 mg de genisteína y daidzeína/ gramo de frijol seco. Estas dos isoflavonas han recibido considerable atención debido a sus propiedades estrogénicas y su rol sugerido en la prevención del cáncer de mama y osteoporosis. Los frutos cítricos son la fuente alimenticia principal de flavanonas. La que se consume más ampliamente es la hesperidina de las naranjas (125 – 250 mg/ litro de jugo) (Rousseff *et al.*, 1987; Reinli y Block, 1996; Aldercreutz y Mazur, 1997).

Otros tipos de flavonoides son comunes a varias fuentes de alimentos. La quercetina, el principal flavonol de la dieta humana, está presente en muchas frutas y vegetales, así como en bebidas. Es particularmente abundante en cebollas (0.3 mg/ g de peso fresco) y té (10 – 25 mg/ litro), que representan las fuentes principales de flavonoles en la dieta alemana. Las flavonas son menos comunes y fueron identificadas en pimienta roja dulce (luteolina) y apio (apigenina). Los flavanoles principales son catequinas; muy abundantes en el té. Brotes jóvenes contienen 200 – 340 mg de catequina, galocatequina y sus derivados galoilados. En el té negro su contenido se reduce casi a la mitad de este valor debido a su oxidación en polifenoles más complejos durante la fermentación. Otras fuentes son el vino tinto (270 mg/ litro) y el chocolate. Las pro-antocianidinas son flavanoles poliméricos. Están presentes en las plantas como mezclas complejas de polímeros con un grado promedio de polimerización entre 4 y 11; son responsables de la astringencia de los alimentos y usualmente están presentes en asociación con flavanol

catequinas. Fuentes comunes son frutas como manzana, peras y uvas, bebidas como vino tinto y té, así como chocolate. Las antocianinas son pigmentos de frutas rojas como las cerezas, ciruelas, pasas rojas y negras. Sus contenidos varían desde 0.15 (fresas) a 4.5 mg/ gramo (cerezas) en fruta fresca. El contenido promedio de vinos tintos es de 26 mg/ litro (Ding *et al.*, 1992; Hertog *et al.*, 1992; Hertog *et al.*, 1993a, b; Lee *et al.*, 1995; Clifford, 1996; Arts *et al.*, 1999; Santos-Buelga y Scalbert, 2000).

Los **estilbenos** no están muy difundidos en las plantas alimenticias. No obstante, uno de ellos (resveratrol), que fue descubierto mediante el análisis de plantas medicinales, recientemente ha recibido gran atención debido a sus propiedades anti-carcinogénicas y a su presencia en el vino. Sin embargo, su muy baja concentración en el vino (0.3 – 2 mg/ litro en vinos tintos) hace poco probable atribuirle a esta molécula efectos protectores (Jang *et al.*, 1997).

Los **lignanos** han sido identificados en el plasma y orina humanos. Su origen dietético ha sido establecido, pero sus precursores alimenticios aún son desconocidos. Los únicos alimentos que contienen cantidades considerables de lignanos son la linaza y el aceite de semillas de linaza. Cuando se suministran a humanos o animales son metabolizados por la microflora intestinal en “lignanos mamíferos”. Son reconocidos como fito-estrógenos debido a sus propiedades estrógeno-agonista y –antagonista (Axelson *et al.*, 1982; Aldercreutz y Mazur, 1997).

Otros polifenoles dietéticos no son entidades químicas bien definidas y resultan de la polimerización oxidativa de flavonoides y ácidos fenólicos. Esto puede ocurrir durante la maduración o procesamiento de los alimentos (molienda, fermentación, almacenamiento, cocinado y otros procesos). Estos compuestos fenólicos no bien definidos son los polifenoles principales en té negro y vino, particularmente vino añejo (Santos-Buelga y Scalbert, 2000).

Los polifenoles que no son absorbidos en el estómago o intestino delgado serán transportados al colon. Además, son absorbidos, metabolizados en el hígado y excretados en la bilis o directamente desde los enterocitos regresan al intestino delgado y también alcanzarán el colon, pero en una forma química diferente, tal como un glucurónido. El colon contiene $\sim 10^{12}$ microorganismos / cm^3 y tiene un enorme potencial catalítico e hidrolítico. Se dan fácilmente las reacciones de deconjugación. Por ejemplo, la quercetina-3-O-ramanoglucósido y quercetina-3-O-ramanósido no son hidrolizadas por enzimas humanas endógenas, pero son fácilmente hidrolizados por la microflora intestinal a quercetina por organismos como *Bacteroides distasonis* (α -ramanosidasa y β -glucosidasa), *B. uniformis* (β -glucosidasa) y *B. ovatus* (β -glucosidasa). *Enterococcus casseliflavus* utiliza la estructura azúcar de la quercetina-3-O-glucósido para resultar en formiato, acetato y lactato, pero no metaboliza a la aglicona. La quercetina-3-O-glucósido es transformada a ácido 3,4-dihidroxifenilacético, acetato y butirato por *Eubacterium ramulus* del colon humano. La cantidad de bacterias capaces de utilizar quercetina-3-O-glucósido se estimó en 10^7 a 10^9 por gramo de materia seca (Bokkenheuser *et al.*, 1987; Schneider *et al.*, 1999).

A diferencia de los enzimas en tejidos humanos, la microflora colónica cataliza la ruptura del polifenol en sí mismo hasta compuestos más simples, tales como ácidos fenólicos. Por ejemplo, cuando la quercetina-3-O-ramanósido se incubó anaeróbicamente con bacterias intestinales humanas se encontró quercetina, ácido 3,4-hidroxifenilacético y ácido 4-hidroxibenzoico como metabolitos. En humanos *in vivo*, la quercetina-3-O-ramanoglucósido no cambió y no se encontró quercetina en la orina después de la administración de los compuestos paternos, pero los metabolitos de la ruptura ocasionada por la microflora colónica fueron ácido 3-hidroxifenilacético, ácido 3-metoxi-4-hidroxifenilacético, ácido 3,4-dihidroxifenilacético, 3,4-hidroxitolueno y ácido β -m-

hidroxifenilhidracrílico. En ratas, 33-44% de las dosis de catequina rotulada fue excretada en la bilis como conjugados glucurónidos, pero otros metabolitos [ácidos m- y p-hidroxifenilpropiónico, δ -(3-hidroxifenil)- γ -valerolactona y δ -(3,4-hidroxifenil)- γ -valerolactona] provinieron del metabolismo de la flora intestinal. También se mostró que un polímero procianidina degradado por una microflora colónica humana que creció *in vitro* y anaeróbicamente dentro de ácidos fenólicos de bajo peso molecular que pueden ser bien absorbidos *in vivo* a través del colon (Das y Griffiths, 1969; Baba *et al.*, 1983; Déprez *et al.*, 2000).

La medición de la capacidad antioxidante total del plasma después del consumo de alimentos ricos en polifenoles permite una comparación de su contribución a la capacidad antioxidante total del plasma con la del ácido ascórbico y otros antioxidantes dietéticos solubles encontrados en nuestras dietas. El consumo de 300 ml de vino tinto (conteniendo ~500 mg de polifenoles) induce un incremento de la capacidad antioxidante del plasma similar a la que confiere 1 g de ácido ascórbico. La concentración de ácido ascórbico en el plasma después del consumo de 1 g de vitamina C es 75 μ M. Tomando en cuenta la relativa reducción de potencia del ácido ascórbico y ácido gálico (usado como un polifenol estándar), la concentración de polifenoles totales en el plasma después de la ingestión de 500 mg de polifenoles sería 50 μ M (Singleton y Rossi, 1965; Whitehead *et al.*, 1995; Levine *et al.*, 1996). Conclusiones similares fueron alcanzadas por Duthie *et al.* (1998) quienes, utilizando el ensayo Folin, observaron un incremento en la concentración de polifenoles del plasma de 15 μ M después del consumo de un tercio de esa cantidad de vino tinto (100 ml). Esta concentración de 50 μ M después de la ingestión de ~500 mg de polifenoles de vino tinto es, en promedio, diez veces más alta que la concentración pico de los flavonoides paternos (recalcado a partir de los datos de la tabla 2 para una ingestión de 500 mg). Esto sugiere que los metabolitos formados en

nuestros tejidos o por la microflora del colon contribuyen significativamente a la capacidad antioxidante.

2.1.2. La Cúrcuma (*Curcuma longa*)

La *Curcuma longa* es una especie nativa de Asia tropical que crece en el Perú en forma silvestre en la selva, principalmente en los departamentos de Ayacucho y Cuzco, y es conocida con el nombre vulgar de “palillo”, “palillo cholón”, “palillo chuncho”, “guisador”, “azafrán”. Es una planta herbácea, frecuentemente con producciones rizomatosas y tuberosas. El rizoma principal es aovado o piriforme, del tamaño de una nuez, dividido en dos o cuatro partes. Es un rizoma compacto, pesado, córneo, que apenas puede romperse con la mano, de fractura finamente granosa, cubierta de súber gris o amarillo; por dentro de color rojo amarillento y aspecto céreo. Tiene sabor ardiente, algo amargo, parecido al del jengibre; cuando se mastica tiñe la saliva de amarillo; de olor aromático, fuerte y característico. El color del palillo o cúrcuma en polvo puede ser amarillo naranja o amarillo limón, siendo el primero preferido por su mayor resistencia al desvanecimiento producido por la exposición directa o indirecta a los rayos solares. El análisis químico indica tenores de agua, ceniza, proteína, extracto etéreo, celulosa, almidón, aceite esencial y curcumina de 10, 8, 5, 11, 4.4 – 5.8, 48.6 – 56.4, 3 – 4, y 5 – 7%. La curcumina (sustancia pigmentante) es soluble en grasas y solventes orgánicos y es completamente inocua. Entre los pigmentos curcuminoideos se encuentran el diferuloilmetano (I), denominado “curcumina”; el 4 – hidroxicinamoil Feruloil – metano (II) y el 4, 4’ – dihidroxicinamoilmetano (III); además de otros cuatro pigmentos que se encuentran en concentración pequeña (Arrieta *et al.*, 1986).

Aunque tradicionalmente se conoce como *Curcuma longa*, su verdadero nombre es *Curcuma domestica*. La denominación *C. longa* se utiliza incorrectamente para designar a los rizomas dediformes; en tanto que se aplica el término *C. rotunda* para

describir los rizomas redondos centrales. Taxonómicamente corresponde al orden: scitamineas; familia: zingiberáceas; género: *Curcuma*; especie: *domestica*. Marco Polo la descubrió en China en 1280 y la comparó al azafrán, debido a sus propiedades colorantes. Algunas instituciones la consideran como especia, en tanto que la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA), de los Estados Unidos, la incluye entre los colorantes. Por muchos años ha sido utilizada como medicina; de hecho, existe alguna base para este empleo ya que los pigmentos curcuminoideos tienen acción colerética (incrementan la secreción de bilis). Debido a esta acción la curcumina se emplea como medicina en ciertas partes del mundo. Se emplea en los polvos de curri como colorante. El principal colorante de la mostaza preparada se debe a la cúrcuma. Molida se emplea para dar color amarillo a los caldos y sopas de pollo; también en salsas y mezclas aromatizantes para conseguir color amarillo (Purseglove *et al.*, 1981).

Cuando están secos los rizomas de *Curcuma longa* contienen alrededor de 6.3% de proteínas, 5.1% de grasas y cerca de 70% de hidratos de carbono. Los pigmentos no aparecen hasta cuando la planta madura y se seca; entonces el rizoma adquiere su clásico color anaranjado, antes de eso el color es blanco o ligeramente amarillo (Cabieses, 1993).

Barrero y Carreño (1999) reportan la composición química de rizomas de cúrcuma cultivada en Venezuela indicando la siguiente (% en base seca): humedad, 7.00; cenizas, 1.40; cenizas insolubles en ácido, 0.41; fibra cruda, 8.35%; almidón, 31.21; aceites no volátiles, 7.54; curcumina, 3.60.

Dentro de las citas bibliográficas indicadas por Barrero y Carreño (2000) se menciona que el aroma de la cúrcuma se debe a los aceites esenciales volátiles de los rizomas y es una característica importante en el desarrollo de su sabor como especia. Contiene entre 1.5 y 5% de aceites esenciales volátiles, en base seca. En análisis empleando la destilación de los aceites por arrastre de vapor, se mostró que los

componentes son una mezcla de cetonas, sesquiterpenos y alcoholes, y una mezcla de bajo punto de ebullición de sesquiterpenos zingiberenos. Otros investigadores separaron, purificaron y caracterizaron los aceites de la cúrcuma con propiedades repelentes, señalando que el extracto obtenido produjo entre 7.0 y 7.3% de aceite de color rojo-naranja y, adicionalmente, de la cromatografía por columna obtuvieron una porción activa de 52 a 54% como un aceite coloreado, identificado en los espectros de masa como 2-metil-6(4-metil-fenil)-2 hepten-4-ona(ar-turmerona) y otro como un aceite amarillo claro con un olor dulce suave identificado como 2-metil-6-(4-metil-1,4-ciclohexadien-L-il)-2-hepten-4-ona(turmerona). Así mismo, en análisis químicos de algunos cultivos de cúrcuma, determinando que los aceites volátiles de los diferentes cultivos se encontraron entre 4.5 y 6.22% en base seca. En tanto que Barrero y Carreño (2000) evaluaron, mediante cromatografía de gases, la composición de la fracción de aceites esenciales de cúrcuma deshidratada cultivada en Venezuela determinando los siguientes compuestos (%): 1-felandreno, 0.82; p-cimeno, 0.09; 1,8-cineol, 0.43; bornileno, 0.15; Transcariofileno, 0.26%; β -farneseno, 0.14; ar-curcumeno, 1.67; α -zingibereno, 3.33; Farneso/ β -Bisaboleno, 0.95; β -Sesquifelandreno/citral, 3.64; ar-turmerona, 22.7; turmerona, 32.4; C₁₀ – C₁₅, 33.45.

Con respecto a la acción farmacológica de la cúrcuma, se indica que la acción más importante es su efecto antiinflamatorio, el cual se ejerce principalmente por la curcumina y sus derivados, especialmente la trietilcurcumina. La acción antiinflamatoria de la curcumina es comparable a la fenilbutazona y a la cortisona, sin producir los inconvenientes gástricos que estos producen. Su acción ligeramente irritante sobre la mucosa gástrica produce una abundante secreción de mucina que protege al estómago contra la hiperacidez y tiene un efecto claramente antiulcerogénico. Otra acción farmacológica comprobada de la cúrcuma es su efecto colerético y colagogo (mayor

producción de bilis por el hígado y mejor contracción y evacuación de la vesícula biliar). A la dosis de 25 Mg. por Kg. de peso la sal sódica de la curcumina produce un incremento de 100% en la producción de bilis con incremento de la secreción de sales biliares, aumento de excreción de bilirrubina y mayor eliminación de colesterol, aunque si se presenta una hipercolesterinemia por exceso alimentario en ratas la curcumina recupera los valores normales; esto no ha sucedido, en las mismas condiciones, con el conejo. Así mismo, se ha probado *in vitro* la acción antibacteriana de la curcumina; determinándose que tiene claros efectos contra *Staphylococcus aureus*, *Salmonella paratyphi*, *Tricophyton gypseum* y *Mycobacterium tuberculosis* en diluciones bajísimas de 1/20000 y 1/64000; también se ha probado su pronto efecto *in vitro* con los microorganismos más frecuentes en las inflamaciones de la vesícula biliar. Una amplia información recopilada por la FAO indica que la cúrcuma no es teratogénica; por otro lado, resulta citotóxica y antineoplásica en experimentos *in vitro* con algunos tumores de animales de laboratorio y cultivos de tejidos (Cabieses, 1993).

Mesa *et al.* (2000) corroboraron las apreciaciones farmacológicas mencionadas inmediatamente antes, además mencionan que la curcumina

es estable en el estómago y en el intestino delgado; su elevada lipofilia le permite una rápida absorción gastrointestinal por difusión pasiva. Además de su actividad antibacteriana, antifúngica y antiparasitaria, también se ha demostrado su capacidad para inhibir la integrasa del HIV-1. Se han demostrado efectos específicos en diferentes tejidos y órganos como la piel, el sistema gastrointestinal y respiratorio y en el hígado. Tiene efectos antiinflamatorios a través de la modulación del mecanismo de acción de los eicosanoides, tiene capacidad inmunomoduladora alterando el perfil de las citoquinas THL de los linfocitos T helper, y tiene actividad hipolipidémica disminuyendo el colesterol, los

triglicéridos y los fosfolípidos plasmáticos, así como en los lípidos de baja densidad. Tiene capacidad para estabilizar membranas y para prevenir la peroxidación lipídica, un proceso fundamental en el establecimiento, progresión y complicaciones de muchas patologías como las enfermedades hepáticas, renales, cardiovasculares, neurodegenerativas, en la diabetes y en las cataratas. Se investiga su actividad anticancerosa, principalmente frente al cáncer de piel, colon y duodeno.

En el medio se ha evaluado la inclusión de cúrcuma en la dieta de pollos de carne (Adrianzén, 2000) y de patos criollos (Pérez, 2000) como fuente de pigmentantes para la piel. Los resultados de pigmentación han sido favorables; sin embargo, en el caso de patos criollos, propició una disminución considerable del consumo de alimento, lo cual se debió a peculiaridades alimenticias de la especie. En el caso de pollos no se dio tal disminución en el consumo.

2.1.3. El Tomillo (*Thymus vulgaris*) y el Algarrobo (*Ceratonia siliqua*)

El tomillo es 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, anti-espasmódico y antitúsígeno. Además, posee propiedades antimicrobianas, anti-fúngicas, anti-oxidativas y antivirales. El aceite esencial derivado del tomillo es una mezcla de monoterpenos 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 Srour, 2000; Hudaib *et al.*, 2002; Miura *et al.*, 2002; Soliman y Badlaa, 2002; Venturini *et al.*, 2002; Braga *et al.*, 2006).

El uso del tomillo data de tiempos muy antiguos. Los egipcios lo empleaban como una de las sustancias aplicadas en los procesos de momificación. El nombre *Thymus* proviene del griego *thymus* 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. El propio Carlo Magno ordenó su cultivo en todos los jardines para aprovechar tanto sus propiedades medicinales como culinarias (Estrada, 2010).

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. 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 (Estrada, 2010).

Respecto a la clasificación taxonómica y descripción, Estrada (2010) consideró los siguiente:

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.

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. **Otros**: 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 (Alonso, 2004).

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” (Alonso, 2004; Estrada, 2010).

Aún cuando “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” (Alonso, 2004).

Miladi *et al.* (2016) realizaron un estudio en el que el timol y el carvacrol, dos fenoles mono-terpénicos producidos por varias plantas aromáticas, entre ellas el Tomillo, se evaluaron por sus potencias antibacterianas e inhibidores de la bomba de eflujo contra un panel de patógenos clínicos y de los alimentos. Sus resultados demostraron una sustancial susceptibilidad de las bacterias probadas hacia el timol y carvacrol. Especialmente, el timol mostró una fuerte actividad inhibitoria (valores de MIC que variaron entre 32 y 64 µg/mL) contra la mayoría de las cepas probadas en comparación al carvacrol. Además, se notó una reducción significativa en las MIC de tetraciclina y cloruro de benzalconio cuando se probaron en combinaciones con timol y carvacrol; este efecto sinérgico fue más significativo en el caso de timol, el que generó una reducción de los valores de la MIC de la tetraciclina (de 2 a 8 veces) y del cloruro de benzalconio (de 2 a 8 veces).

El algarrobo europeo se conoce científicamente como *Ceratonia siliqua*, su fruto tiene mucho parecido con los del algarrobo peruano; se asume que cuando los españoles llegados con Pizarro vieron los frutos de *Prosopis* dijeron que eran algarrobas, por eso que se perennizó el nombre en la especie americana.

La harina extraída de la pulpa es astringente, antidiarreico. El fruto verde se ha utilizado popularmente como antifúngico. La goma, por su riqueza en galactomananas tiene un efecto secuestrante (forma un gel viscoso que retrasa la absorción de lípidos y glúcidos), un efecto voluminizante (aumenta la repleción del estómago y prolonga la

sensación de saciedad) y un efecto laxante emoliente, por el mucílago. En forma de harina se ha empleado para tratar: diarreas, gastritis, ulcus (úlceras) gastroduodenal, vómitos infantiles. En tanto que la goma: laxante y coadyuvante en tratamientos de sobrepeso, diabetes e hiperlipemias, prevención de la arteriosclerosis, acción antioxidante (Hsouna *et al.*, 2011; Kotrotsios *et al.*, 2012; Roseiro *et al.*, 2013; Durazzo *et al.*, 2014).

En Wikipedia (2019) se indica la siguiente clasificación taxonómica: Súper-reino, *Eukaryota*; Reino, *Plantae*; Sub-reino, *Tracheobionta*; División, *Magnoliophyta*; Clase, *Magnoliopsida*; Sub-clase, *Rosidae*; Orden, *Fabales*; Familia, *Fabaceae*; Sub-familia, *Caesalpinioideae*; Tribu, *Cassieae*; Sub-tribu, *Ceratoninae*; Género, *Ceratonia*; Especie, *Ceratonia siliqua* L.

Con relación a su composición química; la vaina, el germen y la semilla de algarroba fueron analizados para determinar la humedad, cenizas, proteínas, grasas, carbohidratos y, particularmente, su contenido de taninos. Se investigó la recuperación de taninos afectados por diversos sistemas de extracción con disolventes. La harina de vaina de algarrobo contuvo altos niveles de carbohidratos (45%), cantidades apreciables de proteína (3%) y bajos niveles de grasa (0.6%). El germen y la harina de semillas contenían más grasa y menos carbohidratos en comparación con la vaina de algarroba. La acetona al setenta por ciento fue el disolvente más eficaz para la extracción y recuperación de taninos. La vaina de algarrobo contiene un valor medio de 19 mg de polifenoles totales/ g, 2.75 mg de taninos condensados (proantocianidinas)/ g, 0.95 mg de taninos hidrolizables (galo- y elagi-taninos) / g. El germen contenía una mayor concentración de polifenoles totales (40.8 mg/ g) y taninos (16.2 mg de taninos condensados/ g y 2.98 mg de taninos hidrolizables/ g), mientras que sólo se detectaron trazas de estos compuestos en las semillas de algarroba. (Avallone *et al.*, 1997).

Se ha indicado que el fruto de algarrobo contiene dos partes principales: la pulpa y las semillas. Ambas se utilizan como materia prima en las industrias alimentaria, farmacéutica y cosmética. La vaina sin semillas se puede moler en harina y se utiliza como un sustituto de chocolate o cacao. En tanto que la semilla consiste en la cubierta (30-33%), endospermo (42-46%) y embrión o germen (23-25%). Las semillas son una fuente de goma. La goma de algarroba (LBG), también llamada E410, también se obtiene del endospermo de semillas que contiene galactomananos. Esto se añade a una variedad de productos como estabilizador o aromatizante y ha encontrado aplicaciones crecientes en industrias no alimentarias (Nyerges, 1978; Brand, 1984; Neukom, 1988; Battle y Tous, 1997; Curtis *et al.*, 1998; Yousif y Alghzawi, 2000; Wang *et al.*, 2001; Hoefler, 2004; Rizzo *et al.*, 2004; Bouzouita *et al.*, 2006; Gharnit *et al.*, 2006; Turnbull *et al.*, 2006; Sandolo *et al.*, 2007; Dionísio y Grenha, 2012).

Asumimos que otra de las aplicaciones, generada por los compuestos que presenta en su composición, sería como favorecedor de condiciones intestinales adecuadas para la producción animal.

2.2. Base Teórica

Siendo la cúrcuma, el tomillo y el algarrobo europeo tres especies vegetales en las que se ha probado la existencia de principios químicos de acción antioxidante, antibacteriana, antiinflamatoria, inmuno-moduladora, entre otras, y que han mostrado acción benéfica sobre el rendimiento de pollos de carne, se asumió que su presencia conjunta en el alimento podría mostrar efectos sinérgicos sobre los indicadores del rendimiento, como ha sido planteado por Sirvydis *et al.* (2003) y Williams y Losa (2001), entre otros investigadores.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Consumo de Alimento

En la Tabla 3 se presentan los resultados referentes al consumo de alimento de pollos de carne que recibieron cúrcuma y un producto comercial con extracto de tomillo y algarrobo europeo en la dieta, en reemplazo del APC.

Tabla 3. Consumo de alimento de pollos de carne que recibieron cúrcuma y un producto comercial de extracto de tomillo y algarrobo europeo en el alimento en reemplazo del APC

Aspectos	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
Pollos	25	25	25	25
APC en el alimento	Sí	No	No	No
Cúrcuma, %	----	0.1	----	0.1
Producto comercial, %	----	----	0.1	0.1
Consumo (g/ pollo/ período) en:				
Inicio	467	496	511	521
Crecimiento	1462	1488	1476	1408
Acabado	2599	2568	2566	2583
Acumulado	4528	4552	4553	4512

Se pudo apreciar que la presencia de la cúrcuma, del producto o de ambos no tuvo efecto sobre el consumo de alimento. Los tratamientos 2, 3 y 4 registraron consumos acumulados en cantidades ligeramente por encima o por debajo (0.5, 0.6 y -0.3%, respectivamente) del registrado con el tratamiento testigo.

Trabajando con pollos de carne, Morán (2014) encontró reducciones, aunque no muy pronunciadas, en el consumo de alimento cuando utilizó una combinación de romero y canela en el alimento, la reducción llegó hasta casi 10%. También se reportó reducción en el consumo de alimento de pavos que recibieron romero por Falla (2009).

Como ha sido indicado por Hafez y Dyer (1972), el animal ingiere alimentos porque necesita en prioridad abastecerse de energía; si el alimento no es el más adecuado para abastecerlo de energía o esta está siendo destinada para otros fines, no nutricionales, entonces la ingestión de alimento tiende a ser mayor. Este tipo de comportamiento es más

fácil observarlo en animales de alto rendimiento, ya que en los escasamente productivos sus exigencias nutricionales no son muy altas.

El control de la microbiota colónica también es importante, ya que cuando la flora se desequilibra hacia la predominancia de bacterias de tipo patógeno (*Clostridium*, *Salmonella*, *Veillonella*, etc.) se produce un ataque fuerte de los epitelios intestinales, los que necesitan ser reparados; el gasto energético en este proceso de reparación puede, dependiendo de la intensidad del ataque, ser considerablemente alto. Tratándose de animales de alto rendimiento, de los que nos interesa obtener carne, esta situación se traduce en un mayor consumo de alimento. Bajo condiciones de epitelio intestinal sano, la mejor utilización de los alimentos permitirá que el organismo satisfaga sus requerimientos con una relativa menor cantidad de alimento consumido.

Por otro lado, si el alimento contiene un insumo poseedor de alguna sustancia que afecte su sabor puede darse una disminución en el consumo; sobre todo si las sustancias son astringentes. En el caso de la cúrcuma, romero, canela y otras especias, se ha reportado que en su composición se encuentran una serie de sustancias de propiedades interesantes desde el punto de vista de la auto-oxidación, de la acción anti-bacteriana, entre otras. Todas estas sustancias, también catalogadas como flavonoides, le confieren a las especias un sabor y aroma especiales; pudiendo afectar de alguna manera el consumo mediante inhibición (Ito *et al.*, 1983; Bult *et al.*, 1985; Rampart *et al.*, 1986; Collin y Charles, 1987; Singletary y Nelshoppen, 1991; Ho *et al.*, 1994; Huang *et al.*, 1994; Chan *et al.*, 1995; Newall, 1996; Lo *et al.*, 2002). No obstante, los resultados de varios trabajos de investigación empleando otras sustancias vegetales han permitido obtener mejor eficiencia de utilización del alimento debido a una menor ingestión de alimento para incrementar la misma unidad de peso en comparación con las aves que no recibieron estas sustancias (Adrianzen, 2003; Bazán, 2005; Chiroque, 2005; Zárate, 2006).

3.2. Peso e Incremento de Peso Vivo

En la Tabla 4 se presentan los resultados referentes al peso vivo e incremento de peso de pollos de carne que recibieron cúrcuma y un producto comercial con extracto de tomillo y algarrobo europeo en la dieta, en reemplazo del APC.

Tabla 4. Peso vivo y cambios en el peso vivo de pollos de carne que recibieron cúrcuma y un producto comercial de extracto de tomillo y algarrobo europeo en el alimento en reemplazo del APC

Aspectos	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
Pollos	25	25	25	25
APC en el alimento	Sí	No	No	No
Cúrcuma, %	----	0.1	----	0.1
Producto comercial, %	----	----	0.1	0.1
Peso vivo (g/ pollo/ período) en:				
Inicial	49.5	47.9	48.5	46.9
Inicio	383.6 ^a	392.8 ^a	402.6 ^a	374.4 ^a
Crecimiento	1326.6 ^a	1345.4 ^a	1376.6 ^a	1299.4 ^a
Acabado	2812.2 ^a	2598.2 ^a	2753.4 ^a	2748.6 ^a
Cambios en el peso (g/ pollo/ período) en:				
Inicio	334.1	344.9	354.2	327.5
Crecimiento	943.0	952.6	974.0	925.0
Acabado	1485.6	1252.8	1376.8	1499.2
Acumulado	2762.7	2550.3	2704.9	2701.7

^a Letras iguales sobre los promedios indican diferencias no significativas entre tratamientos dentro de periodos (P>0.05)

El análisis estadístico (anexos) mostró que hubo normalidad y homocedasticidad para los pesos corporales iniciales (primer día de edad) como para los logrados al finalizar las fases de Inicio, Crecimiento y Acabado; así mismo, el análisis de la varianza indicó que las diferencias en el peso corporal entre los tratamientos no alcanzaron significación estadística, en cualquiera de las fases.

Con relación a los incrementos de peso, en el Inicio y en el Crecimiento, los tratamientos 2 y 3 (sólo cúrcuma y sólo producto comercial, respectivamente) superaron al testigo entre 1 y 6%; lo que no sucedió en el Acabado, en el que los tratamientos 2, 3 y 4 estuvieron por debajo del testigo. En todas las fases el tratamiento 4 estuvo ligeramente por debajo del testigo. Al comparar el incremento acumulado se determinó que los tratamientos 2, 3 y 4 estuvieron por debajo del testigo en 7.7, 2.1 y 2.1%,

respectivamente; el comparativo indicó que el producto comercial solo y la combinación con cúrcuma permitieron aproximarse al testigo. En la Figura 1 se presenta el comparativo porcentual entre tratamientos para el incremento acumulado de peso.

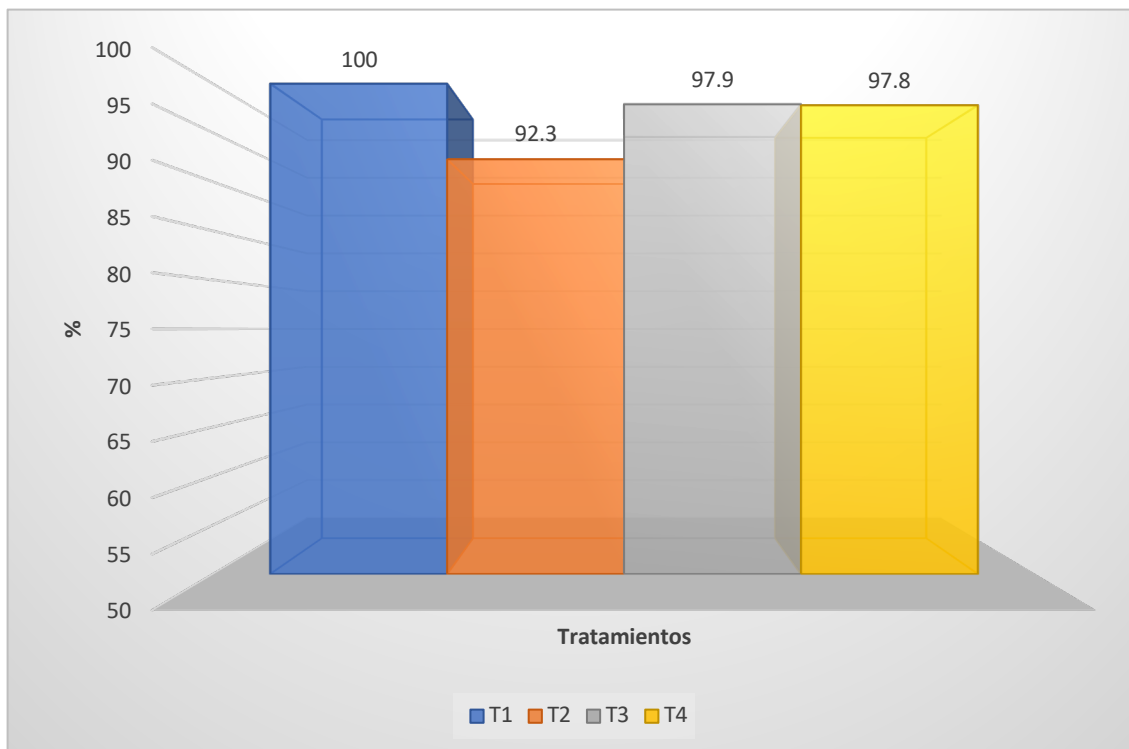


Figura 1. Comparativo porcentual entre tratamientos para incremento acumulado de peso vivo

Efectos benéficos importantes sobre los incrementos de peso de las especias evaluadas, solas o en combinación, han sido reportadas en diferentes investigaciones locales con diferentes especies de aves (Adrianzén y Del Carpio, 2002; Adrianzén, 2003; Velasco, 2004; Falla, 2009; Morán, 2014); sin embargo, no se dio tal comportamiento en el presente ensayo, no obstante, debido a las peculiaridades del comportamiento del efecto de las especias es posible que se refleje una tendencia contraria en el rendimiento de carcasa.

En varios casos se ha reportado el efecto benéfico de las especias sobre el grado de aceptación de la carne, lo que es importante para mejorar la comercialización, redundando en beneficios económicos (Adrianzén, 2003; Mendoza, 2005; Mendoza, 2006; Cubas, 2006; Vásquez, 2009).

3.3. Peso, Rendimiento y Mermas de Carcasa

En la Tabla 5 se presentan los resultados referentes al peso, rendimiento y mermas en el peso de la carcasa de pollos de carne que recibieron cúrcuma y un producto comercial con extracto de tomillo y algarrobo europeo en la dieta, en reemplazo del APC.

Tabla 5. Peso, rendimiento y mermas en el peso de la carcasa de pollos de carne que recibieron cúrcuma y un producto comercial de extracto de tomillo y algarrobo europeo en el alimento en reemplazo del APC

Aspectos	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
Peso de carcasa, Kg.	2.250 ^a	2.260 ^a	2.348 ^a	2.423 ^a
Rendimiento de carcasa, %	82.58 ^a	83.87 ^a	83.23 ^a	84.56 ^a
Mermas (%) en el peso de la carcasa:				
Primera ½ hora	1.61 ^a	1.55 ^a	1.40 ^a	1.45 ^a
Segunda ½ hora	0.40 ^a	0.28 ^a	0.38 ^a	0.31 ^a
Tercera ½ hora	0.34 ^a	0.35 ^a	0.23 ^a	0.27 ^a
Acumulada	2.35 ^a	2.16 ^a	1.98 ^a	2.01 ^a

^a Letras iguales sobre los promedios indican diferencias no significativas entre tratamientos dentro de periodos (P>0.05)

Respectivamente para los tratamientos del primero al cuarto, el peso de carcasa fue de 2.25, 2.26, 2.35 y 2.42 kilos por pollo. El análisis estadístico (anexos) mostró que hubo normalidad y homocedasticidad; en tanto que el análisis de la varianza indicó que las diferencias entre los tratamientos no alcanzaron significación estadística (P>0.05).

En el mismo orden de tratamientos, el rendimiento de carcasa fue 82.6, 83.9, 83.2 y 84.6%. El análisis de la varianza mostró que las diferencias entre los tratamientos no fueron significativas (P>0.05). Los rendimientos son altos toda vez que la carcasa incluyó cuello-cabeza, tarsos y vísceras comestibles (molleja, hígado, riñones). Aún cuando las diferencias no fueron significativas se apreció que los tratamientos 2, 3 y 4 mostraron una tendencia a mayores rendimientos que el testigo, lo que indicaría que en estos tratamientos hubo mayor intensidad de síntesis de músculo o que en estos tratamientos el tracto gastrointestinal y el contenido intestinal fueron menores que con el testigo.

Collantes (2017) reportó mayores rendimientos de carcasa de pollos que recibieron el mismo producto comercial; en el presente ensayo se evidenció, aunque no

significativamente, un efecto de complementación entre la cúrcuma y el producto comercial, el tratamiento 4 superó en casi 2% al tratamiento testigo.

Sometidas las carcasas al oreo se pudo apreciar que la mayor cantidad de merma en el peso fue durante la primera media hora, con valores de 1.61, 1.55, 1.40 y 1.45%, respectivamente para los tratamientos del primero al cuarto; las diferencias no fueron significativas. Conforme transcurrió el tiempo las mermas disminuyeron. Se apreció que en los tratamientos 2, 3 y 4 las mermas tendieron a ser menores que en el tratamiento testigo. En la Figura 2 se muestra el comparativo para la magnitud de las mermas del peso de la carcasa en los diferentes períodos de oreo.

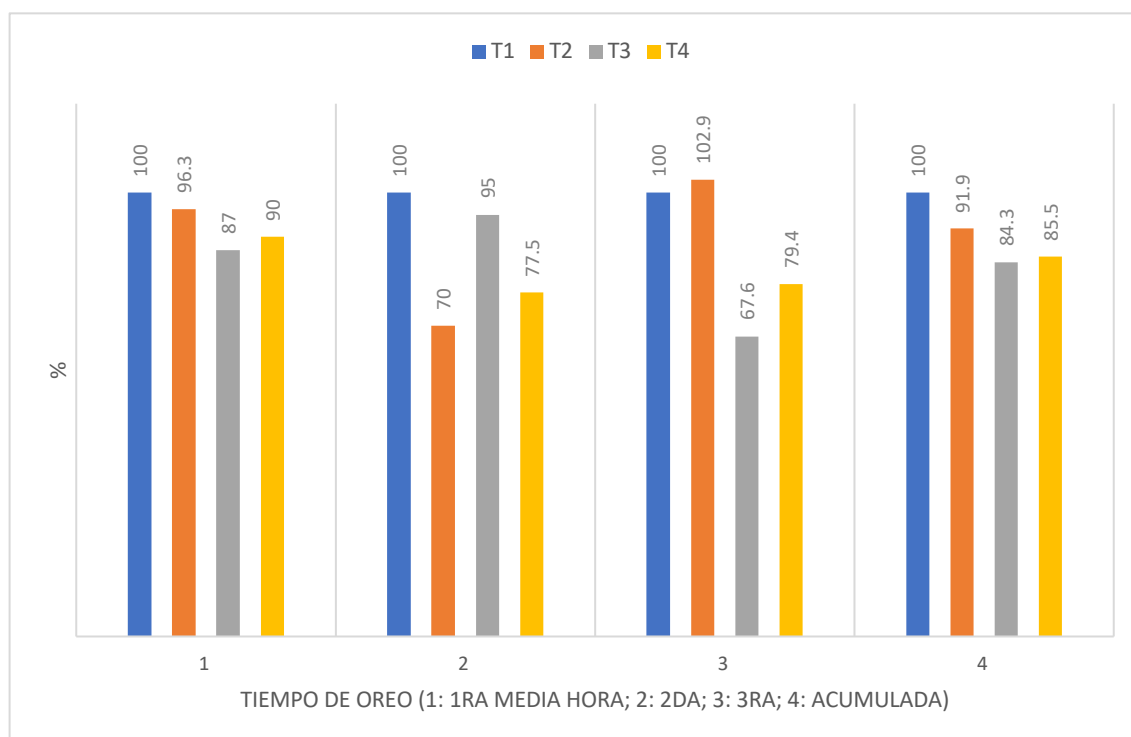


Figura 2. Comparativo para la magnitud de las mermas en el peso de la carcasa en los diferentes períodos de oreo

En la primera media hora de oreo, las mermas se redujeron en 3.7, 13 y 10% respectivamente para los tratamientos 2, 3 y 4 con relación al testigo; en la segunda media hora la reducción fue de 30, 5 y 22.5%, en el mismo orden de tratamientos; en la tercera media hora el tratamiento 2 presentó una merca 2.9% superior a la del testigo, pero los tratamientos 3 y 4 las mermas se redujeron en 32.4 y 20.6%; al considerar las mermas

acumuladas los tratamientos 2, 3 y 4 presentaron reducciones de 8.1, 15.7 y 14.5%, respectivamente en comparación al testigo. Estos resultados mostraron la importancia del empleo de los fitobióticos en la manifestación de esta variable.

Las mermas por oreo representan las pérdidas de peso de la carcasa; en el primer período tiende a ser mayor debido a la pérdida del agua de lavado, de los líquidos intersticiales y de la rotura de células; en tanto que en los períodos posteriores son debidas mayormente a la rotura celular. La reducción de las mermas debida a la presencia de los fitobióticos se explica por la acción antioxidante de éstos, ejerciendo una acción protectora de la pared celular; esta acción antioxidante ha sido reportada por diferentes investigadores (Singleton y Rossi, 1965; Whitehead *et al.*, 1995; Levine *et al.*, 1996; Duthie *et al.*, 1998) para los polifenoles contenidos en las especias.

Mermas de peso acumuladas del orden de 2% podrían parecer de escasa magnitud; sin embargo, cuando se tiene en consideración que son muchas las carcasas que se ven expuestas a esta acción podrían ser de considerable significación económica.

3.4. Conversión Alimenticia

En la Tabla 6 se presentan los resultados referentes a la conversión alimenticia de pollos de carne que recibieron cúrcuma y un producto comercial con extracto de tomillo y algarrobo europeo en la dieta, en reemplazo del APC.

Tabla 6. Conversión alimenticia de pollos de carne que recibieron cúrcuma y un producto comercial de extracto de tomillo y algarrobo europeo en el alimento en reemplazo del APC

Aspectos	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
Pollos	25	25	25	25
APC en el alimento	Sí	No	No	No
Cúrcuma, %	----	0.1	----	0.1
Producto comercial, %	----	----	0.1	0.1
Conversión alimenticia (kg/ período) en:				
Inicio	1.40	1.44	1.44	1.59
Crecimiento	1.55	1.56	1.52	1.52
Acabado	1.75	2.05	1.86	1.78
Acumulado	1.64	1.79	1.68	1.67
Con carcasa	2.01	2.01	1.94	1.86

El comportamiento de la conversión alimenticia, calculada con el incremento de peso vivo, no siguió un patrón definido; en algunos casos, por ejemplo, en el Crecimiento los tratamientos 3 y 4 fueron más eficientes que el testigo; en otros, como en el Inicio, los tratamientos 3 y 4 fueron más eficientes que el testigo; en otros, como en el Inicio, los tratamientos 2 y 3 fueron muy parecidos en eficiencia al testigo; en tanto que en el Acabado los tratamientos 2 y 3 fueron menos eficientes. Así, con los valores calculados para todo el proceso productivo, los tratamientos 3 y 4 fueron muy parecidos en eficiencia al testigo. En la Figura 3 se presenta el comparativo porcentual entre tratamientos para los diferentes períodos y el acumulado.

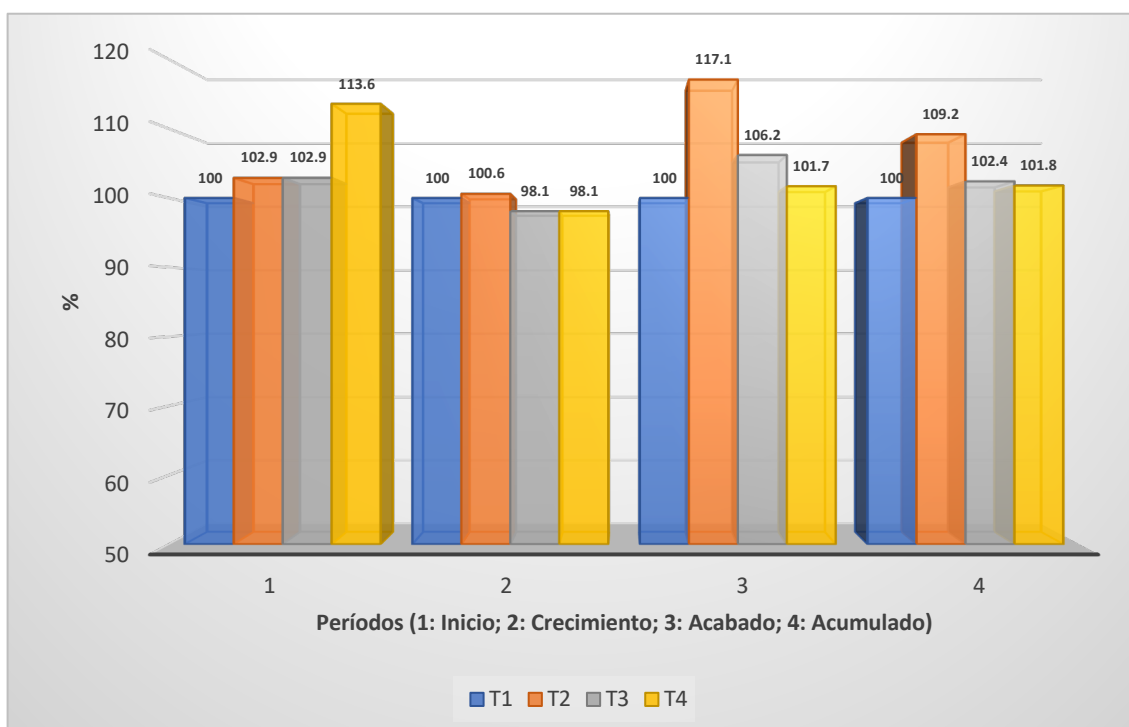


Figura 3. Comparativo porcentual entre tratamientos para conversión alimenticia dentro de períodos, con el peso vivo

Calculada la conversión alimenticia con el peso de la carcasa se determinó que el Testigo y el tratamiento 1 lograron valores similares, en tanto que los tratamientos 3 y 4 fueron más eficientes que el testigo en 3.5 y 7.5%, respectivamente; resultó evidente que la combinación del producto comercial (proveedor de tomillo y semillas de algarrobo europeo) y la cúrcuma mostraron efecto sinérgico (complementándose), superando considerablemente a los tratamientos 2 y 3, en que estuvieron solos.

En la Figura 4 se presenta el comparativo porcentual entre tratamientos para la conversión alimenticia calculada con el peso de la carcasa.

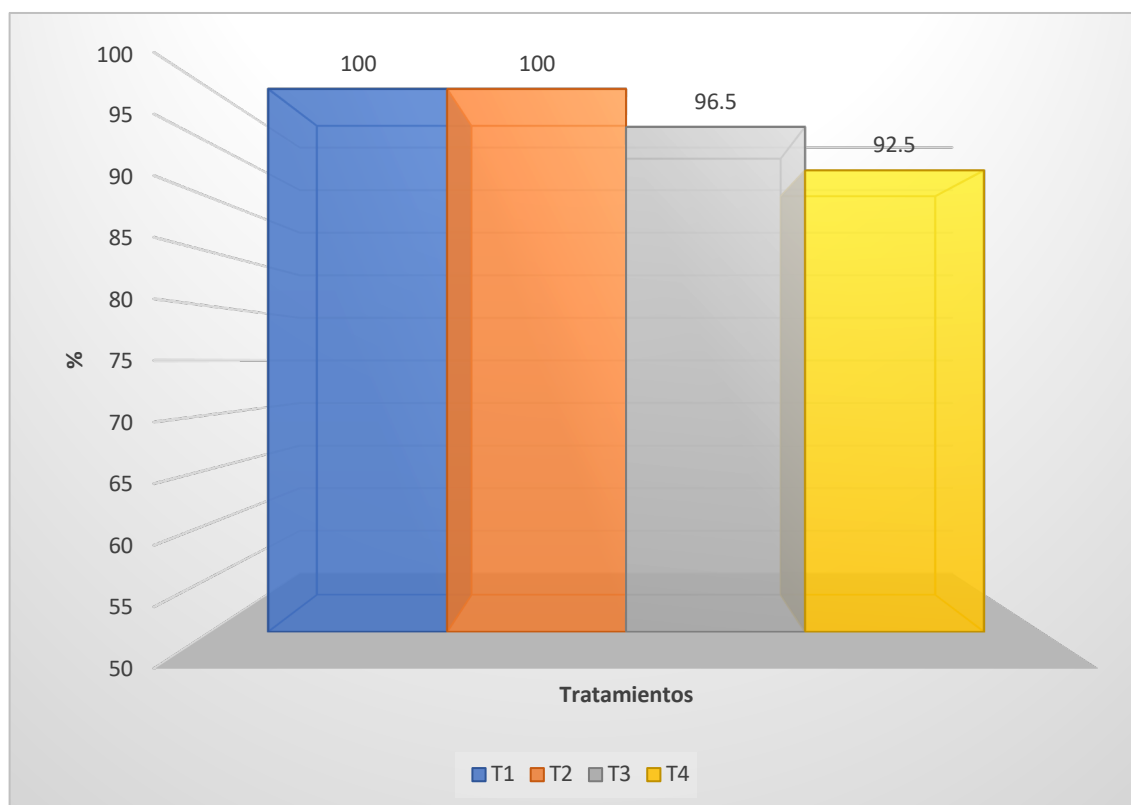


Figura 4. Comparativo porcentual entre tratamientos para conversión alimenticia calculada con el peso de carcasa

La combinación de tomillo y semillas de algarrobo europeo (producto comercial) ha mostrado efecto sinérgico en la producción del pollo de carne, como ha sido corroborado por Collantes (2017). Las propiedades interesantes de los componentes del tomillo han sido reportadas por una serie de investigadores (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) bajo diferentes circunstancias experimentales. Aun cuando su origen es del mediterráneo en la actualidad su distribución es cosmopolita, al punto que existe buena disponibilidad en casi todos los países del orbe y su empleo para aprovechar sus diferentes propiedades viene haciéndose desde hace miles de años (Estrada, 2010). Este fundamento teórico motivó a evaluar el empleo del producto comercial, que está constituido por tomillo, en la alimentación del

pollo de carne; sin embargo, el producto está, además, constituido por semillas de algarrobo europeo, debido a que en su composición existen principios prebióticos. Diferentes fuentes (Zunft *et al.*, 2001; Corsi *et al.*, 2002; Ahmed, 2010; Vekiari *et al.*, 2012; Roseiro *et al.*, 2013; Sebai *et al.*, 2013) indican que las vainas de algarrobo europeo poseen principios prebióticos, antioxidantes, inmuno-estimulantes, además de los clásicos principios nutricionales. Dada la complementariedad ya mencionada, en la concepción del presente ensayo se creyó conveniente determinar si ésta podría ser mejorada con la inclusión de cúrcuma, lo que ha ocurrido según los resultados de conversión alimenticia calculada con la carcasa.

Se dispone de información científica en la que se indica que las sustancias contenidas en los productos fitobióticos permitirían mayor síntesis de tejido muscular y menor de tejido graso; así mismo, que producirían una más rápida evacuación del intestino, tal que al calcular el rendimiento de carcasa este sería superior al logrado por el testigo, lo que podría explicar, al menos parcialmente, la mejor eficiencia de utilización del alimento para producir carcasa.

3.5. Mérito Económico

En la Tabla 7 se presentan los resultados referentes al mérito económico de pollos de carne que recibieron cúrcuma y un producto comercial con extracto de tomillo y algarrobo europeo en la dieta, en reemplazo del APC.

Como en el caso de la conversión alimenticia, el mérito económico calculado con el incremento de peso vivo no manifestó tendencias definidas; se puede apreciar que, en términos generales, el testigo fue más eficiente que los tratamientos que incluyeron los fitobióticos. En la Figura 5 se presenta el comparativo porcentual entre los tratamientos dentro de cada uno de los períodos y para el acumulado; en este último se apreció que el testigo fue más eficiente en 9.5, 4 y 3.5%, respectivamente para los tratamientos 2, 3 y 4.

Tabla 7. Mérito económico de pollos de carne que recibieron cúrcuma y un producto comercial de extracto de tomillo y algarrobo europeo en el alimento en reemplazo del APC

Aspectos	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
Pollos	25	25	25	25
APC en el alimento	Sí	No	No	No
Cúrcuma, %	----	0.1	----	0.1
Producto comercial, %	----	----	0.1	0.1
Gasto (s/.) por pollo en alimento durante:				
Inicio	0.800	0.843	0.871	0.894
Crecimiento	2.325	2.381	2.369	2.274
Acabado	4.080	4.057	4.093	4.120
Acumulado	7.205	7.281	7.333	7.288
Mérito económico en:				
Inicio	2.394	2.444	2.459	2.730
Crecimiento	2.466	2.499	2.432	2.458
Acabado	2.746	3.238	2.973	2.843
Acumulado	2.608	2.855	2.711	2.698
Con carcasa	3.202	3.222	3.123	3.008

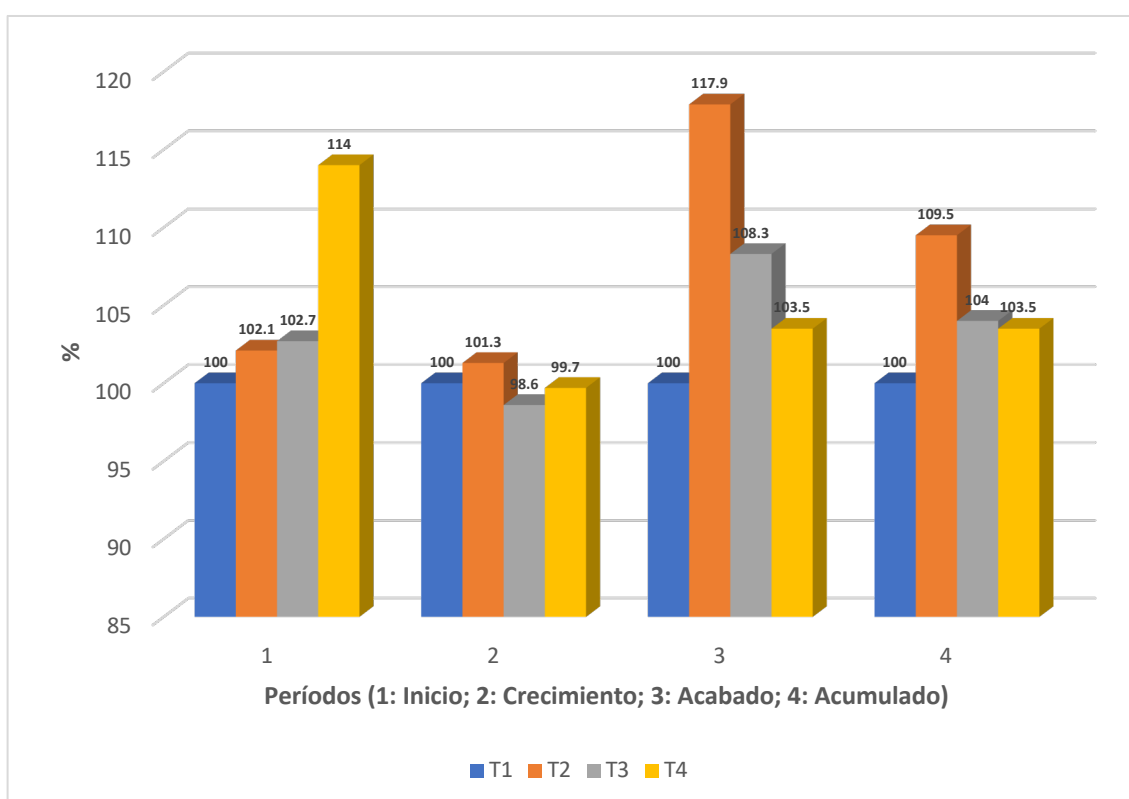


Figura 5. Comparativo porcentual entre tratamientos para mérito económico dentro de períodos, con el peso vivo

Realizada la estimación del mérito económico con el peso de carcasa se pudo determinar que los tratamientos 3 y 4 fueron más eficientes que el testigo en 2.5 y 6.1%, como se puede apreciar en la Figura 6.

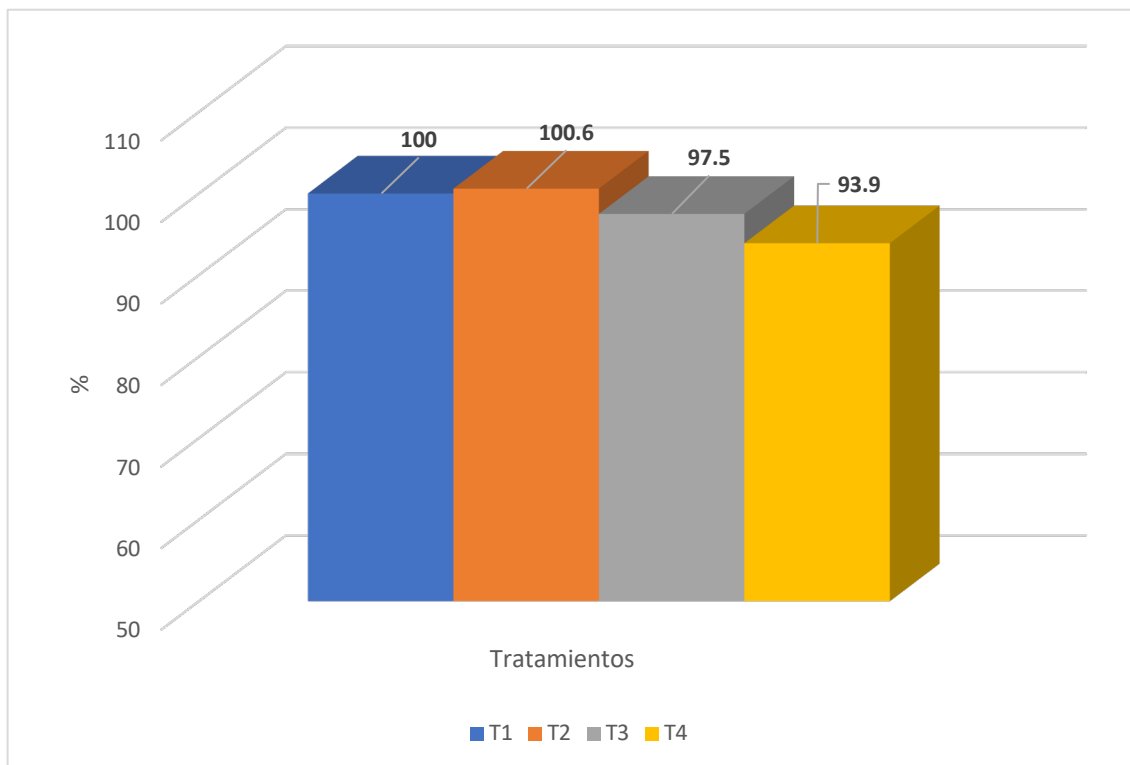


Figura 6. Comparativo porcentual entre tratamientos con el mérito económico calculado con el peso de carcasa

Como se indicó al discutir los resultados obtenidos con la conversión alimenticia, la presencia de los fitobióticos que habría permitido mayor síntesis de músculo y menor contenido intestinal también generó las condiciones para que se logre mayor eficiencia en el mérito económico.

Estos resultados son indicadores de la conveniencia del empleo de las especias en la producción del pollo de carne y, con respecto al desarrollo de las investigaciones, de incluir la evaluación del rendimiento de carcasa, toda vez que es esta el producto comercializable.

Las menores mermas obtenidas durante el oreo, la más eficiente conversión alimenticia y mérito económico obtenidos con la carcasa hacen recomendable el empleo de los fitobióticos.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se realizó el presente ensayo se llegó a las siguientes conclusiones:

1. La presencia de cúrcuma y del producto comercial proveedor de tomillo y semilla de algarrobo europeo no ejerció efecto sobre el consumo de alimento.
2. No se encontró diferencias significativas entre los tratamientos con los pesos corporales en los diferentes períodos del proceso productivo; con los incrementos de peso los tratamientos 2, 3 y 4 estuvieron por debajo del testigo, pero el tratamiento 4 (cúrcuma más producto comercial) sólo estuvo 2.2% por debajo.
3. El peso y rendimiento de carcasa mostraron una tendencia a mejorar con la presencia de los fitobióticos en el alimento; así mismo, las mermas por efecto del oreo en el peso de las carcasas tendieron a ser menores con los fitobióticos.
4. La conversión alimenticia calculada con los incrementos de peso vivo fue más eficiente con el tratamiento testigo (APC); sin embargo, cuando se calculó con el peso de la carcasa fue 7.5% mejor al combinar la presencia de cúrcuma y el producto comercial (Tratamiento 4).
5. El mérito económico siguió el mismo comportamiento que la conversión alimenticia.

RECOMENDACIONES

1. Emplear el producto proveedor de extractos de tomillo y de semillas de algarrobo europeo, sólo o en combinación con cúrcuma, por permitir mejor rendimiento de carcasa, menores mermas en el peso de la carcasa por efecto del oreo, mejor conversión alimenticia calculada con el peso de carcasa y mejor mérito económico.
2. Determinar el efecto de los fitobióticos sobre el sistema inmunológico de las aves y la integridad intestinal.
3. Estudiar el efecto sobre el grado de aceptación de la carne.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Adrianzén, E. (2000). Azafrán de la India (*Curcuma longa*) en la pigmentación del pollo de carne. Tesis Ing. Zoot. Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Adrianzén A., M. & Del Carpio, A. (2002). *Curcuma longa* en la pigmentación de pollos de carne. In: *Resúmenes*. XXV Reunión Científica Anual de la Asociación Peruana de Producción Animal. Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú. 74-83.
- Adrianzén 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 Ing. Zoot. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Aeschbach, R., Ölinger, J. L., Scott, B. C. (1994). Antioxidant actions of thymol, carvacrol, 6-gingerol, zingerone and hydroxytyrosol. *Food and Chemical Toxicology*, 32 (1): 31–36.
- Ahmed, M. M. (2010). Biochemical studies on nephroprotective effect of carob (*Ceratonia siliqua* L.) growing in Egypt. *Nature and Science*, 8: 41–47.^[SEP]
- Aldercreutz, H. & Mazur, W. (1997). Phyto-oestrogens and western diseases. *Ann. Med.* 29: 95–120.
- Alonso, J. (2004). Tratado de Fitofármacos y Nutraceuticos. 1a ed. Argentina. Pp. 928 - 230, 1037-1041.
- Arrieta, A., Mann, G., Gibaja, S., & Beyer, L. (1986). Síntesis de compuestos curcuminoideos. I. La síntesis del dianamoilmetano. *Boletín de la Sociedad Química del Perú*. Lima, Perú. 32-42.
- Arts, I. C., Hollman, P. C., & Kromhout, D. (1999). Chocolate as a source of tea flavonoids. *Lancet*, 354: 488.
- Avallone, R., Plessi, M., Baraldi, M., & Monzani, A. (1997). Determination of chemical composition of Carob (*Ceratonia siliqua*): Protein, fat, carbohydrates, and tannins. *Journal of Food Composition and Analysis*, 10: 166-172.
- Axelson, M., Sjövall, J., Gustafsson, B. E., & Setchell, K. D. R. (1982). Origin of lignans in mammals and identification of a precursor from plants. *Nature*, 298: 659 – 660.
- Baba, S., Furuta, T., Fujioka, M., & Goromaru, T. (1983). Studies on drug metabolism by use of isotopes. XXVII. Urinary metabolites of rutin in rats and role of intestinal microflora in the metabolism of rutin. *J. Pharm. Sci.*, 72: 1155 – 1158.
- Barrero, M. & Carreño, R. (1999). Evaluación histoquímica de los rizomas de cúrcuma cultivada en Venezuela. *Agronomía Tropical*, 49(3): 349 – 359.
- Barrero, M. & Carreño, R. (2000). Evaluación de los aceites esenciales de la cúrcuma cultivada en Venezuela. *Agronomía Tropical*, 50(1): 67 – 81.
- Batlle, I., & Tous, J. (1997). Carob Tree. *Ceratonia siliqua* L. Promoting the Conservation and Use of Underutilized and Neglected Crops. vol. 17. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- 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 Ing. Zoot. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Bokkenheuser, V. D., Shackleton, C. H. L., & Winter, J. (1987). Hydrolysis of dietary flavonoid glycosides by strains of intestinal *Bacteroides* from humans. *Biochemistry*, 248: 953 – 956.

- Bouzouita, N., Khaldi, A., Zgoulli, S., Chebil, R., Chekki, R., Chaabouni, M. M. (2006). The analysis of crude and purified locust bean gum: A comparison of samples from different carob tree populations in Tunisia. *Food Chemistry*, 101: 1508–1515.
- Braga, P. C., Dal Sasso, M., Culici, M., Bianchi, T., Bordoni, L., & Marabini, L. (2006). Anti-inflammatory activity of thymol: inhibitory effect on the release of human neutrophil elastase. *Pharmacology*, 77 (3): 130–136.
- Brand, E. (1984). Carob. *Nutrition and Food Science*, 91(6): 22–24.
- Bult, D., Herman, A. G., & Rampart, M. (1985). Modification of endotoxin-induced haemodynamic and haematological changes in the rabbit by methylprednisolone, F(ab')₂ fragments and rosmarinic acid. *Br. J. Pharmacol.*, 84:317-327.
- Bunge, M. (1972). La Investigación Científica, su Estrategia y su Filosofía. 2da edición. Ediciones Ariel. Barcelona, España.
- Cabieses, F. (1993). Apuntes de Medicina Tradicional. La racionalización de lo irracional. Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología. CONCYTEC. Lima, Perú. pp. 277-284.
- Chan, M. M., Ho, C. T., & Huang, H. I. (1995). Effects of three dietary phytochemicals from tea, rosemary and turmeric on inflammation-induced nitrite productions. *Cancer Lett.*, 96: 23-29.
- Chiroque M., A. (2005). Rendimiento de pollos de carne que reciben simbiótico y fitobióticos en la dieta, sin APC y sin coccidiostato. Tesis Ing. Zoot. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Clifford, M. N. (1996). Anthocyanins in foods. Symposium on Polyphenols and Anthocyanins as Food Colourants and Antioxidants. Brussels, Belgium, EU. pp. 1 – 19.
- Clifford, M. N. (1999). Chlorogenic acids and other cinnamates: nature, occurrence and dietary burden. *J. Sci. Food Agric.*, 79: 362 – 372.
- Clifford, M. N. & Scalbert, A. 2000. Ellagitannins, occurrence in food, bioavailability and cancer prevention. *J. Food Sci. Agric.* 80: 1118–1125.
- Collantes, C. (2017). Suplementación de extractos comerciales de Tomillo (*Thymus vulgaris*) y de semillas de *Ceratonia siliqua* en la dieta de pollos de carne según edad. Tesis Ing. Zoot. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Collin, M. A. & Charles, H. P. (1987). Antimicrobial activity of carnosol and ursolic acid: two anti-oxidant constituents of *Rosmarinus officinalis* L. *Food Microbiol.*, 4:311-315.
- Corsi, L., Avallone, R., Cosenza, F., Farina, F., Baraldi, C., & Baraldi, M. (2002). Antiproliferative effects of *Ceratonia siliqua* L. on mouse hepatocellular carcinoma cell line. *Fitoterapia*, 73: 674–684.
- 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 Ing. Zoot. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Curtis, A., Race, D., & Booth, B. (1998). Carob agroforestry in the low rainfall: A market and economic assessment. Publication No. 98/8. Australia: *Rural Industry Research and Development Corporation* (RIRDC).
- Das, N. P. & Griffiths, L. A. (1969). Studies on flavonoid metabolism. *Biochem. J.*, 115: 831.

- Déprez, S., Brézillon, C., Rabot, S., Philippe, C., Mila, I., Lapierre, C. P., & Scalbert, A. (2000). Polymeric proanthocyanidins are catabolized by a human colonic microflora into low molecular weight phenolic acids. *J. Nutr.* 130: 2733-2738.
- Ding, Z.; Kuhr, S., & Engelhardt, U. H. (1992). Influence of catechins and theaflavins on the astringent taste of black tea brews. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.*, 195: 108 – 111.
- Dionísio, M., & Grenha, A. (2012). Locust bean gum: Exploring its potential for biopharmaceutical applications. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, 4(3): 175–185.
- Durazzo, A., Turfani, V., Narducci, V., Azzini, E., Maiani, G., & Carcea, M. (2014). Nutritional characterization and bioactive components of commercial carobs flours. *Food Chemistry*, 153: 109-113.
- Duthie, G. G., Pedersen, M. W., Gardner, P. T., Morrice, P. C., Jenkinson, A. M., McPhail, D. B., & Steele, G. M. (1998). The effect of whisky and wine consumption on total phenol content and antioxidant capacity of plasma from healthy volunteers. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 52: 733 – 736.
- Essawi, T. & Srour, 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.
- Falla C., M. V. (2009). Acción productiva del Romero (*Rosmarinus officinalis*) incorporado en la dieta de pavos de carne. Tesis Ing. Zoot. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Gharnit, N., El Mtili, N., Ennabili, A., & Sayah, F. (2006). Pomological characterization of carob tree (*Ceratonia siliqua* L.) from the province of Chefchaouen (NW of Marocco). *Moroccan Journal of Biology*, 2–3, 1–11.
- Hafez, E. S. E. & Dyer, I. A. (1972). Desarrollo y Nutrición Animal. Acribia. Zaragoza, España.
- 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.
- Hertog, M. G. L., Hollman, P. C. H., & Katan, M. B. (1992). Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and 9 fruits commonly consumed in the Netherlands. *J. Agric. Food Chem.*, 40: 2379 – 2383.
- Hertog, M. G. L., Hollman, P. C. H., Katan, M. B., & Kromhout, D. (1993b). Estimation of daily intake of potentially anticarcinogenic flavonoids and their determinants in adults in the Netherlands. *Nutr. Cancer*, 20: 21 – 29.
- Hertog, M. G. L., Hollman, P. C. H., & van de Putte, B. (1993a). Content of potentially anticarcinogenic flavonoids in tea infusions, wine and fruit juices. *J. Agric. Food Chem.*, 41: 1242 – 1246.
- Ho, C.-T., Ferraro, T., Chen, Q., Rosen, R. T., & Huang, M. -T. (1994). Phytochemicals in teas and rosemary and their cancer preventive properties. In: Food Phytochemicals for Cancer Prevention. 2. (Ho, C.-T., T. Osawa, M.-T. Huang and R. T. Rosen., Eds.) American Chemical Society Symposium Series, 547. American Chemical Society. Washington, D.C. pp. 2-19.
- Hoefler, A. C. (2004). Hydrocolloids. In: Eagan press handbook series. St. Paul, Minnesota: Eagan Press.

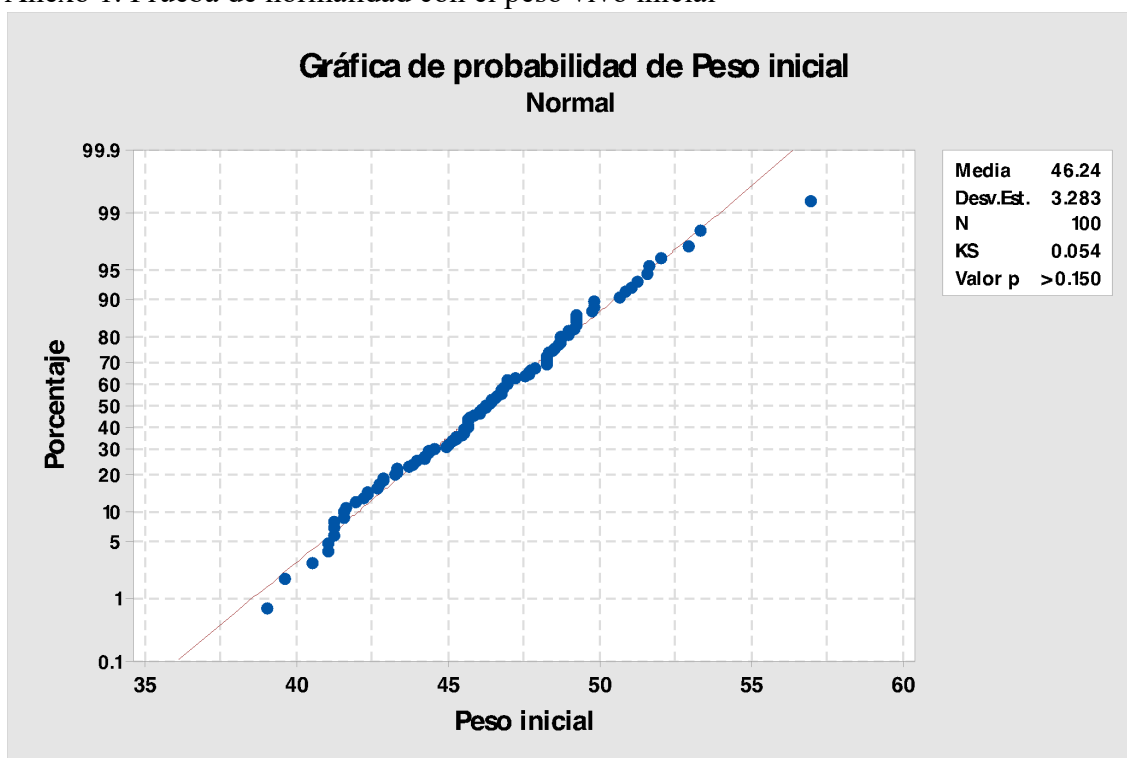
- Hsouna, A. B., Saoudi, M., Trigui, M., Jamoussi, K., Boudawara, T., Jaoua, S., & El Feki, E. (2011). Characterization of bioactive compounds and ameliorative effects of *Ceratonia siliqua* leaf extracts against CCl₄ induced hepatic oxidative damage and renal failure in rats. *Food and Chemical Toxicology*, 49: 3183-3191.
- Huang, M., Ho, C., Wang, Z. Y., Ferraro, T., Lou, Y., Stauber, K., Ma, W., Georgiadis, C., Laskin, J. D., & Conney, A. H. (1994). Inhibition of skin tumorigenesis by rosemary and its constituents carnosol and ursolic acid. *Cancer Res.* 54: 701–708.
- Hudaib, M., Speroni, E., Di Pietra, A. M., & 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.
- Ito, N., Fukushima, S., Hagiwara, A., Shibata, M., & Ogiso, T. (1983). Carcinogenicity of butylated hydroxyanisole in F344 rats. *J. Natl. Cancer Inst.*, 70: 343-352.
- Jang, M., Cai, L., Udeani, G. O., Slowing, K. V., Thomas, C. F., Beecher, C. W. W., Fong, H. H. S., Farnsworth, N. R., Kinghorn, A. D., Metha, R. G., & Pezzuto, J. M. (1997). Cancer chemopreventive activity of resveratrol, a natural product derived from grapes. *Science*, 275: 218 – 220.
- Kotrotsios, N. V., Christaki, E., Bonos, E., & Floru-Paneri, P. (2012). Dietary carob pods on growth performance and meat quality of fattening pigs. *Asian Australian Journal Animal Science*, 6: 880-885.
- Kroon, P. A., Faulds, C. B., Ryden, P., Robertson, J. A., & Williamson, G. (1997). Release of covalently bound ferulic acid from fiber in the human colon. *J. Agric. Food Chem.*, 45: 661 – 667.
- Lee, M. -J., Wang, Z. -Y., Li, H., Chen, L., Sun, Y., Gobbo, S., Balentine, D.A., & Yang, C. S. (1995). Analysis of plasma and urinary tea polyphenols in human subjects. *Cancer Epidemiol. Biomark. Prev.*, 4: 393 – 399.
- Levine, M., Conry-Cantilena, C., Wang, Y., Welch, R. W., Washko, P. W., Dhariwal, K. R., Park, J. B., Lazarev, A., Graumlich, J. F., King, J., & Cantilena, L. R. (1996). Vitamin C pharmacokinetics in healthy volunteers: evidence for a recommended dietary allowance. *Proc. Natl. Acad. Sci., USA*. 93: 3704 – 3709.
- Lo, A.-H., Liang, Y.-C., Lin Shiau, S.-Y., Ho, C.-T., & Lin, J.-K. (2002). Carnosol, an antioxidant in rosemary, suppresses inducible nitric oxide synthase through down-regulating nuclear factor- κ B in mouse macrophages. *Carcinogenesis*, 23 (6): 983-991.
- McDowell, L. R., Conrad, J. H., Thomas, J. E., & Harris, L. E. (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 Ing. Zoot. 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 Ing Zoot. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Mesa, M. D., Ramirez-Tortosa, M. C., Aguilera, C. M., Ramírez-Boscá, A., & Gil, A. (2000). Efectos farmacológicos y nutricionales de los extractos de *Curcuma longa* L. y de los curcuminoides. *Ars Pharmaceutica*, 41(3): 307 – 321.
- Miladi, H., Zmantar, T., Chaabouni, Y., Fedhila, K., Bakhrouf, A., Mahdouanni, K., Chaieb, K. (2016). Antibacterial and efflux pump inhibitors of thymol and carvacrol against food-borne pathogens, *Microbial Pathogenesis* (2016), doi: 10.1016/j.micpath.2016.08.008

- Miura, K., Kikuzaki, H., & 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.
- Morán, J. (2014). Romero (*Rosmarinus officinalis*) y Canela (*Cinnamomum zeylanicum*), en proporción 70: 30, en la dieta de pollos de carne. Tesis Ing. Zoot. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Newall, C. A. (1996). Herbal Medicines- A Guide for Health Care Professionals. The Pharmaceutical Press. London, UK.
- Neukom, H. (1988). Carob bean gum: properties and applications. In: P. Fito & A. Mulet (Ed.), *II International Carob Symposium* (pp. 551–555). Valencia, Spain.
- Nyerges, C. (1978). The chocolate that is good for you. *Organic Gardening*, 12: 122–126.
- Ostle, B. (1979). Estadística Aplicada. Limusa. México. 629 pp.
- Pérez, R. J. (2000). Azafrán de la India (*Curcuma longa*) en la pigmentación de patos criollos. Tesis Ing. Zoot. Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Purseglove, J. W., Brown, E. G., Green, C. L., & Robbins, S. R. J. (1981). Spices. Wiley and Longman. New York, USA:
- Rampart, M., Beetens, J. R., Bult, H., Herman, A. G., Parnham, M. J., & Winkelmann, J. (1986). Complement-dependent stimulation of prostacyclin biosynthesis: inhibition by rosmarinic acid. *Biochem. Pharmacol.*, 35: 1397-1400.
- Reinli, K. & Block, G. (1996). Phytoestrogen content of foods: a comparison of literature values. *Nutr. Cancer Int. J.*, 26: 123 – 148.
- Rizzo, V., Tomaselli, F., Gentile, A., La Malfa, S., & Maccarone, E. (2004). Rheological properties and sugar composition of locust bean gum from different carob varieties (*Ceratonia siliqua* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 7925–7930.
- Roseiro, L. B., Duarte, L. C., Oliveira, D. L., Roque, R., Bernardo-Gil, M. G., Martins, A. I., Sepúlveda, C., Almeida, J., Meireles, M., Gírio, F. M., & Rauter, A. P. (2013). Super-critical, ultrasound and conventional extracts from carob (*Ceratonia siliqua* L.) biomass: effect on the phenolic profile and antiproliferative activity. *Ind. Crop. Prod.* 47, 132–138.
- Rousseff, R. L., Martin, S. F., & Youtsey, C. O. (1987). Quantitative survey of marirutin, naringin, heperidin, and neohesperidin in *Citrus*. *J. Agric. Food Chem.*, 35: 1027 – 1030.
- Sandolo, C., Coviello, T., Matricardi, P., & Alhaique, F. (2007). Characterization of polysaccharide hydrogels for modified drug delivery. *European Biophysics Journal*, 36(7), 693–700.
- Santos-Buelga, C. & Scalbert, A. (2000). Proanthocyanidins and tannin-like compounds: nature, occurrence, dietary intake and effects on nutrition and health. *J. Food Sci. Agric.*, 80(7): 1094-1117.
- Scalbert, A. & 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.
- Schneider, H., Schwiertz, A., Collins, M. D., & Blaut, M. (1999). Anaerobic transformation of quercetin-3-glucoside by bacteria from the human intestinal tract. *Arch. Microbiol.*, 171: 81 – 91.

- Sebai, H., Souli, A., Chehimi, L., Rtibi, K., Amri, M., El-Benna, J., & Sakly, M. (2013). In vitro and in vivo antioxidant properties of Tunisian carob (*Ceratonia siliqua* L.). *J. Med. Plants Res.* 7 (2), 85–90.
- Singletary, K. W., & Nelshopen, J. M. (1991). Inhibition of 7,12-dimethylbenzanthracene- (DMBA) induced mammary tumorigenesis and of *in vivo* formation of mammary DMBA-DNA adducts by rosemary extract. *Cancer Lett.* 60: 169–175.
- Singleton, V. L. & Rossi, J. A. J. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.*, 16: 144 – 158.
- Sirvydis, V., Bobinienė, R., Priudokienė, V., & Vencius, D. (2003). Phytobiotics add value to broiler feed. *World Poultry – Elsevier*, 19(1): 16-17.
- Soliman, K. M. & Badlaa, R. I. 2002. Effect of oil extracted from some medicinal plants on different mycotoxigenic fungi. *Food and Chemical Toxicology*, 40 (11): 1669–1675.
- Suzuki, Y. & Furuta, H. (1988). Stimulation of guinea pig neutrophil superoxide anion-producing system with thymol. *Inflammation*, 12 (6): 575–584.
- Turnbull, L. A., Santamaria, L., Martorell, T., Rallo, J., & Hector, A. (2006). Seed size variability: From carob to carats. *Biology Letters*, 2: 397–400.
- Vásquez B., W. G. (2009). Rendimiento de pavos de carne con carnitina y poro (*Allium porrum*) en la dieta. Tesis Ing. Zoot. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Vekiari, A.S., Ouzounidou, G., Gork, G., Ozturk, M., & Asfi, M. (2012). Compositional changes of major chemical compounds in Greek carob pods during development. *Bull. Chem. Soc. Ethiop.* 26: 343–351.
- Velasco R., N. E. (2004). Rendimiento de patos criollos (*Cairina moschata*) en crecimiento que reciben canela (*Cinamomum zeylanicum*) y cúrcuma (*Curcuma longa*) en la dieta. Tesis Ing. Zoot. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Venturini, M. E., Blanco, D., & Oria, R. (2002). *In vitro* antifungal activity of several antimicrobial compounds against *Penicillium expansum*. *Journal of Food Protection*, 65 (5): 834–839.
- Wang, Y., Belton, S. B., Bridon, H., Garanger, E., Wellner, N., & Parker, M. L. (2001). Physicochemical studies of caroubin: A gluten like protein. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49: 3414–3419.
- Whitehead, T. P., Robinson, D., Allaway, S., Syms, J., & Hale, A. (1995). Effect of red wine ingestion on the antioxidant capacity of serum. *Clin. Chem.*, 41: 32 – 35.
- Wikipedia. (2019). *Ceratonia siliqua*. [es.wikipedia.org/wiki/Ceratonia_siliqua] [Accedido en junio de 2019].
- Williams, P. & Losa, R. (2001). The use of essential oils and their compounds in poultry nutrition. *World Poultry – Elsevier*, 17(04): 14 – 15.
- Yousif, A. K., & Alghzawi, H. M. (2000). Processing and characterization of carob powder. *Food Chemistry*, 69: 283–287.
- Zárate L., L. M. (2006). Niveles crecientes de canela y kióon en la dieta, sin APC, y de un bioestimulante en el agua de bebida y su efecto sobre el rendimiento en pollos de carne. Tesis Ing. Zoot. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Zunft, H. J. F., Lüder, W., Harde, A., Haber, B., & Graubaum, H. J. (2001). Carob pulp preparation for treatment of hypercholesterolemia. *Adv. Therap.* 18 (5): 230–236.

ANEXOS

Anexo 1. Prueba de normalidad con el peso vivo inicial



Anexo 2. Prueba de homocedasticidad con el peso vivo inicial

Método

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

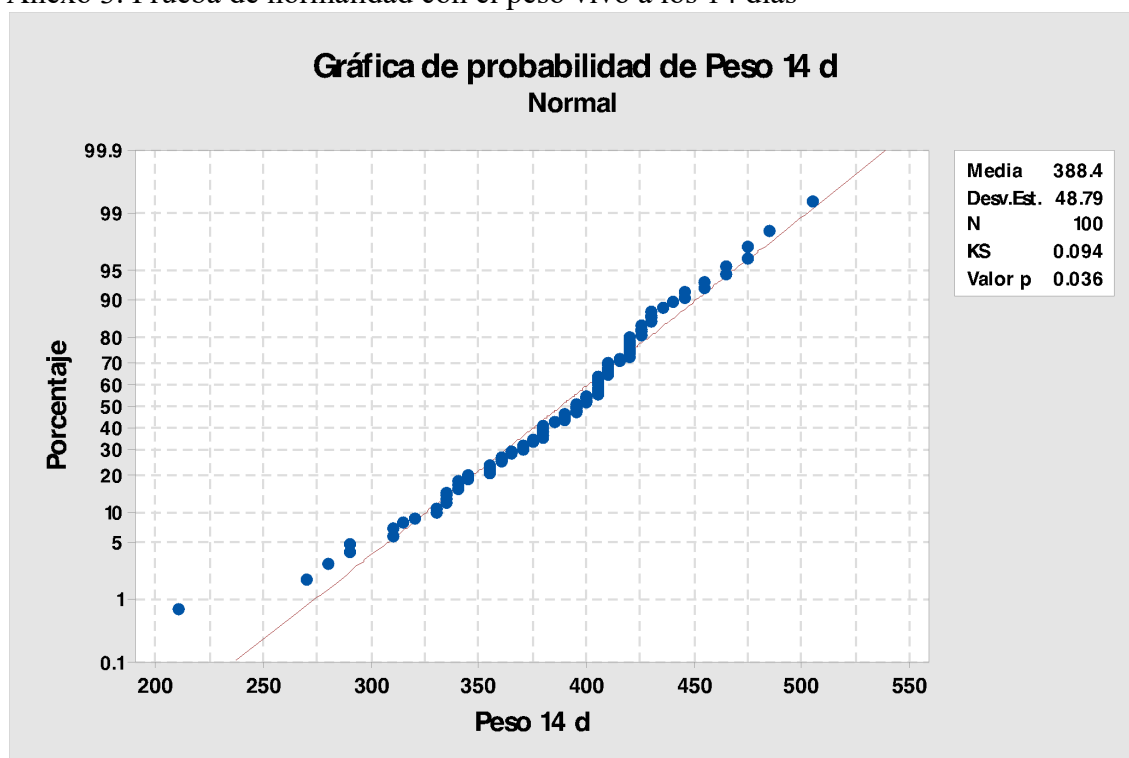
Tratamiento	N	Desv.Est.	IC
1	25	2.89040	(2.16019, 4.29671)
2	25	2.63944	(1.13449, 6.82240)
3	25	3.38731	(2.50922, 5.08026)
4	25	3.42363	(2.45602, 5.30219)

Nivel de confianza individual = 98.75%

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0.825
Levene	2.12	0.103

Anexo 3. Prueba de normalidad con el peso vivo a los 14 días



Anexo 4. Prueba de homocedasticidad con el peso vivo a los 14 días

Método

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

Tratamiento	N	Desv.Est.	IC
1	25	63.4678	(40.9408, 109.311)
2	25	32.2774	(22.2813, 51.948)
3	25	45.6463	(34.2753, 67.537)
4	25	47.0000	(32.3390, 75.890)

Nivel de confianza individual = 98.75%

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0.091
Levene	1.98	0.122

Anexo 5. Análisis de la varianza con el peso vivo a los 14 días

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Tratamiento	4	1, 2, 3, 4

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	11001	3667	1.57	0.203
Error	96	224702	2341		
Total	99	235703			

Resumen del modelo

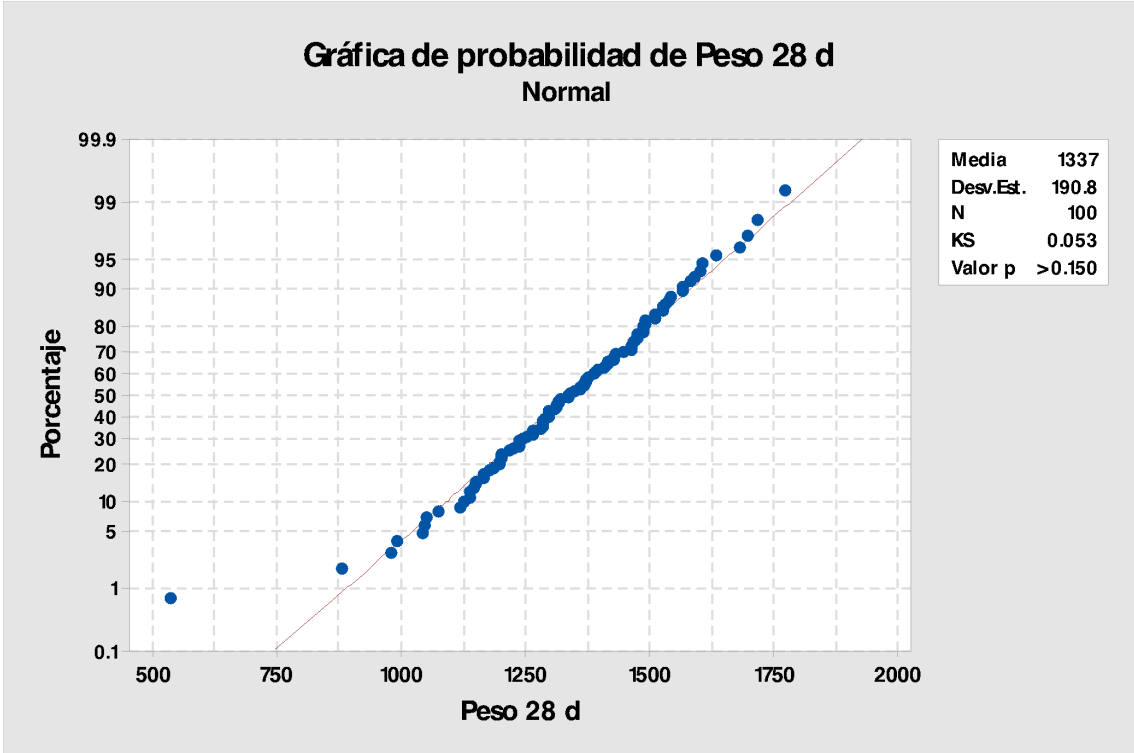
S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
48.3802	4.67%	1.69%	0.00%

Medias

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	25	383.6	63.5	(364.4, 402.8)
2	25	392.80	32.28	(373.59, 412.01)
3	25	402.60	45.65	(383.39, 421.81)
4	25	374.40	47.00	(355.19, 393.61)

Desv.Est. agrupada = 48.3802

Anexo 6. Prueba de normalidad con el peso vivo a los 28 días



Anexo 7. Prueba de homocedasticidad con el peso vivo a los 28 días

Método

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

Tratamiento	N	Desv.Est.	IC
1	25	237.556	(126.044, 497.420)
2	25	175.267	(133.549, 255.549)
3	25	162.948	(119.250, 247.374)
4	25	182.098	(131.146, 280.912)

Nivel de confianza individual = 98.75%

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0.693
Levene	0.28	0.837

Anexo 8. Análisis de la varianza con el peso vivo a los 28 días

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Tratamiento	4	1, 2, 3, 4

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	79012	26337	0.72	0.544
Error	96	3524718	36716		
Total	99	3603730			

Resumen del modelo

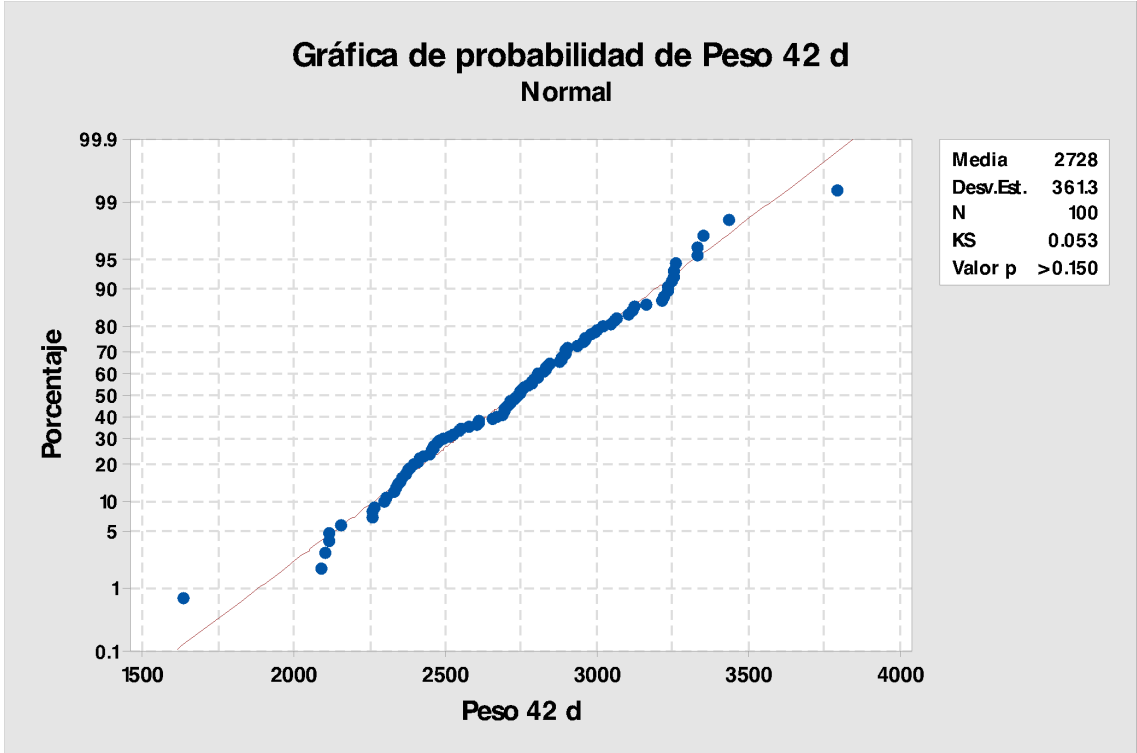
S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
191.614	2.19%	0.00%	0.00%

Medias

Tratamiento	N	Media	Desv. Est.	IC de 95%
1	25	1326.6	237.6	(1250.5, 1402.7)
2	25	1345.4	175.3	(1269.3, 1421.5)
3	25	1376.6	162.9	(1300.5, 1452.6)
4	25	1299.4	182.1	(1223.3, 1375.4)

Desv.Est. agrupada = 191.614

Anexo 9. Prueba de normalidad con el peso vivo a los 42 días de edad



Anexo 10. Prueba de homocedasticidad con el peso vivo a los 42 días de edad

Método

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

Tratamiento	N	Desv.Est.	IC
1	25	407.776	(241.552, 764.797)
2	25	314.311	(239.311, 458.638)
3	25	339.831	(259.295, 494.817)
4	25	362.961	(285.872, 511.990)

Nivel de confianza individual = 98.75%

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0.774
Levene	0.06	0.979

Anexo 11. Análisis de la varianza con el peso vivo a los 42 días de edad

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Tratamiento	4	1, 2, 3, 4

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	625179	208393	1.63	0.188
Error	96	12295160	128075		
Total	99	12920339			

Resumen del modelo

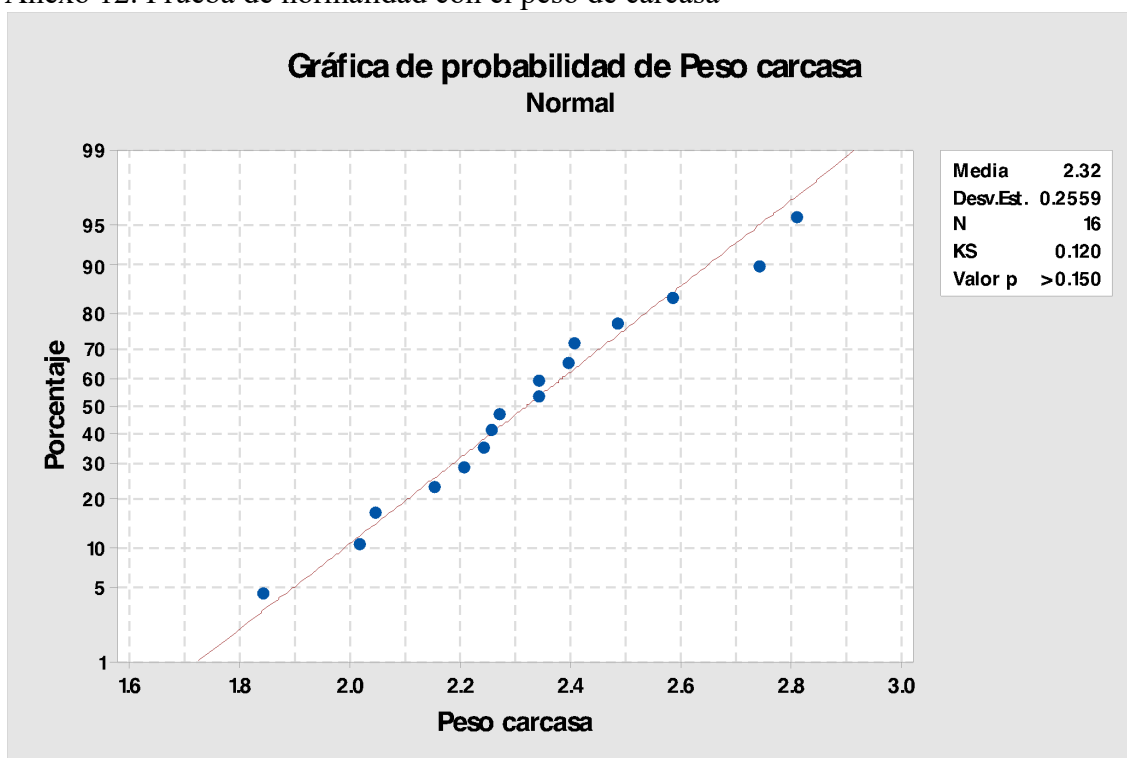
S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
357.875	4.84%	1.86%	0.00%

Medias

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	25	2812.2	407.8	(2670.1, 2954.3)
2	25	2598.2	314.3	(2456.1, 2740.3)
3	25	2753.4	339.8	(2611.3, 2895.5)
4	25	2748.6	363.0	(2606.5, 2890.7)

Desv.Est. agrupada = 357.875

Anexo 12. Prueba de normalidad con el peso de carcasa



Anexo 13. Prueba de homocedasticidad con el peso de carcasa

Método

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

Tratamiento	N	Desv.Est.	IC
1	4	0.109772	(0.0132922, 2.41376)
2	4	0.276948	(0.0631037, 3.23627)
3	4	0.407809	(0.0605865, 7.30875)
4	4	0.214223	(0.0227054, 5.38158)

Nivel de confianza individual = 98.75%

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0.235
Levene	1.76	0.208

Anexo 14. Análisis de varianza con el peso de carcasa

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Tratamiento	4	1, 2, 3, 4

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	0.07905	0.02635	0.35	0.790
Error	12	0.90285	0.07524		
Total	15	0.98190			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.274295	8.05%	0.00%	0.00%

Medias

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	4	2.2500	0.1098	(1.9512, 2.5488)
2	4	2.260	0.277	(1.961, 2.559)
3	4	2.347	0.408	(2.049, 2.646)
4	4	2.422	0.214	(2.124, 2.721)

Desv.Est. agrupada = 0.274295

Anexo 15. Análisis de varianza con el rendimiento de carcasa (arco-seno)

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Tratamiento	4	1, 2, 3, 4

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	5.076	1.692	1.21	0.348
Error	12	16.779	1.398		
Total	15	21.855			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
1.18249	23.22%	4.03%	0.00%

Medias

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	4	65.347	1.194	(64.059, 66.636)
2	4	66.345	1.403	(65.057, 67.633)
3	4	65.845	1.477	(64.557, 67.133)
4	4	66.8600	0.1329	(65.5718, 68.1482)

Desv.Est. agrupada = 1.18249

Anexo 16. Análisis de varianza con las mermas de peso de la carcasa por oreo en los primeros 30 minutos

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Tratamiento	4	1, 2, 3, 4

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	0.6235	0.2078	1.12	0.380
Error	12	2.2268	0.1856		
Total	15	2.8502			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.430770	21.87%	2.34%	0.00%

Medias

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	4	7.283	0.492	(6.813, 7.752)
2	4	7.137	0.211	(6.668, 7.607)
3	4	6.775	0.642	(6.306, 7.244)
4	4	6.905	0.209	(6.436, 7.374)

Desv.Est. agrupada = 0.430770

Anexo 17. Análisis de varianza con las mermas de peso de la carcasa por oreo en el segundo período de 30 minutos

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Tratamiento	4	1, 2, 3, 4

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	0.9301	0.3100	1.25	0.337
Error	12	2.9869	0.2489		
Total	15	3.9170			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.498909	23.74%	4.68%	0.00%

Medias

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	4	3.575	0.631	(3.031, 4.119)
2	4	2.987	0.411	(2.444, 3.531)
3	4	3.498	0.354	(2.954, 4.041)
4	4	3.158	0.551	(2.614, 3.701)

Desv.Est. agrupada = 0.498909

Anexo 18. Análisis de varianza con las mermas de peso de la carcasa por oreo en el tercer período de 30 minutos

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Tratamiento	4	1, 2, 3, 4

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	0.8397	0.2799	0.36	0.780
Error	12	9.2214	0.7685		
Total	15	10.0612			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.876615	8.35%	0.00%	0.00%

Medias

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	4	2.805	1.457	(1.850, 3.760)
2	4	3.313	0.712	(2.358, 4.267)
3	4	2.710	0.251	(1.755, 3.665)
4	4	2.933	0.618	(1.978, 3.887)

Desv.Est. agrupada = 0.876615

Anexo 19. Análisis de la varianza con las mermas acumuladas de peso de la carcasa

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Tratamiento	4	1, 2, 3, 4

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	1.320	0.4400	3.18	0.063
Error	12	1.659	0.1382		
Total	15	2.979			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.371817	44.31%	30.39%	1.00%

Medias

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	4	8.815	0.459	(8.410, 9.220)
2	4	8.438	0.257	(8.032, 8.843)
3	4	8.085	0.492	(7.680, 8.490)
4	4	8.1550	0.1857	(7.7499, 8.5601)

Desv.Est. agrupada = 0.371817