



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

**Proporciones crecientes de extracto comercial de tomillo (*Thymus vulgaris*) y
de semillas de algarrobo europeo (*Ceratonia siliqua*) en la dieta de pollos de
carne**

TESIS

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

INGENIERO ZOOTECNISTA

Por

Autor: Bach. Chamaya Fernández, Ronteufel

Asesor: Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr.
(ORCID id: 0000-0002-0236-1593)

**Lambayeque
PERÚ
10/01/2020**

Proporciones crecientes de extracto comercial de tomillo (*Thymus vulgaris*) y de semillas de algarrobo europeo (*Ceratonia siliqua*) en la dieta de pollos de carne

TESIS

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

INGENIERO ZOOTECNISTA

por

Autor: Chamaya Fernández, Ronteufel

**Sustentada y aprobada ante el
siguiente jurado**

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



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



**Ing. Corrales Rodríguez, Napoleón Dr. C.
Vocal**



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





00387

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS DEL BACHILLER EN INGENIERIA ZOOTECNIA RONTEUFEL CHAMAYA FERNANDEZ PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO ZOOTECNISTA.

En la ciudad de Lambayeque, siendo las 10:00 a.m. del día 10 de enero de 2020, en la Sala de Sustentaciones de la Facultad de Ingeniería Zootecnia de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo se reunieron los señores miembros del Jurado designados por Resolución N° 054-2018-FIZ/D, de fecha 13 de marzo de 2018, modificada por Resolución N° 124-2019-CF/FIZ, de fecha 21 de diciembre de 2019: Ing. Enrique Gilberto Lozano Alva, M.Sc. (PRESIDENTE), Ing. Rafael Antonio Guerrero delgado, M.Sc. (SECRETARIO), Ing. Napoleón Cortales Rodríguez, M.Sc. (VOCA), e Ing. Pedro Antonio del Campo Ramos, Dr. (PARTICIPANTE), encargados de recibir y dictaminar sobre el trabajo de tesis titulado "Proporciones crecientes de extracto comercial de romillo (*Thymus vulgaris*) y de semillas de algarrobo europeo (*Ceratonia siliqua*) en la dieta de pollos de carne", presentado por el Bachiller en Ingeniería Zootecnia Ronteufel Chamaya Fernández como requisito para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista, cuyo proyecto de tesis fue aprobado mediante Resolución N° 220-2018-FIZ/D, de fecha 20 de agosto de 2018.

Presentado y expuesto el trabajo de tesis, cuya sustentación fue autorizada por Resolución N° 005-2020-FIZ/D, de fecha 9 de enero de 2020; formuladas las preguntas por los miembros del jurado, dadas las respuestas por el sustentante y las aclaraciones del señor patrocinador; el jurado, luego de deliberar, acordó aprobar el trabajo de tesis con el calificativo de MUY BUENO, debiendo consignarse en el informe final las sugerencias dadas por el jurado durante la sustentación.

Por lo tanto el Bachiller en Ingeniería Zootecnia Ronteufel Chamaya Fernández se encuentra apto para recibir el título profesional de Ingeniero Zootecnista de acuerdo a la normatividad vigente.

Ing. Enrique Gilberto Lozano Alva, M.Sc. PRESIDENTE	Ing. Rafael Antonio Guerrero delgado, M.Sc. SECRETARIO	Ing. Napoleón Cortales Rodríguez, M.Sc. VOCA
Ing. Pedro Antonio del Campo Ramos, Dr. PARTICIPANTE		

CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr., asesor de tesis del bachiller Ronteufel Chamaya Fernández.

Titulada “**Proporciones crecientes de extracto comercial de tomillo (*Thymus vulgaris*) y de semillas de algarrobo europeo (*Ceratonia siliqua*) en la dieta de pollos de carne**”, luego de la revisión exhaustiva del documento he constatado que tiene un índice de similitud de 12%, verificable en el reporte de similitud del programa Turnitin.

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

Lambayeque, enero de 2021.



Dr. Pedro A. Del Carpio Ramos
DNI 16407252
Asesor



Bach. Ronteufel Chamaya Fernández
DNI 47809323
Autor

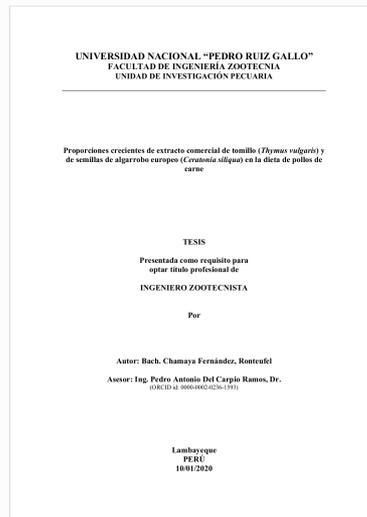


Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Ronteufel Chamaya Fernández
Título del ejercicio: Quick Submit
Título de la entrega: Tesis - Proporciones crecientes de extracto comercial de To...
Nombre del archivo: TESIS_RONTEUFEL_CHAMAYA.pdf
Tamaño del archivo: 2.19M
Total páginas: 83
Total de palabras: 20,613
Total de caracteres: 106,495
Fecha de entrega: 25-mar.-2022 11:10a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entre... 1792814493



Derechos de autor 2022 Turnitin. Todos los derechos reservados.

Dr. Pedro Antonio Del Carpio Ramos
Asesor

Tesis - Proporciones crecientes de extracto comercial de Tomillo (Thymus vulgaris) y de semillas de Algarrobo europeo (Ceratonia siliqua) en la dieta de pollos de carne.

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTE QUE CONTIENE COINCIDENCIAS



< 1%

★ **repositorio.utc.edu.ec**
Fuente de Internet

Excluir citas Activo
Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 10 words



Dr. Pedro Antonio Del Carpio Ramos
Asesor

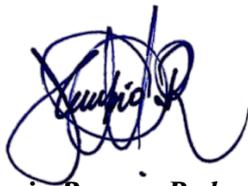
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Chamaya Fernández, Ronteufel, investigador principal, y Del Carpio Ramos, Pedro Antonio, asesor, del trabajo de investigación **Proporciones crecientes de extracto comercial de tomillo (*Thymus vulgaris*) y de semillas de algarrobo europeo (*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, enero de 2020.



Chamaya Fernández, Ronteufel



Del Carpio Ramos, Pedro Antonio

DEDICATORIA

A mis padres:

Ildebrando Chamaya Cieza y Margarita Fernández Sánchez, por que ellos han dado razón a mi vida; por sus consejos, su apoyo incondicional y su paciencia; todo lo que soy es gracias a ellos.

A mis hermanos:

Dolores, Juliana, Rosabel, Rosa Elita, Pelayo, Flor y Alicia, por su motivación en todo momento; más que hermanos, son mis verdaderos amigos.

A toda mi familia:

Por ser lo mejor y más valioso que Dios me ha dado.

AGRADECIMIENTO

A mi asesor de tesis, Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr. C.; por su tiempo, dedicación y paciencia en la realización de la investigación.

A mis hermanos, por confiar en mí a lo largo de la carrera profesional; en especial a mi hermana Alicia Chamaya Fernández, por su apoyo económico y moral.

A Analy Rafael Sánchez, por ser mi impulso constante en este proceso; por su apoyo y motivación.

Al Ing. Rafael Antonio Guerrero Delgado, M. Sc., por las facilidades prestadas para la realización de la fase de campo.

Proporciones crecientes de extracto comercial de tomillo (*Thymus vulgaris*) y de semillas de algarrobo europeo (*Ceratonia siliqua*) en la dieta de pollos de carne

Resumen

Bajo determinadas circunstancias los pollos de carne se ven expuestos a situaciones productivas difíciles (bajos pesos iniciales cuando provienen de gallinas jóvenes, estrés térmico, etc.) que pueden generar condiciones ambientales en las que se exacerbe la producción de radicales libres o de poblaciones bacterianas de tipo patógeno en el intestino, que propicien menores rendimientos de los esperados. Se realizó el presente ensayo para reemplazar al antibiótico promotor del crecimiento (APC) en la dieta por proporciones relativamente elevadas de un producto comercial proveedor de extractos de tomillo (*Thymus vulgaris*) y algarrobo europeo (*Ceratonia siliqua*) y determinar su efecto sobre el consumo de alimento, incremento de peso, rendimiento y mermas en el peso de la carcasa, conversión alimenticia, mérito económico, longitud (L) de vellosidades intestinales duodenales, profundidad (P) de criptas de Lieberkühn y relación L: P. Se evaluó los siguientes tratamientos: T₁, testigo; T₂, 0.15; T₃, 0.30 y T₄, 0.45% del producto en la dieta; sólo en el testigo se utilizó APC. Los resultados mostraron que el empleo del producto en la proporción de 0.3% tuvo efecto positivo sobre las variables evaluadas y es recomendable, sobre todo con pollitos de bajo peso inicial y expuestos a elevadas temperaturas ambientales durante el período productivo.

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

Increasing proportions of thyme (*Thymus vulgaris*) and European carob (*Ceratonia siliqua*) seeds commercial extract in the broiler chickens' diet

Abstract

Under certain circumstances, meat chickens are exposed to difficult productive situations (low initial weights when they come from young hens, thermal stress, etc.) that can generate environmental conditions in which the production of free radicals or bacterial populations pathogen type in the intestine, is exacerbated; which lead to lower yields than expected. The present trial was carried out to replace the growth-promoting antibiotic (GPA) in the diet by relatively high proportions of a commercial supplier of thyme extracts (*Thymus vulgaris*) and European carob (*Ceratonia siliqua*) and determine its effect on the consumption of food, weight gain, yield and shrinkage in carcass weight, food conversion, economic merit, length (L) of duodenal intestinal villi, depth (P) of Lieberkühn crypts and L: P ratio. The following treatments were evaluated: T₁, witness; T₂, 0.15; T₃, 0.30 and T₄, 0.45% of the product in the diet; APC was used only in the control. The results showed that the use of the product in the proportion of 0.3% had a positive effect on the evaluated variables and is recommended, especially with low initial weight chicks and exposed to high ambient temperatures during the productive period.

Key words: Thyme; European carob; Feeding; Broiler chickens.

ÍNDICE

N° Cap.	Título del Capítulo	N° Pág.
	Resumen/ Abstract	x
	INTRODUCCIÓN	01
I	ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO	04
	1.1. Tipo y Diseño de Estudio	04
	1.2. Lugar y Duración	05
	1.3. Tratamientos Evaluados	05
	1.4. Animales Experimentales (muestra)	05
	1.5. Alimento Experimental	05
	1.6. Instalaciones y Equipo	06
	1.7. Técnicas Experimentales	07
	1.8. Variables Evaluadas	08
	1.9. Evaluación de la Información	08
II	MARCO TEÓRICO	10
	2.1. Antecedentes Bibliográficos	10
	2.1.1. El tomillo (<i>Thymus vulgaris</i>) y el algarrobo europeo (<i>Ceratonia siliqua</i>)	10
	2.1.2. Los extractos de plantas	11
	2.1.3. Efectos biológicos de los EP	13
	2.1.4. Efectos de los EP (nutracéuticos) sobre la salud y Rendimiento animal	17
	2.2. Base Teórica	23
III	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
	3.1. Consumo de Alimento	24
	3.2. Peso e Incremento de Peso Vivo	26
	3.3. Peso, Rendimiento y Mermas de Carcasa	31
	3.4. Conversión Alimenticia	34
	3.5. Mérito Económico	37
	3.6. Longitud de Velloidades Intestinales y Profundidad de Criptas de Lieberkühn	39
	CONCLUSIONES	44
	RECOMENDACIONES	45
	BIBLIOGRAFÍA CITADA	46
	ANEXOS	54

ÍNDICE DE TABLAS

Nº	Título	Pág. Nº
1	<i>Composición porcentual de insumos de las raciones testigo según edades</i>	06
2	<i>Esquema del análisis de la varianza</i>	09
3	<i>Consumo de alimento de pollos de carne que recibieron proporciones crecientes de un producto comercial con extractos de tomillo y semillas de algarrobo europeo en el alimento en reemplazo del APC</i>	24
4	<i>Peso vivo y cambios en el peso vivo de pollos de carne que recibieron proporciones crecientes de un producto comercial con extractos de tomillo y semillas de algarrobo europeo en el alimento en reemplazo del APC</i>	26
5	<i>Peso, rendimiento y mermas en el peso de la carcasa de pollos de carne que recibieron proporciones crecientes de un producto comercial de extracto de tomillo y algarrobo europeo en el alimento en reemplazo del APC</i>	32
6	<i>Conversión alimenticia de pollos de carne que recibieron proporciones crecientes de un producto comercial de extracto de tomillo y algarrobo europeo en el alimento en reemplazo del APC</i>	34
7	<i>Mérito económico de pollos de carne que recibieron proporciones crecientes de un producto comercial de extracto de tomillo y algarrobo europeo en el alimento en reemplazo del APC</i>	37
8	<i>Longitud de vellosidades (L), profundidad de criptas (P) y relación L: P de pollos de carne que recibieron proporciones crecientes de un producto comercial de extracto de tomillo y algarrobo europeo en el alimento en reemplazo del APC</i>	39

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Título	Pág. N°
1	<i>Tendencia regresionada de los incrementos de peso vivo sobre los tratamientos en el Crecimiento</i>	27
2	<i>Tendencia regresionada de los incrementos de peso vivo sobre los tratamientos en el Acabado</i>	28
3	<i>Tendencia regresionada de los incrementos acumulados de peso vivo sobre los tratamientos</i>	29
4	<i>Comparativo porcentual entre tratamientos para la conversión alimenticia acumulada, con el peso vivo y con el peso de carcasa</i>	35
5	<i>Comparativo porcentual entre tratamientos para mérito económico Acumulado</i>	38
6	<i>Comparativo porcentual entre tratamientos para mérito económico obtenido con el peso de carcasa</i>	39
7	<i>Comparativo porcentual entre tratamientos para longitud de vellosidades, profundidad de criptas y relación L: P</i>	41

ANEXOS

N°	Título	Pág. N°
1	Prueba de normalidad con el peso inicial	54
2	Prueba de homogeneidad de varianzas con el peso inicial	54
3	Estadísticos descriptivos del peso inicial	55
4	Prueba de normalidad con los incrementos de peso en el Inicio	55
5	Prueba de homogeneidad de varianzas con los incrementos de peso en Inicio	55
6	Análisis de varianza con el incremento de peso en inicio	56
7	Prueba de normalidad para incremento de peso en Crecimiento	57
8	Prueba de homogeneidad de varianzas con el incremento de peso en crecimiento	57
9	Análisis de varianza con los incrementos de peso en el Crecimiento	58
10	Análisis de regresión incremento de peso crecimiento vs. Tratamientos	59
11	Prueba de normalidad para incremento de peso en acabado	60
12	Prueba de homogeneidad de varianzas con el incremento de peso en Acabado	60
13	Análisis de varianza con el incremento de peso en acabado	61
14	Análisis de regresión incremento de peso acabado vs. Tratamientos	62
15	Prueba de normalidad para incremento de peso acumulado	62
16	Prueba de homogeneidad de varianzas con el incremento de peso Acumulado	63
17	Análisis de varianza con el incremento de peso acumulado	63
18	Análisis de regresión incremento acumulado de peso vs. Tratamientos	64
19	Prueba de normalidad para longitud de vellosidades intestinales	65
20	Prueba de homogeneidad de varianzas para longitud de vellosidades intestinales	65
21	Análisis de varianza para longitud de vellosidades intestinales	66
22	Análisis de regresión longitud de vellosidades vs. Tratamientos	67
23	Prueba de normalidad para profundidad de criptas	68
24	Prueba de homogeneidad de varianzas para profundidad de criptas	68
25	Análisis de varianza con la profundidad de criptas	69
26	Prueba de normalidad para la relación longitud: profundidad	70
27	Prueba de homogeneidad de varianzas con la relación longitud: Profundidad	70
28	Análisis de varianza para la relación longitud: profundidad	71

INTRODUCCIÓN

La producción avícola cada vez más se está encaminando hacia la obtención de productos orgánicos y seguros para la salud de los consumidores, dentro de esta tendencia ya no es sostenible la utilización de antibióticos promotores del crecimiento (APC); aun cuando con ellos se llegó a la obtención de producciones tan elevadas como nunca antes se había visto. Dejar de emplearlos implica determinar una alternativa que permita sostener tales producciones.

Se han desarrollado productos comerciales en los que se combinan dos o más especies vegetales que han mostrado acción bactericida o bacteriostática, además de poseer efecto anti-oxidante, anti-inflamatorio y abastecer de prebióticos, entre otras acciones; sin embargo, es necesario validar su efecto no sólo sobre el aspecto productivo sino también sobre la carcasa obtenida y explicar el porque de su efecto sobre la producción de los pollos de carne.

La situación problemática, en la que se encuadra el presente trabajo de investigación, indica que la alta densidad de crianza y el elevado consumo de los alimentos altamente nutritivos destinados a los pollos de carne generan las condiciones ideales para la generación de radicales libres o un incremento de las poblaciones bacterianas de tipo patógeno que existen en el intestino de los pollos de carne, tal situación atentaría en contra del rendimiento y calidad de vida de los animales; debido a que ya no debe utilizarse APC es necesario determinar una alternativa para controlar la flora intestinal y atrapar radicales libres para continuar obteniendo elevados rendimientos.

El tomillo y el algarrobo europeo, entre otras especies vegetales, han demostrado poseer acción de control de las poblaciones de bacterias negativas y otras propiedades a favor del organismo y del rendimiento. Siendo necesario evaluarlos para determinar el

grado de su efecto no sólo sobre el rendimiento sino sobre algunas características de la carcasa y determinar alguna razón que explique su efecto.

Habiéndose definido al rendimiento como el incremento de peso, conversión alimenticia, mérito económico, rendimiento de carcasa, pérdida de peso de la carcasa e integridad del epitelio intestinal, y existiendo en el mercado un producto comercial que combina extractos de tomillo y de semillas de algarrobo europeo se consideró pertinente preguntar: ¿podrá evaluarse y explicarse el rendimiento de los pollos de carne con la utilización de un producto comercial que contiene extractos de tomillo y de semillas de algarrobo europeo, en proporciones superiores a las recomendadas por el fabricante, en la dieta, sin emplear APC?

Se consideró la siguiente hipótesis: La utilización de una combinación comercial de Tomillo y de semillas de algarrobo europeo, en proporciones superiores a las recomendadas por el fabricante, en la dieta de pollos de carne, permitirá evaluar su efecto sobre diferentes indicadores del rendimiento a través de un ensayo de alimentación reemplazando al APC.

Se consideró el siguiente **objetivo general**:

Determinar y evaluar el rendimiento de pollos de carne que reciben un producto comercial proveedor de tomillo y algarrobo europeo a través de la dieta, en proporciones superiores a las recomendadas por el fabricante, sin emplear APC.

Con los siguientes **objetivos específicos**:

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

6. Determinar y evaluar eficiencia económica del alimento;
7. Determinar y evaluar la longitud de las vellosidades intestinales y la profundidad de las criptas de Lieberkühn.

I. ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO

1.1. Tipo y Diseño de Estudio

El presente estudio es cuantitativo-propositivo. Las definiciones y explicaciones para cada clasificación se han tomado de Hernández *et al.* (2010).

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.

Para Bunge (1972) una investigación se considera propositiva porque plantea propuestas para solucionar el problema.

Así mismo, el diseño del estudio correspondió al Experimental. Según Hernández *et al.* (2010) la investigación experimental 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 qué 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.

1.2. Lugar y Duración

El ensayo se realizó en el galpón demostrativo de la Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”, en Lambayeque; y tuvo una duración efectiva de 42 días.

1.3. Tratamientos Evaluados

Se evaluó los siguientes tratamientos:

T₁: Testigo con APC

T₂: Dieta con 0.15% de producto comercial, sin APC

T₃: Dieta con 0.30% de producto comercial, sin APC

T₄: Dieta con 0.45% de producto comercial, sin APC

1.4. Animales Experimentales (muestra)

Se empleó 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, trasladados a Chiclayo mediante transporte terrestre.

1.5. Alimento Experimental

Para el tratamiento testigo se preparó raciones similares en contenido de proteína y energía metabolizable, formuladas para aportar 21.5% 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 se presentan en la Tabla 1. Para los tratamientos 2, 3 y 4, en las mismas fórmulas se reemplazó el maíz en

la misma proporción en que se incluyó el producto comercial, debido a la baja proporción se asumió que no afectó el balance de energía y proteína.

Tabla 1. Composición porcentual de insumos de las raciones testigo según edades

Edad, días:	01-14	15-28	29-42
	-----	-----	-----
Insumos	T1	T1	T1
Maíz Amarillo	53.65	55.65	57.65
Soja, torta	37.00	35.00	32.00
Aceite vegetal	01.50	01.50	02.00
Trigo, afrecho	01.00	01.00	03.00
Arroz, polvillo	02.52	03.29	02.29
Fosfato di-cálcico	01.60	01.30	01.10
Carbonato de calcio	01.30	01.00	00.80
Pre-mezcla	00.25	00.20	00.15
Sal común	00.35	00.30	00.33
Bio-Mos	00.10	00.10	00.10
DL-Met	00.30	00.25	00.20
L-Lis	00.10	00.08	00.05
Toxibond Pro	00.10	00.10	00.10
Sintox	00.05	00.05	00.05
Mold Zapp	00.05	00.05	00.05
Selplex	00.02	00.02	00.02
Allzyme SSF	00.06	00.06	00.06
Zinc Bacitracina	00.05	00.05	00.05
Aporte* estimado de:			
Proteína, %	21.42	20.80	19.80
EM, Mcal/Kg.	03.17	03.23	03.27

* Según McDOWELL *et al.* (1974).

El producto comercial evaluado se comercializa con el nombre de Dysantic® producido por la firma Dr Bata® Ltd (Biotechnology in Feeding), para el que 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 cascarilla de arroz.
- Comederos tipo tolva y bebederos tipo sifón.

- Balanza tipo reloj.
- Balanza electrónica, con una precisión de 1 g.
- Cintas de plástico.
- Planillas de registros para pesos corporales, suministro y residuo de alimento.
- Equipo para degüello, escaldado y eviscerado.
- Además del equipo típico de una granja avícola.

1.7. Técnicas Experimentales

Hechos los corrales se procedió a su limpieza y desinfección (barrido, flameado, aplicación de una desinfectante con glutaraldehído y amonio cuaternario); se colocó la cascarilla de arroz y se implementó un vacío sanitario. Los primeros diez días de crianza 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 (el producto se combinó con los insumos menores de la fórmula en un kilo de maíz y progresivamente se incorporó el resto de insumos) para procurar mezclado homogéneo; fue suministrado en cantidades pesadas pero suficientes para lograr consumo *ad libitum*; la cantidad consumida se determinó por diferencia entre lo ofrecido y el residuo.

Para determinar el rendimiento de carcasa se sacrificó cuatro pollos (tomados al azar) de cada tratamiento. Se tomó, también al azar, una carcasa de cada tratamiento y se sometieron a oreo por dos horas y se pesaron al inicio y cada treinta minutos para determinar las pérdidas de peso por efecto del oreo.

Se tomó muestras del intestino delgado (duodeno) y llevaron al laboratorio de patología de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Antenor Orrego, en Trujillo, donde se procesaron mediante el método histológico convencional para tejidos fijados (Anexo) y poder determinar la longitud de vellosidades intestinales y profundidad de criptas de Lieberkühn.

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.
- Peso y rendimiento de carcasa, g y % [(peso de carcasa/ peso vivo antes del sacrificio) x 100].
- Mermas por oreo en la carcasa, %.
- Conversión alimenticia, (Kilos de alimento consumido/ kilos de peso incrementado).
- Mérito económico (dinero gastado en alimento/ kg de peso vivo incrementado).
- Longitud de vellosidades intestinales, um.
- Profundidad de criptas de Lieberkühn, um.

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 (Ostle, 1979):

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

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).

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 iniciales y los incrementos de peso.

Se aplicó el análisis de la varianza del diseño irrestrictamente al azar, cuyo esquema se presenta en la Tabla 2.

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	$\sum y^2$	$tr = 99$		

Sólo cuando el valor de F resultó significativo se aplicó la prueba de recorrido múltiple de Tukey y se procedió al análisis de regresión lineal, cuadrático y cúbico para determinar la tendencia de los incrementos de peso en función de las proporciones del producto comercial.

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

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Bibliográficos

2.1.1. El tomillo (*Thymus vulgaris*) y el algarrobo europeo (*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 antitusígeno. 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 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).

2.1.2. Los extractos de plantas

Diferentes autores indican que los extractos de plantas (EP) se han utilizado en gran medida para la nutrición y la mejora de la salud humana. En la actualidad, se conocen miles de EP, cientos de los cuales son comercialmente importantes, especialmente para las industrias farmacéutica, agronómica, alimentaria, sanitaria, cosmética y de perfumes. Los extractos vegetales son de interés potencial debido a su efecto antiviral, antimicrobiano, antioxidante, antiinflamatorio y otros efectos biológicos (Baydar *et al.*, 2004; Lee *et al.*, 2004; Sökmen *et al.*, 2004; Sosa *et al.*, 2005; Dundar *et al.*, 2008).

Estas propiedades documentadas de los EP pueden conducir a la capacidad de utilizarlos, en lugar de antibióticos, en las dietas para mejorar el rendimiento y la salud de los animales. Varios estudios han revisado bien los aceites esenciales y sus efectos biológicos, tanto *in vitro* e *in vivo*, habiendo demostrado que pueden mejorar la salud animal a través de varios mecanismos, como la supresión directa de la proliferación de patógenos, la alteración de las poblaciones microbianas intestinales y la mejora de las funciones inmunitarias (Lee *et al.*, 2004; Pettigrew, 2006; Stein y Kil, 2006; Calsamiglia *et al.*, 2007; Bakkali *et al.*, 2008).

Los EP son los responsables del olor y el color de las plantas, y están constituidos de más de cien componentes individuales. Se describen como metabolitos secundarios de plantas y pueden obtenerse de forma natural a partir de partes de materiales vegetales, como flores, brotes, semillas, hojas, ramas, corteza, madera, frutas y raíces. Se indican cuatro métodos comúnmente usados para extraer los EP, la destilación de vapor, la maceración, el prensado en frío y la extracción con solvente (Kerrola, 1995). Por otra parte, los EP pueden sintetizarse directamente. Están en dos formas diferentes, aceite

líquido y polvo sólido. A muchos de los aceites que conforman los EP se les denomina aceites esenciales (AE), son compuestos mixtos de aceite con variables composiciones y concentraciones químicas de compuestos individuales dependiendo de las plantas y los métodos de extracción; muchos son insolubles en agua (Lee *et al.*, 2004).

Muchos de los EP extraídos de plantas, verduras, o flores no son puros; es decir, los EP pueden contener entre 20 a 60 componentes en concentraciones muy diferentes. Los componentes principales pueden constituir hasta 85% de los AE, en tanto que otros pueden representar sólo trazas. Así, se ha reportado que la concentración de timol en *Origanum vulgare* puede variar desde trazas hasta 64%; en el caso de *Thymus vulgaris* desde 10 a 64%. Así mismo, se ha indicado que otro componente predominante, el carvacrol, puede variar desde trazas hasta 80% en *Origanum vulgare* y de 2 a 11% en *Thymus vulgaris*. Para el caso de cinnamaldehído, un componente principal del AE de canela, se han mencionado cantidades de aproximadamente 60 a 75% del aceite total. En consecuencia, debido a la gran variabilidad en la composición, los efectos biológicos de los diferentes lotes de este AE pueden diferir (Lawrence y Reynolds, 1984; Duke, 1986; Lens-Lisbone *et al.*, 1987; Burt, 2004; Surburg y Panten, 2006).

Básicamente, los extractos de plantas están constituidos de dos clases de compuestos, los terpenos y fenilpropanos. Los **terpenos** están constituidos de combinaciones de varios isoprenos, unidades de cinco carbonos de base. La bio-síntesis de los terpenos se realiza principalmente a través de la ruta del ácido mevalónico; descrita en forma breve, tres unidades de acetato forman 3-hidróxi-3-metilglutaril-CoA (HMG-CoA), el que es convertido a ácido mevalónico por el enzima HMG-CoA reductasa, el ácido mevalónico puede ser convertido a isopentenil-1-5-pirofosfato (IPP) y dimetilalil-PP (DMAPP), los que entonces se combinan en la proporción molar 1:1 para generar al precursor de los mono terpenos, el geranil pirofosfato (GPP). Se ha determinado que los

mono terpenos (C_{10}) son las moléculas más representativas que constituyen el 90% de los AE y permiten una gran variedad de estructuras; el timol y el carvacrol se sintetizan a partir de GPP y se clasifican como productos mono terpenos. La adición repetitiva de unidades IPP a DMAPP pueden formar los precursores de varias clases de terpenos, tales como C_{15} , C_{20} , C_{30} (Bakkali *et al.*, 2008; Mizioroko, 2011). Los **fenilpropanos** son sintetizados a través de la ruta del ácido siquímico, que produce al aminoácido aromático fenilalanina; luego este aminoácido puede ser trans configurado a ácido cinámico y ácido p-cumárico. Los compuestos fenilpropano más importantes son el eugenol, el trans-cinnamaldehído, y la capsaicina (Seigler, 1998; Wilson *et al.*, 1998; Herrmann y Weaver, 1999).

2.1.3. Efectos biológicos de los EP

Efectos antimicrobianos. A lo largo del tiempo se ha reconocido la actividad antimicrobiana de los extractos de plantas, tanto por la sabiduría popular y, en la actualidad, por la investigación científica. En varios extractos se ha observado un amplio espectro de actividad antibacteriana, tanto contra bacterias gram-positivas como gram-negativas, incluyendo *Salmonella*, *Stafilococcus*, *Klebsiella*, *Proteus*, *Bacillus*, *Clostridium* y *Micobacterium*; además de estas propiedades antibacterianas de los EP o de sus componentes también han exhibido propiedades anti fungales, antiparasitaria, antiviral y anti toxigénica (Bishop, 1995; Hammer *et al.*, 1999; Dorman y Deans, 2000; Pandey *et al.*, 2000; Ultee y Smid, 2001; Pessoa *et al.*, 2002; Moon *et al.*, 2006; Pinto *et al.*, 2006; Abed, 2007; Wong *et al.*, 2008; Garozzo *et al.*, 2009).

En primer lugar, la hidrofobicidad de los EP permite la división al interior de los lípidos de la membrana celular bacteriana y las mitocondrias, alterando las estructuras y haciéndolas más permeables; esta mayor permeabilidad de la membrana ocasiona el escape de materiales intracelulares críticos lo que, finalmente, conduce a la muerte de la

célula (Juven *et al.*, 1994; Helander *et al.*, 1998; Knobloch *et al.*, 1989; Carson *et al.*, 2002; Burt, 2004; Xu *et al.*, 2008).

En segundo lugar, las propiedades estructurales, como la presencia de los grupos funcionales y la aromaticidad también son responsables de la actividad antibacteriana de la EP. Los compuestos que poseen las propiedades antibacterianas más fuertes, como carvacrol, eugenol y timol, a menudo contienen un alto porcentaje de compuestos fenólicos; en general, se considera que los fenólicos alteran la membrana citoplasmática, alterando la fuerza motriz del protón, el flujo de electrones, el transporte activo y la coagulación del contenido celular (Farang *et al.*, 1989; Bowles y Miller, 1993; Helander *et al.*, 1998; Dorman y Deans, 2000; Lambert *et al.*, 2001; Burt, 2004).

En tercer lugar, los extractos de plantas ejercen actividad antibacteriana a través de la modificación de los sistemas enzimáticos de las bacterias. Se ha indicado que la alicina, el principal componente activo en el ajo, puede reaccionar rápidamente con los grupos tiol de ciertos enzimas de los microorganismos y, subsiguientemente, inhibir su actividad enzimática. La inhibición de los sistemas enzimáticos, dependientes de tiol, puede bloquear la virulencia del microbio e, incluso, ser letal para el microorganismo; así mismo, se ha reportado que el carvacrol puede prevenir el desarrollo de los flagelos en *E. coli* O157:H7, que son críticos para la adhesión en las membranas del epitelio intestinal (Ankri y Mireman, 1999; Burt *et al.*, 2007).

Efectos antiinflamatorios. En el desarrollo de enfermedades inflamatorias están involucrados una variedad de mediadores inflamatorios, incluyendo al factor de necrosis tumoral (TNF)- α y el IL-1 β . En un ensayo se concluyó que los AE de los brotes de *C. operculatus* poseen potenciales efectos antiinflamatorios debido a la inhibición de la expresión y secreción de TNF- α e IL-1 β a partir de células RAW 264.7 inducidas por lipo-polisacáridos (LPS). Otros ensayos demostraron que el eugenol, el aceite del árbol

del té y el extracto de ajo pueden inhibir la secreción tanto de TNF- α como de IL-1 β . Así mismo, se ha indicado que otra importante molécula involucrada en la defensa inmune es el óxido nítrico (ON), que es producido por los macrófagos a través de la actividad del enzima óxido nítrico sintetasa (ONS); una alta concentración de ON se asocia con enfermedades inflamatorias. Otros estudios reportaron que el cinnamaldehído y el eugenol fueron capaces de suprimir la liberación de ON y suprimir la expresión de ONS inducible en macrófagos murinos tratados con LPS. Por otra parte, se ha observado que el carvacrol, el eugenol y el cinamaldehído suprimieron la expresión del gen de la ciclooxigenasa-2 (COX-2) en células de macrófagos de ratón estimuladas con LPS; la ciclooxigenasa-2 es principalmente responsable de la producción de prostaglandinas, que están involucradas en diversos procesos fisiopatológicos que incluyen inflamación y carcinogénesis (MacMicking *et al.*, 1997; Dinarello, 2000; Hart *et al.*, 2000; Kim *et al.*, 2003; Aggarwal y Shishodia, 2004; Lang *et al.*, 2004; Lee *et al.*, 2005, 2007; Li *et al.*, 2006; Tung *et al.*, 2008; Dung *et al.*, 2009; Landa *et al.*, 2009).

Aunque aún no están claros los modos de acción para la actividad antiinflamatoria de los EP, la evidencia sugiere que estos efectos están mediados, al menos en parte, al bloquear la ruta del factor nuclear kappa-potenciador de cadena ligera de las células B activadas (NF- κ B); este factor es un regulador clave de varios genes implicados en respuestas inmunes e inflamatorias. En las células en reposo, el NF- κ B existe en un estado inactivo en el citoplasma, en complejo con una proteína inhibitoria, llamada I κ B; tras la activación, I κ B sufre fosforilación y degradación, y NF- κ B se transloca en el núcleo, donde se une al ADN y activa la transcripción de varios genes, incluidos TNF- α , IL-1 β e iNOS. Los miembros de un grupo de investigación encontraron que la curcumina puede bloquear la actividad de unión del ADN NF- κ B inducida por citoquinas, la translocación nuclear de RelA, la degradación de I κ B α , la fosforilación de I κ B serina 32 y la actividad

de IκB quinasa (IKK), todas ellas implicadas en la ruta de señalización de NF-κB. En tanto que otro grupo de investigación también demostró el bloqueo de la translocación de p50 y p65, la fosforilación de ERK 1/2 y p38 quinasa y la degradación de I-κBα por el cinamaldehído y el eugenol (Hiscott *et al.*, 1993; Rice y Ernst, 1993; Xie *et al.*, 1994; Ghosh *et al.*, 1998; Jobin *et al.*, 1999; Lee *et al.*, 2005; Choi *et al.*, 2007).

Efectos antioxidantes. Se ha llegado a determinar que los animales explotados en sistemas intensivos de producción están expuestos frecuentemente al estrés oxidativo, que puede resultar en daño de las proteínas, lípidos y ADN. Los antioxidantes actúan como limpiadores de radicales, inhibiendo la peroxidación de los lípidos y otros procesos mediados por radicales libres, protegiendo, de esta manera, al animal del daño oxidativo causado por los radicales libres (McCall y Frei, 1999).

Varios estudios *in vitro* han evaluado las propiedades antioxidantes de los extractos de orégano, tomillo, clavo de olor, pimienta, lavanda y albahaca. Por otro lado, algunos estudios *in vivo* también informaron las propiedades antioxidantes de algunos EP. En un estudio se indicó que el carvacrol administrado en agua potable redujo el nivel de lesiones de ADN inducidas en hepatocitos recientemente aislados y células testiculares por H₂O₂, lo que podría estar asociado con un aumento de la actividad antioxidante del hígado y las células testiculares en estos animales. En otro ensayo se mostró que la suplementación de EP a los cerdos redujo el daño del ADN en los linfocitos, lo que indicó sus efectos potencialmente beneficiosos sobre el sistema inmune bajo el estrés oxidativo inducido por la dieta. En tanto que un estudio permitió descubrir que la administración de aceite de orégano en la dieta aumentaba el estado antioxidante de la carne de pollo de engorde (Economou *et al.*, 1991; Botsoglou *et al.*, 2002; Gülçin *et al.*, 2004; Oboh *et al.*, 2007; Slamenova *et al.*, 2008; Frankič *et al.*, 2010).

Como han indicado varios investigadores, la alta correlación encontrada entre el contenido total de fenol de los EP y la oxidación de lipoproteínas de baja densidad indicó que la alta actividad antioxidante de los EP está relacionada a su composición química. La presencia de grupos OH fenólicos en el timol, carvacrol y otros EP actúan como donadores de hidrógeno para los radicales peróxi producidos durante el primer paso de la oxidación de lípidos, retardando así la formación de hidroxil peróxido (Farag *et al.*, 1989; Teissedre y Waterhouse, 2000; Djeridane *et al.*, 2006).

2.1.4. Efecto de los EP (nutracéuticos) sobre la salud y rendimiento animal

Según del Toro (2016), el término nutracéutico surgió por primera vez en humanos por el Dr. Stephen De Felice, presidente de la Fundación para la Innovación en Medicina (Foundation for Innovation in Medicine, FIM), en el año 1989. Los definió como alimentos o aditivos de origen natural con propiedades biológicas activas que proporcionan beneficios médicos para la salud, lo que incluye la prevención y/ o tratamiento de enfermedades. La misma fuente indica que, en contraste a los fármacos, los nutracéuticos no son sustancias o compuestos químicos sintetizados, o asociados con deficiencias en las dietas. Sin embargo, son compuestos que contienen nutrientes (particularmente en forma concentrada) y son asociados a la categoría de alimentos con la prevención y o tratamiento de enfermedades. En algunos casos son utilizados como aditivos de alimentos y son, por lo tanto, agregados en productos que inicialmente no lo contenían. Los suplementos o aditivos dietéticos son un típico ejemplo de nutracéuticos.

En la actualidad, existe gran debate entre los investigadores de la comunidad científica, porque su concepto redefine las líneas divisorias tradicionales entre los alimentos y los medicamentos. Además, de la actividad antimicrobiana, suelen poseer otras actividades biológicas beneficiosas, que, por su acción sobre el sistema enzimático, mejoran el apetito y optimizan la absorción de nutrientes. Así, poseen poder

antiinflamatorio, inmunomoduladores, espasmolíticas y sedantes. Dentro de los mecanismos de acción, se pueden citar: disminución de la oxidación de los aminoácidos, ejercen una acción antimicrobiana sobre algunos microorganismos intestinales y favorecen la absorción intestinal, estimulan la secreción de enzimas digestivas, aumentan la palatabilidad de los alimentos, estimulan su ingestión, y mejoran el estado inmunológico (del Toro, 2016).

Aroche (2015) considera que, los esfuerzos por desarrollar promotores de crecimiento alternativos aumentan cada día. En el mundo se estudian los ácidos orgánicos, aditivos fitogénicos, probióticos y prebióticos; indica el autor que, específicamente en Cuba, se han trabajado con fuerza las zeolitas naturales, minerales que incrementan la eficiencia de la utilización de los nutrientes proteicos, protegen a los animales del efecto de las micotoxinas y actúan positivamente frente algunos tipos de diarreas, siendo una alternativa viable para sustituir la terapia antibiótica. Así mismo, la fuente citada indica que los aditivos de plantas se consideran una alternativa para sustituir los antibióticos, desde el punto de vista técnico, económico y biológico, por la seguridad de su inclusión y su nula residualidad; mencionando que, la premisa futura de los investigadores es obtener alternativas naturales para contrarrestar el uso indiscriminado de los antibióticos como preventivos en las aves y cerdos. Se han reportado muchos beneficios de los polvos de plantas medicinales, como el incremento de la digestibilidad de nutrientes, la estabilidad inmunológica, la exclusión competitiva de microorganismos y la salud intestinal en aves aparentemente normales y expuestas a diferentes.

Así mismo, se ha considerado la denominación de “alimentos funcionales” para estos mismos insumos alimenticios; desde la antigüedad muchos productos han sido utilizados como alimentos y como medicina, tales como el jengibre, la menta, el ajo, el azafrán. La filosofía del "alimento como medicina" es la que soporta el paradigma de los

alimentos funcionales (Hassler, 1996). Un alimento puede ser considerado funcional si logra demostrar satisfactoriamente que posee un efecto benéfico sobre una o varias funciones específicas en el organismo, mejora el estado de salud y de bienestar o bien reduce el riesgo de una enfermedad, más allá de los efectos nutricionales habituales. Es importante tener en consideración que el concepto de alimentos funcionales surgió para los humanos.

El factor detonante para la prohibición de los APC en el mundo desarrollado (en progreso en el subdesarrollado) es el incremento en la resistencia de los patógenos a los antibióticos. Aun cuando todavía se sostiene que no se ha podido demostrar que la resistencia se deba al empleo en la alimentación animal y que buena parte de ella se deba al mal uso (auto medicación) que los humanos hacen de los medicamentos, lo cierto es que miles de toneladas de antibióticos se han venido empleando en la alimentación de los animales de interés zootécnico sin tener en cuenta las condiciones de explotación de los animales o porque los antibióticos han sido exitosos en la promoción del rendimiento.

Según Burt (2004), al considerar la gran cantidad de diferentes grupos de compuestos químicos presentes en los aceites esenciales (AE), lo más probable es que su actividad antibacteriana no sea atribuible solo a un mecanismo específico, sino que haya varios objetivos en la célula. Ninguno de estos mecanismos constituye objetivos separados, algunos son afectados como consecuencia de otro mecanismo que está siendo dirigido.

Así mismo, menciona que una característica importante de los AE y sus componentes es su hidrofobicidad, lo que les permite crear particiones en los lípidos de la membrana celular y mitocondrias de la bacteria, alterando las estructuras y tornándolas más permeables. Puede ocurrir fuga de iones y otros contenidos celulares. Aunque una cierta cantidad de fuga de las células bacterianas puede tolerarse sin ocasionar pérdida de

viabilidad, las pérdidas extensivas de los contenidos celulares o la salida de iones y moléculas críticos puede conducir a la muerte; existen alguna evidencia de algunos estudios con aceite de té y *E. coli* en los que se ha indicado que puede ocurrir la muerte antes de la lisis.

Burt (2004) considera que, generalmente, los AE están provistos de fuertes propiedades antibacterianas contra los patógenos transmitidos a través de los alimentos, contienen un alto porcentaje de compuestos fenólicos tales como el carvacrol, eugenol (2-metoxi-4-(2-propenil) fenol) y timol. Indicando que parece razonable que sus mecanismos de acción sean, por lo tanto, similares a otros compuestos fenólicos; entre ellos se tienen las alteraciones de la membrana citoplasmática, perturbación de la fuerza motriz de protones, flujo de electrones, transporte activo y coagulación de los contenidos celulares.

La estructura química de los componentes individuales de los AE afecta su modo preciso de acción y actividad antibacteriana. Se ha confirmado, por ejemplo, la importancia de la presencia del grupo hidroxilo en compuestos fenólicos tales como carvacrol y timol. La posición relativa del grupo hidroxilo sobre el anillo fenólico no parece influir fuertemente el grado de actividad antibacteriana. Por ejemplo, la acción del timol contra *B. cereus*, *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aureoginosa* parece comparable a la del carvacrol; sin embargo, un estudio se encontró que carvacrol y timol actuaron de manera diferente contra especies gram-positivas y gram-negativas. La significancia del anillo fenólico en sí mismo (electrones desestabilizados) se demostró por la escasez de actividad del mentol comparado con carvacrol. En un estudio la adición de una mitad acetato a la molécula pareció incrementar la actividad antibacteriana, el acetato de geraniol fue más activo contra una variedad de especies gram-positivas y negativas que el geraniol. En lo que a los componentes no fenólicos de los AE se refiere,

se ha encontrado que el tipo de grupo álcali influencia la actividad (alquenilo>alquilo); por ejemplo, el limoneno (1-metil-4-(1-metiletenilo)-ciclohexano) es más activo que el *p*-cimeno.

Los componentes de los AE también parecen actuar sobre las proteínas celulares microbianas incrustándose en la membrana citoplasmática. Se sabe que enzimas, tales como las ATPasas, se localizan en la membrana citoplasmática y son rodeadas por moléculas lipídicas. Se han sugerido dos mecanismos posibles mediante los que los hidrocarburos cíclicos podrían actuar sobre estas. Las moléculas hidrocarbonadas lipofílicas se acumularían en la bicapa lipídica y distorsionan la interacción lípido-proteína; alternativamente, es posible la interacción directa de los compuestos lipofílicos con partes hidrofóbicas de la proteína. Se ha encontrado que algunos AE estimulan el crecimiento de pseudo micelios (una serie de células adheridas de extremo a extremo como resultado de la separación incompleta de células recién formadas) en ciertas levaduras. Esto podría ser una indicación de que los AE actúan sobre los enzimas involucrándose en la regulación de la energía o en la síntesis de componentes estructurales. Se ha mostrado que el aceite de canela y sus componentes inhiben las descarboxilasas de aminoácidos en *Enterobacter aerogenes*. Se pensó que el mecanismo de acción era la unión de proteínas. También se han obtenido indicaciones de estudios en los que se usó leche que contenía diferentes niveles de proteína que los componentes de los AE pueden actuar sobre proteínas (Burt, 2004).

Con relación a los procesos de auto oxidación por radicales libres, un radical libre ha sido definido como un átomo o molécula que contiene uno o más electrones no emparejados que son capaces de una existencia libre (Dasgupta y Klein, 2014). Los autores agregan que estos radicales pueden ser generados como productos de reacciones homolíticas, heterolíticas o redox y, usualmente, están constituidos de especies oxígeno-

reactivas o nitrógeno-reactivas. Las especies oxígeno reactivas incluyen radicales libres portadores de oxígeno, así como a otras especies oxígeno reactivas tales como el peróxido de hidrógeno, el que no es un radical libre. Similarmente, las especies nitrógeno reactivas incluyen a tanto a radicales libres que contienen nitrógeno como a otras moléculas reactivas en las que el centro de reactividad es el nitrógeno.

Sin embargo, bajo condiciones de equilibrio, los radicales libres participan en acciones benéficas para el organismo. Pero debe reconocerse que las situaciones de desequilibrio predominan frente a las de equilibrio, por lo que debe considerarse el reconocimiento y aplicación de estrategias de defensa frente al daño que puede ocasionar el estrés oxidativo.

La defensa anti oxidativa del organismo consiste tanto de compuestos endógenos como de exógenos, derivados de la dieta; los que se pueden clasificar en tres grandes categorías: enzimas antioxidantes, antioxidantes de rotura de cadena y proteínas que ligan metales. Los enzimas antioxidantes principales son súper óxido dismutasa (SOD), catalasa y peroxidasas, las que son de origen endógeno. Los antioxidantes que interfieren con las reacciones en cadena iniciadas por los radicales libres se conocen como antioxidantes de rotura de cadena, son pequeñas moléculas que pueden ser solubles tanto en agua como lípidos; algunos de éstos derivan de la dieta, como los carotenoides, flavonoides y vitaminas antioxidantes. Las proteínas endógenas, tales como la ferritina, transferrina y ceruloplasmina también son importantes proteínas antioxidantes porque son capaces de ligar iones metales como cobre y hierro de manera que no se generen radicales libres mediante la reacción de Fenton. Generalmente los enzimas antioxidantes proveen la más fuerte defensa antioxidante, aunque todos los antioxidantes son importantes para la apropiada neutralización del estrés oxidativo (Dasgupta y Klein, op. cit.).

2.2. Base Teórica

La acción nutracéutica (antibacteriana, antioxidante, entre otras) de los extractos de plantas permitirá que los pollos de carne puedan lograr adecuado rendimiento sin necesidad de emplear antibiótico promotor de crecimiento, en base a las acciones reportadas por Burt (2004), Dasgupta y Klein (2014), entre diferentes investigadores.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Consumo de Alimento

Los resultados relacionados con el consumo de alimento se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Consumo de alimento de pollos de carne que recibieron proporciones crecientes de un producto comercial con extractos de tomillo y semillas de 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
Producto comercial, %	--	0.15	0.30	0.45
Consumo:				
Inicio	0.699	0.679	0.594	0.587
Crecimiento	0.919	0.954	1.037	0.980
Acabado	2.258	2.308	2.248	2.198
Total/ pollo, kg.	3.876	3.941	3.879	3.765
Diario/ pollo, kg.	0.092	0.094	0.092	0.090
Comparativo, %	100.	102.2	100.	97.8

Se puede apreciar en el consumo acumulado que la presencia de proporciones relativamente altas del producto comercial, proveedor de extractos de tomillo y de semillas de algarrobo europeo, no tuvo mayor efecto sobre la cantidad de alimento consumido; realizado el comparativo porcentual, contra el testigo, se determinó que el tratamiento 2 estuvo 2.2% por encima, el tratamiento 3 fue similar y el tratamiento 4 estuvo 2.2% por debajo.

Donde si pudiera asumirse efecto importante sobre el consumo fue en el período de Inicio (primeros 14 días de edad), se apreció que conforme se incrementó la proporción del producto comercial el consumo manifestó una tendencia a la reducción. Así, en comparación con el testigo en los tratamientos 2, 3 y 4 el consumo se redujo en 2.9, 15 y 16%, respectivamente. Debe tenerse en consideración que el fabricante desarrolló el producto para su utilización en la alimentación de cerdos, pero su empleo en pollos de carne ha dado buenos resultados en la proporción de 0.1%, en el presente caso se consideró evaluar proporciones mayores a las recomendadas por el fabricante, por lo que

se puede asumir que debido a tales proporciones altas cantidades de terpenos, sesquiterpenos, politerpenos, etc., habrían afectado el consumo.

Lo planteado en el párrafo anterior se sostiene en el hecho que muestra que el consumo se recuperó, igualando o superando al testigo, en los períodos posteriores; sobre todo en el crecimiento.

Se ha indicado que las hierbas mejoran y agregan sabores en la alimentación animal y, por lo tanto, pueden influir en los patrones de alimentación, la secreción de líquidos digestivos y el consumo total de alimento. El sitio primario de actividad es el tracto digestivo. Debido a la amplia variedad de componentes activos, diferentes hierbas y especias afectan los procesos de digestión de manera diferente. Las hierbas pueden ejercer múltiples funciones en el cuerpo del animal. La mayoría de ellos actúan como sialogogos y estimulan la secreción de saliva, lo que facilita la deglución. Los extractos de *Salvia officinalis*, *Thymus vulgaris* y *Rosmarinus officinalis* y la mezcla de carvacrol, cinnamaldehído y capsaicina mejoraron la digestibilidad del alimento en pollos de engorde. También observaron los efectos positivos de los extractos de plantas sobre la digestibilidad de nutrientes para las propiedades de estimulación del apetito y de la digestión y los efectos antimicrobianos (Hernández *et al.*, 2004).

También se ha observado un aumento en el consumo de alimento y en las secreciones digestivas en animales a los que se les administró alimento suplementado con fitobióticos, principalmente aquellos del grupo de los aceites esenciales, ya que mejoran el sabor y palatabilidad del alimento (Windisch *et al.*, 2008; Grashorn, 2010).

Por lo que se puede concluir que, si bien las elevadas proporciones del producto afectarían el consumo en la edad más joven, se desarrollarían efectos compensatorios por acostumbamiento que habrían permitido que los pollos de los tratamientos 2, 3 y 4 regulen su consumo de alimento.

3.2. Peso e Incremento de Peso Vivo

En la Tabla 4 se presentan los resultados obtenidos con los incrementos de peso vivo y rendimiento de carcasa.

Tabla 4. Peso vivo y cambios en el peso vivo de pollos de carne que recibieron proporciones crecientes de un producto comercial con extractos de tomillo y semillas de 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
Producto comercial, %	----	0.15	0.30	0.45
Peso vivo (g/ pollo/ período) en:				
Inicial	32.5	33.2	33.0	34.7
Inicio	576.5	552.2	549.0	554.7
Crecimiento	1094.5	1129.2	1256.0	1242.7
Acabado	2070.5	2049.2	2268.0	2038.7
Cambios en el peso (g/ pollo/ período) en:				
Inicio	544 ^a	519 ^a	516 ^a	520 ^a
Crecimiento	518 ^b	577 ^b	707 ^a	688 ^a
Acabado	976 ^{ab}	920 ^b	1012 ^a	796 ^c
Acumulado	2037 ^b	2022 ^b	2250 ^a	2011 ^b

^{a, b} Letras diferentes sobre los promedios indican diferencias significativas entre tratamientos dentro de períodos (P<0.05, Tukey)

La prueba de normalidad (Kolgomorov-Smirnov) y la de homocedasticidad (Levene) indicaron que ambos supuestos se cumplieron (anexos) para el peso inicial. Sin embargo, se notó que los pesos iniciales fueron muy pequeños indicando que los pollos de todos los tratamientos provendrían de gallinas primerizas y que influiría sobre el peso final a lograr a los 42 días; el peso corporal al primer día de edad para pollos de primera es de 45 gramos.

Analizados los incrementos de peso, se cumplieron las condiciones de normalidad y homocedasticidad (anexos) para todos los períodos y para los valores acumulados. Aplicado el análisis de la varianza (anexos) se detrerminó que en el Inicio las diferencias entre tratamientos no alcanzaron significación estadística, aún cuando los promedios de los tratamientos 2, 3 y 4 representaron el 95.4, 94.9 y 95.6% del promedio logrado por el testigo (100%).

Las diferencias fueron significativas entre los tratamientos en el Crecimiento, los tratamientos 3 y 4, similares entre sí, fueron superiores a los tratamientos 1 y 2, también similares entre sí. Se apreció que conforme se incrementó la presencia del producto en el alimento los incrementos de peso tendieron a ser mayores hasta llegar al tratamiento 3, en el tratamiento 4 se apreció una pequeña retracción. Así, los pesos promedio logrados por los tratamientos 2, 3 y 4 representaron 111.4, 136.5 y 132.8%, respectivamente, con relación al testigo (100%).

Se aplicó el análisis de regresión hasta de tercer orden entre los tratamientos (1, 2, 3, 4) y los incrementos de peso logrados en el Crecimiento (anexos). Al descomponer la suma de cuadrados de la regresión se pudo determinar que los componentes lineal y cúbico fueron significativas, la tendencia se ilustra en la Figura 1.

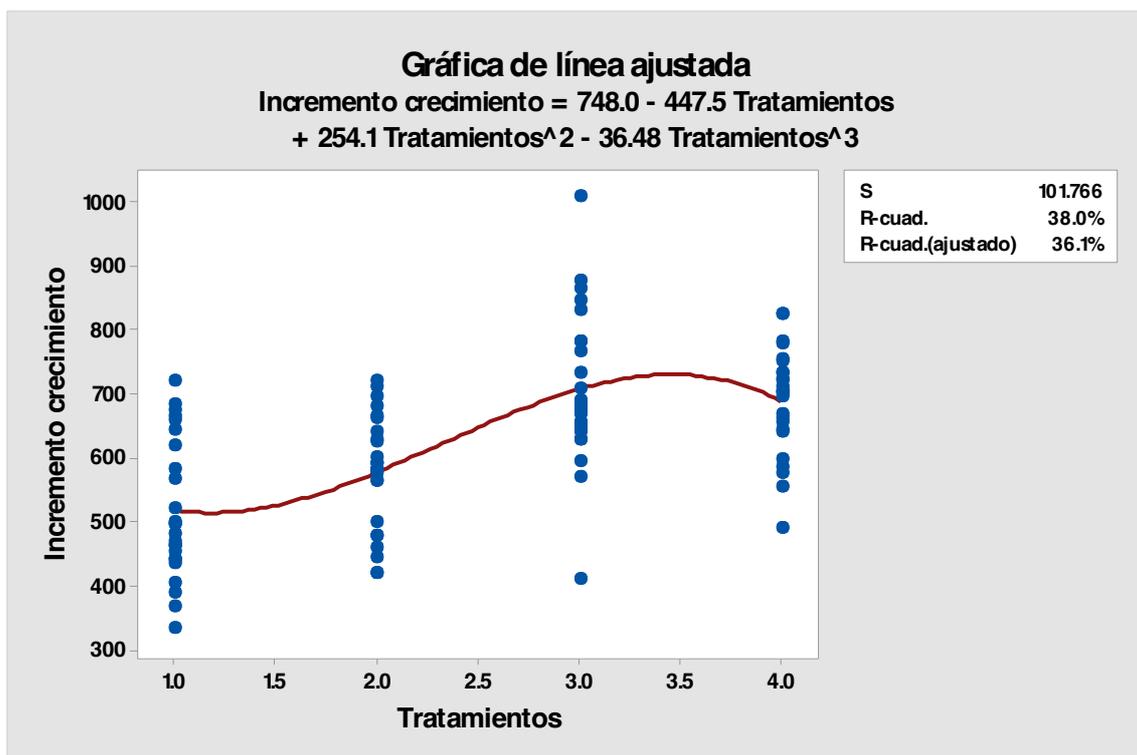


Figura 1. Tendencia regresionada de los incrementos de peso vivo sobre los tratamientos en el Crecimiento

Sin embargo, el coeficiente de determinación se incrementó solo 6% desde la componente lineal hasta la cúbica; por lo que se podría asumir que, en este período, los incrementos de peso dependen de los tratamientos en, alrededor de 30%.

En el período de Acabado, nuevamente las diferencias entre los tratamientos alcanzaron significación estadística (anexos), destacando el tratamiento 3; no obstante se observó una manifestación de los rendimientos decrecientes con el tratamiento 4. Al realizar el comparativo porcentual entre tratamientos se determinó que el testigo superó al tratamiento 2 en 5.7% y al tratamiento 4 en 18.4%, pero fue inferior al tratamiento 3 en 3.7%.

Realizado el análisis de regresión (anexos) se encontró que al regresión polinomial hasta de tercer grado fue significativa; la tendencia encontrada se presenta en la Figura 2.

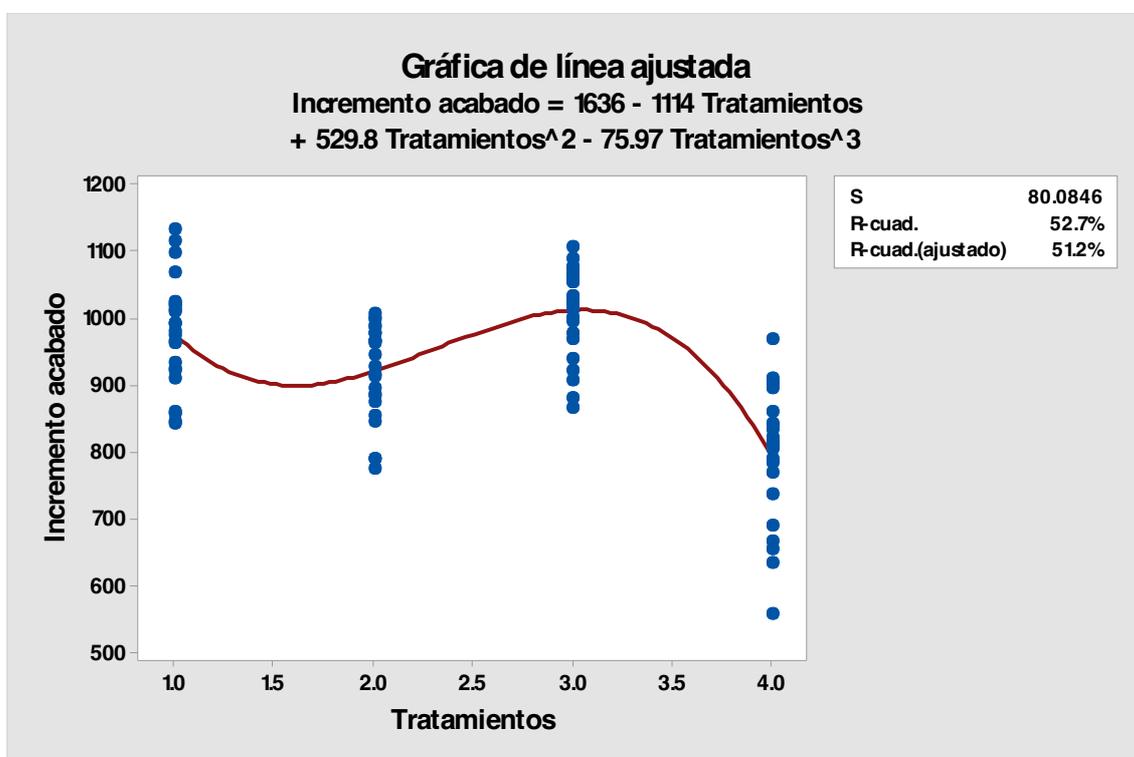


Figura 2. Tendencia regresionada de los incrementos de peso vivo sobre los tratamientos en el Acabado

Aún cuando al descomponer la suma de cuadrados de la regresión se pudo determinar que los tres componentes (lineal, cuadrático, cúbico) fueron significativos; el coeficiente de determinación para los tres componentes fue de 19.6, 32.6 y 52.7%, respectivamente. Este resultado indicó que la regresión cúbica es un modelo que permite explicar mejor el comportamiento de los incrementos de peso en función de los tratamientos.

En el presente ensayo, al parecer la proporción más alta (0.45%) del producto comercial empleado fue muy alta y afectó negativamente a los incrementos de peso en el Acabado. Si se sobreponen las curvas (mismo polinomio) para el Crecimiento y el Acabado se pudo apreciar que en el Crecimiento ya se había iniciado el efecto detrimental del tratamiento 4, acentuándose en el Acabado.

Influído por el comportamiento en el Crecimiento y en el Acabado, los incrementos de peso Acumulados (todo el ensayo) fueron diferentes ($P < 0.001$) entre tratamientos (anexos); la información generada se mantuvo dentro de la normalidad y homocedasticidad. Al realizar el comparativo porcentual entre tratamientos se determinó que los tratamientos 2 y 4 representaron el 99.3 y 98.7%, respectivamente, con respecto al testigo; en tanto que el tratamiento 3 estuvo por encima del testigo en 10.5%.

Realizado el análisis de regresión (anexos) se determinó que la regresión polinomial de tercer grado fue la que tuvo mayor significación sobre la componente cuadrática y la lineal, esta última no fue significativa.

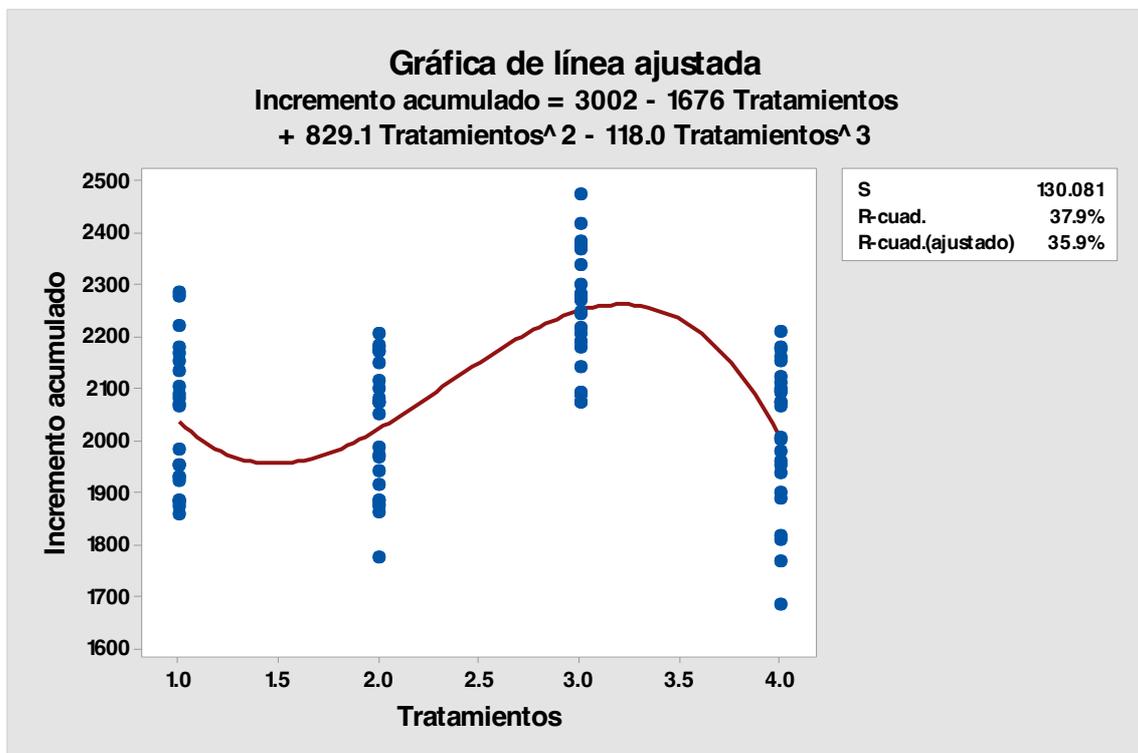


Figura 3. Tendencia regresionada de los incrementos acumulados de peso vivo sobre los tratamientos

Respectivamente para los componentes lineal, cuadrático y cúbico los coeficientes de determinación fueron de 1.0, 13.8 y 37.9%; en consecuencia, el componente cúbico permitió explicar mejor el comportamiento de los incrementos de peso con respecto a los tratamientos. Conforme se acrecentó la proporción del producto los incrementos de peso mejoraron, hasta llegar a 0.3%; sin embargo, con 0.45% fue, aparentemente, un exceso y los incrementos se redujeron, pero sólo ligeramente por debajo del testigo.

El tomillo y las semillas de algarrobo europeo son portadores de sustancias como timol y carvacrol, entre otros principios, que pueden disminuir la viscosidad de la digesta mejorando la digestión permitiendo la mejor absorción de nutrientes. Así mismo, con un epitelio intestinal sano es más eficiente la absorción de los nutrientes y su transporte hacia los órganos, como el hígado, en los que se realizan las reacciones anabólicas que permitirán la generación de más tejido muscular. Por otro lado, la potente acción antioxidante atribuida a los principios contenidos en los fitobióticos evitaría el daño de los tejidos y, en consecuencia, no se destinaría nutrientes para la reparación, sino que se emplearían para la síntesis de nuevos tejidos (mayor producción), como puede corroborarse en la excelente revisión publicada por Bhatt (2015), en el que se resalta el rol de las hierbas y suplementos herbales en la nutrición animal.

Al igual que el consumo de alimento, la ganancia de peso corporal también depende de varios factores como el genotipo, el galpón, las condiciones higiénicas, la administración, el sistema de alimentación y los atributos de la dieta. Se ha demostrado que los aceites esenciales aumentan la ganancia de peso vivo por su capacidad para destruir microorganismos patógenos en el sistema digestivo y aumentan la producción de enzimas digestivas que mejoran la utilización de los productos dietéticos (Hernández *et al.*, 2004).

Varios estudios han confirmado la influencia positiva de las hierbas y sus AE en la ganancia de peso corporal. Se han observado mejoras significativas cuando se añadieron 400 mg/ kg de AE de anís a la dieta (Simsek *et al.*, 2007). Así mismo, Çiftçi *et al.* (2005) observaron una mejora de aproximadamente 15% cuando se comparó la ganancia de peso corporal con el grupo de control. Del mismo modo, Cross *et al.* (2007) informaron una mejora significativa en la ganancia de peso corporal al suplementar 1 g/ kg AE de tomillo. Cuando se alimentaron 10 g/ kg de la hierba correspondiente, se observó que la hierba de tomillo no logró los mismos resultados positivos que su AE. Sin embargo, otro estudio mostró que una adición de 5 g/ kg de hierba de tomillo mejoró la ganancia de peso corporal en aproximadamente 6% en comparación con el grupo de control correspondiente (Toghyani *et al.*, 2010). Del mismo modo, Mohamed y Abbas (2009) observaron un aumento de la ganancia de peso corporal en un 6% al agregar 1 g/ kg de hinojo. Sin embargo, también se han informado impactos negativos en la ganancia de BW. Una dosis de 5 g/ kg de AE de tomillo causó una disminución sustancial en la ganancia de BW que se acercaba a casi un nivel de significación (Cross *et al.*, 2003).

Estos resultados reportados indicarían la importancia de emplear proporciones relativamente altas de las hierbas, lo que no ocurre (lógicamente) al emplear el aceite esencial puro; lo que explicaría el comportamiento benéfico, sobre los incrementos de peso vivo, del tratamiento con 0,3% del producto comercial ensayado.

Efectos benéficos importantes sobre los incrementos de peso de las especias, 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).

3.3. Peso, Rendimiento y Merma de Carcasa

Los resultados de peso, rendimiento y merma de carcasa se presentan en la Tabla 5.

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

Aspectos	T₁	T₂	T₃	T₄
Peso de carcasa, Kg.	1.855	1.725	2.110	1.922
Rendimiento de carcasa, %	78.40	79.03	85.10	86.30
Mermas (%) en el peso de la carcasa:				
Primera ½ hora	1.84	1.67	1.18	0.98
Segunda ½ hora	1.02	0.88	0.43	0.26
Tercera ½ hora	0.59	0.41	0.19	0.10
Cuarta ½ hora	0.49	0.30	0.10	0.00
Acumulada	3.94	3.26	1.90	1.34

Debido al relativamente pequeño peso inicial los pollos del presente ensayo no alcanzaron mayores pesos finales, esta fue una característica que influyó por igual a todos los tratamientos por lo que no se puede asumir que hubo efecto que favoreciera a alguno de los tratamientos. Se apreció pesos de carcasa un tanto mejores para el tratamiento 3; sin embargo, una mejor apreciación del efecto de los tratamientos sobre la carcasa se notó al considerar el rendimiento.

Respectivamente para los tratamientos del primero al cuarto, el rendimiento de carcasa fue de 78.40, 79.03, 85.10 y 86.30%, respectivamente. Apreciándose que conforme se incrementó el producto en el alimento el rendimiento tendió a ser mejor; no obstante, se notó que, si bien, el tratamiento 2 fue mejor que el testigo, la superioridad fue inferior a 1%. Algo parecido ocurrió con los tratamientos 3 y 4, la superioridad del tratamiento 4 fue de 1.2%. Por lo que se puede asumir que se conformaron dos pares, uno inferior y el otro superior, con diferencias considerables entre ambos pares; se puede asumir que con 0.3% del producto en el alimento se consiguen mejores rendimientos de carcasa.

La explicación al porque se obtuvo mejor rendimiento de carcasa con los tratamientos 3 y 4 se centraría en las condiciones del tracto gastrointestinal. Así, con 0.30 y 0.45% del producto en el alimento se habría logrado un mejor control de la flora intestinal y se podría haber generado una situación parecida a la de los antibióticos

fármacos que propician un intestino más ligero cuando se incluyen en la dieta de los pollos; de esta manera, con intestinos más ligeros no se atenta contra el peso de la carcasa, expresándose en rendimiento mayores.

Collantes (2017) reportó mayores rendimientos de carcasa de pollos que recibieron el mismo producto comercial, pero en proporción menor. No sucedió lo mismo en la investigación realizada por Bustamante (2019), en la que el producto se combinó con cúrcuma y se empleó en la proporción de 0.1%.

Conforme se incrementó la proporción del producto las mermas de peso de las carcasas fueron menores en cada uno de los períodos de media hora (hasta las dos horas) de oreo.

Las mermas por oreo son un factor muy importante a tener en cuenta en la comercialización del pollo; principalmente en los centros de abasto donde asiste el consumidor final. En este típico canal de comercialización los pollos enteros (pelados) permanecen expuestos (colgados de ganchos) por períodos de hasta hora y media (la mayoría) y para el expendedor es necesario que pierda la menor cantidad de peso. La pérdida de peso, en su mayor parte, corresponde a los líquidos del interior de la célula muscular que se exhudan debido a la normal rotura de la pared celular. Los antioxidantes naturales, portados por las especies vegetales, han mostrado ejercer efecto protector de las paredes celulares que son atacadas por radicales libres (Dasgupta y Klein, 2014).

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.

En el presente ensayo la merma acumulada lograda en el tratamiento 4 representó alrededor del 30% de la que se manifestó con el testigo; observándose que, a la hora y media de oreo, prácticamente, se había detenido la merma. Este comportamiento resalta la importancia del empleo de los productos de acción fitobiótica en el proceso de comercialización.

3.4. Conversión Alimenticia

Los resultados de conversión alimenticia se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6. Conversión alimenticia de pollos de carne que recibieron proporciones crecientes de 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
Producto comercial, %	----	0.15	0.30	0.45
Conversión alimenticia (kg/ período) en:				
Inicio	1.285	1.308	1.151	1.129
Crecimiento	1.774	1.653	1.467	1.424
Acabado	2.314	2.509	2.221	2.761
Acumulado	1.903	1.949	1.724	1.872
Con carcasa	2.090	2.285	1.838	1.959

La conversión alimenticia durante el período de Inicio fue más eficiente en los tratamientos 3 y 4; los que fueron 10.4 y 12.1%, respectivamente, más eficiente que el testigo. El tratamiento 2, con 0.15% del producto evaluado, se comportó menos eficientemente que el testigo, en 1.8%.

En el período de Crecimiento, todos los tratamientos que recibieron el producto fueron más eficientes que el testigo. Los tratamientos 2, 3 y 4 superaron en 6.8, 17.3, 19.7%, respectivamente, en eficiencia al testigo. No obstante, se apreció que conforme se incrementó la cantidad del producto fitobiótico la eficiencia tendió a acrecentarse.

En el período de Acabado, sólo el tratamiento 3 fue más eficiente que el testigo (4%); en tanto que los tratamientos 2 y 4 fueron menos eficientes en 8.4 y 19.3%, respectivamente.

Determinada la conversión alimenticia acumulada se pudo determinar que los tratamientos más eficientes fueron 3 y 4, en 9.4 y 1.6%, respectivamente, siempre con relación al testigo. En tanto que el tratamiento 2 fue menos eficiente en 2.4%.

Tanto por el comportamiento en los diferentes períodos como por el valor acumulado, el tratamiento 3 fue el que mostró considerable mayor eficiencia en la utilización del alimento para incrementar peso vivo. Esta tendencia también se reflejó al estimar la conversión alimenticia con el peso de carcasa, el tratamiento 2 fue menos eficiente en 9.3%; en tanto que los tratamientos 3 y 4 se comportaron más eficientemente en 12.1 y 6.3%, respectivamente. Como se aprecia en la Figura 4, expresión de la conversión alimenticia se mejoró cuando se calculó con el peso de carcasa.

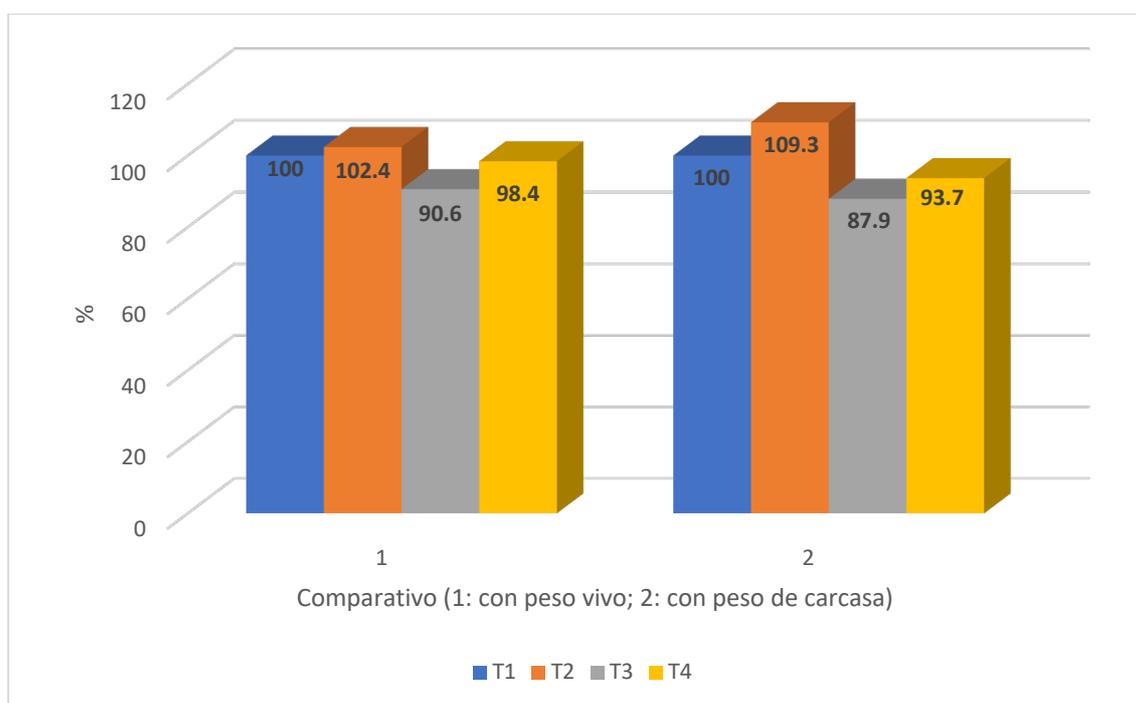


Figura 4. Comparativo porcentual entre tratamientos para la conversión alimenticia acumulada, con el peso vivo y con el peso de carcasa

Las razones para un mejor rendimiento de carcasa se deben a que el peso de las plumas, sangres y vísceras sea menor; así el peso de la carcasa representará una proporción mayor del peso vivo. La acción fitobiótica o nutracéutica se justifica por el control que se tendría de la flora intestinal, lo que permitiría que el intestino sea de peso

más ligero y que se reflejaría en mayor rendimiento de carcasa. La acción es nutracéutica debido a que se comportaría, en los resultados de su accionar, como antibiótico farmacéutico y, precisamente, los antibióticos permiten que el tracto gastrointestinal, principalmente el intestino, sea considerablemente más ligero.

El efecto benéfico del tomillo y de las semillas de algarrobo europeo sobre la eficiencia de utilización del alimento ha sido reportado y explicado por diferentes investigaciones, tanto en forma separada como conjunta.

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 Srour, 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.

3.5. Mérito Económico

Los resultados de mérito económico se presentan en la Tabla 7.

Tabla 7. Mérito económico de pollos de carne que recibieron proporciones crecientes de 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
Producto comercial, %	----	0.15	0.30	0.45
Gasto (s/.) por pollo en alimento durante:				
Inicio	1.17	1.14	1.00	1.00
Crecimiento	1.49	1.57	1.71	1.63
Acabado	3.61	3.74	3.66	3.61
Acumulado	6.27	6.45	6.37	6.24
Mérito económico en:				
Inicio	2.15	2.20	1.94	1.92
Crecimiento	2.88	2.72	2.42	2.37
Acabado	3.70	4.07	3.62	4.54
Acumulado	3.08	3.19	2.83	3.10
Con carcasa	3.38	3.74	3.02	3.25

En el período de Inicio, el mérito económico de los tratamientos 3 y 4 fue más eficiente que el testigo en 9.98 y 10.7%, respectivamente; en tanto que, el tratamiento 2 fue 2.3% menos eficiente. En el período de Crecimiento, los tres tratamientos que incluyeron el producto comercial superaron en eficiencia al testigo, en 5.6, 16 y 17.7%, respectivamente, para los tratamientos 2, 3 y 4. En el Acabado la eficiencia con respecto al testigo sólo fue sostenida por el tratamiento 3 (2.2%); en tanto que, los tratamientos 2 y 4 fueron menos eficientes en 10 y 22.7%. Al considerar el valor del mérito económico acumulado la eficiencia sólo fue exhibida por el tratamiento 3 que fue 8.1% más eficiente que el tratamiento testigo; los tratamientos 2 y 4, aunque menos eficientes, no distaron considerablemente del testigo, estuvieron relativamente cerca siendo menos eficientes en 3.6 y 0.6%, respectivamente.

En la Figura 5 se presenta el comparativo porcentual entre tratamientos para el mérito económico acumulado, calculado con el incremento de peso.

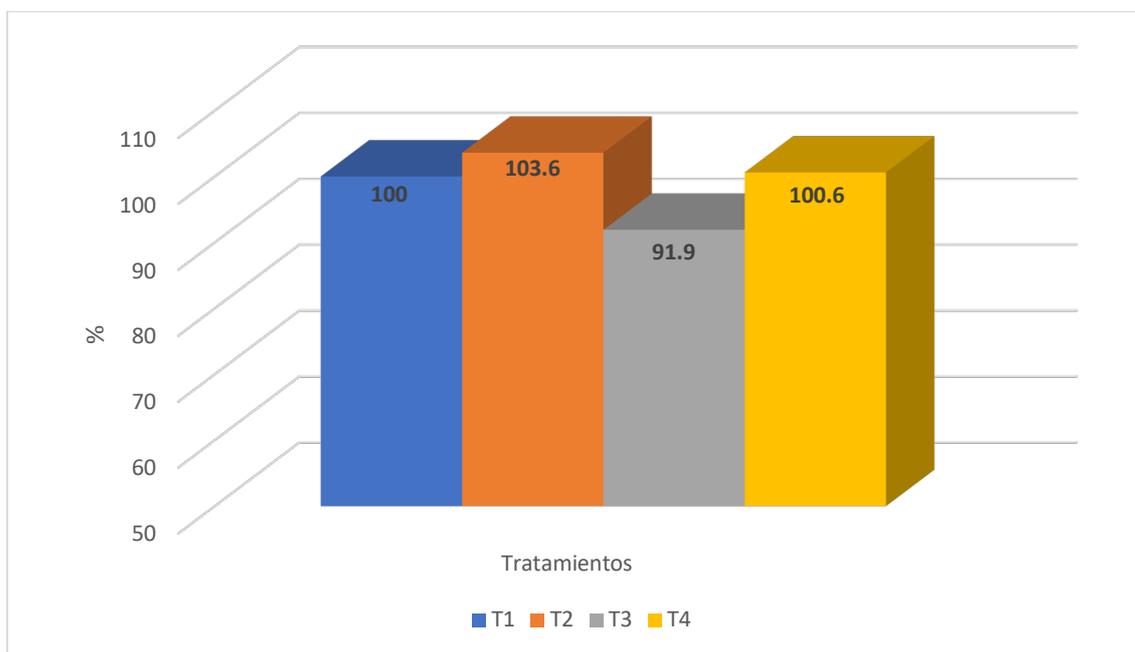


Figura 5. Comparativo porcentual entre tratamientos para mérito económico acumulado.

Resultó interesante el comparativo de los valores de mérito económico entre tratamientos calculados con el peso de carcasa, en los que los tratamientos 3 y 4 fueron más eficientes que el testigo, en 10.7 y 3.8%, respectivamente. Se asumió que con las proporciones mayores del producto comercial se propició aparatos digestivos más ligeros y mayor evacuación del contenido gastrointestinal que propiciaron mayores pesos de carcasa, tal que el valor del mérito económico se hizo más eficientes; aunque la eficiencia a tener en cuenta sea la del tratamiento 3. En la Figura 6 se ilustra el comparativo porcentual entre tratamientos para el mérito económico en función del peso de la carcasa; reflejándose la trascendencia del tratamiento 3, en el que se empleó 0.3% del producto comercial abastecedor de extractos de tomillo y algarrobo europeo, aún cuando las raciones fueron ligeramente más caras en comparación con el testigo.

Los resultados obtenidos son indicativos de la conveniencia de emplear los extractos de tomillo y algarrobo europeo en la alimentación de los pollos.

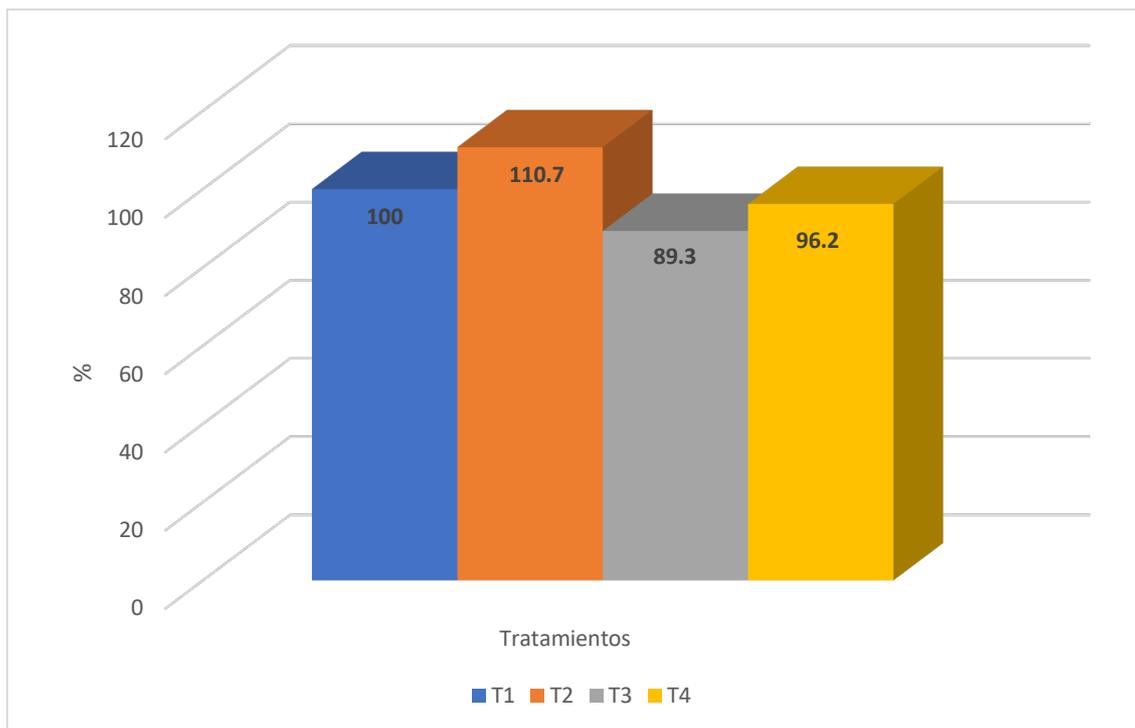


Figura 6. Comparativo porcentual entre tratamientos para mérito económico obtenido con el peso de carcasa

3.6. Longitud de Vellosidades Intestinales y Profundidad de Criptas de Lieberkhün

En la Tabla 8 se presentan los resultados de longitud de las vellosidades intestinales, profundidad de la criptas de Lieberkhün y la relación longitud (L): Profundidad (P).

Tabla 8. Longitud de vellosidades (L), profundidad de criptas (P) y relación L: P de pollos de carne que recibieron proporciones crecientes de un producto comercial de extracto de tomillo y algarrobo europeo en el alimento en reemplazo del APC

Tratamientos	L, μM	P, μM	L: P
1	303.2 ^b	143.5 ^a	2.240 ^a
2	404.2 ^{ab}	152.3 ^a	2.655 ^a
3	395.9 ^{ab}	153.7 ^a	2.641 ^a
4	467.2 ^a	171.7 ^a	2.791 ^a

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

El análisis estadístico (Anexos) indicó que cada una de las variables medidas en el epitelio intestinal estuvieron normalmente distribuidas y que la componente residual de varianza estuvo uniformemente distribuida entre los tratamientos.

Con relación a la longitud de las vellosidades intestinales, el análisis de la varianza (Anexos) mostró que las diferencias entre los tratamientos fueron significativas ($P < 0.05$);

el tratamiento con la mayor longitud de las vellosidades fue el tratamiento 4, apreciándose que todos los que incluyeron el producto estuvieron por encima del testigo.

Con la profundidad de la criptas de Lieberkhün se apreció la misma tendencia en los tratamientos; sin embargo, las diferencias no fueron estadísticamente significativas ($P>0.05$).

Debido a la considerable mayor longitud de las vellosidades intestinales en los tratamientos que incluyeron el producto, la relación L: P tendió a ser mayor en estos tratamientos; no obstante, las diferencias no alcanzaron significación estadística ($P>0.05$).

En la Figura 7 se presenta el comparativo porcentual entre tratamientos para cada una de las variables según tratamientos. Se puede apreciar la tendencia creciente en cada una de las variables, conforme se incrementó la presencia del producto comercial en el alimento. Con el tratamiento 4 se logró 54.1% de mayor longitud de las vellosidades, 19.7% de mayor profundidad de las criptas y 24.6% de mayor relación L: P.

La integridad del epitelio interno del intestino delgado es sumamente importante para el pollo productor de carne, toda vez que las estructuras de digestión y absorción de nutrientes se encuentran allí. Duodeno, Yeyuno e Íleon poseen estructuras parecidas a vellos a las que se les conoce como “vellosidades intestinales” y en la parte superior poseen la mayor cantidad de células de absorción; en conjunto a esta parte se le conoce como “ribete de cepillo” y, precisamente, es esta parte la que es más atacada por bacterias de tipo patógeno, mermando la viabilidad del ave y su rendimiento (Leibach y Ganapathy, 1996; Matthews *et al.*, 1996; Pan *et al.*, 1997; Chen *et al.*, 1999; Gal-Garber y Uni, 2000; Chen *et al.*, 2002; Kanai y Hediger, 2004; Palacin y Kanai, 2004; Verrey *et al.*, 2004).

Esta integridad intestinal se puede ver afectada negativamente por la acción de los microbios que pueblan el intestino; en el intestino grueso de los animales existen una gran población bacteriana, constituida por especies benéficas y patogénicas; el equilibrio

adecuado entre ambos grupos implica que los microbios benéficos predominen sobre los de tipo patogénico. Sin embargo, muchos factores pueden ocasionar que los segundos se impongan sobre los primeros. Exacerbadas las poblaciones bacterianas negativas invaden el intestino delgado y se proveen de nutrientes desde la digesta y desde el epitelio interno, destruyéndolo; dependiendo del ataque el daño será menor o mayor.

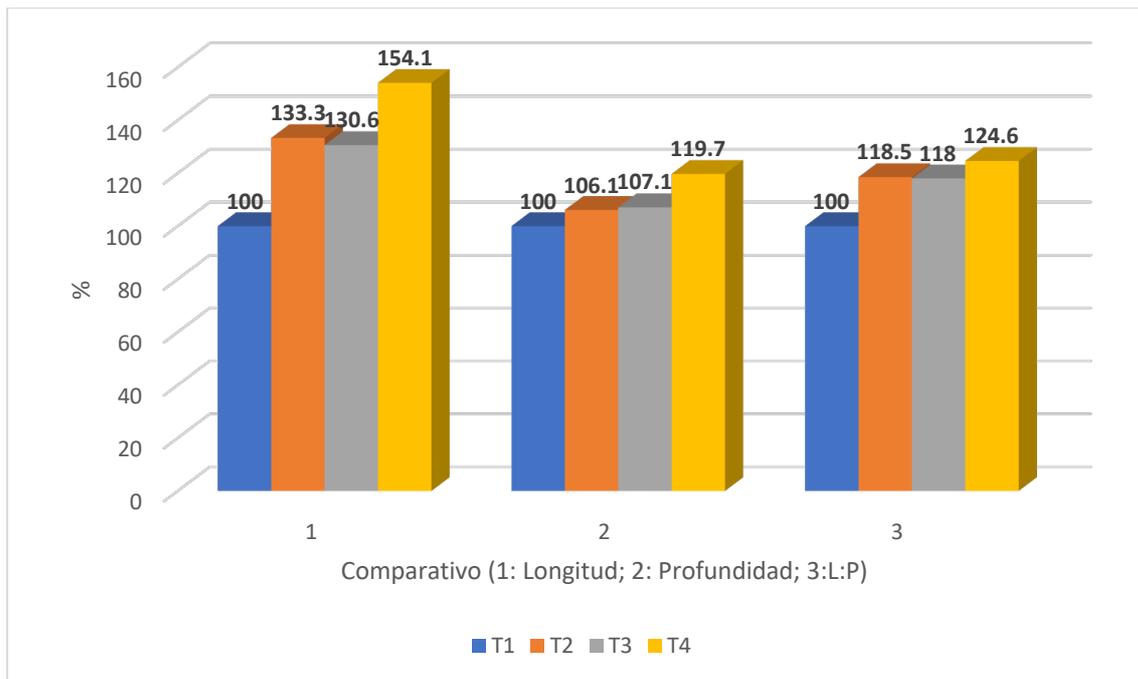


Figura 7. Comparativo porcentual entre tratamientos para longitud de vellosidades, profundidad de criptas y relación L: P.

El auge en la utilización de los APC se debió a que controlaban a las bacterias intestinales y, aún más, permitió que los productores descuidaran algunos aspectos de sanidad. Así, el uso abusivo de los APC propició las condiciones para que algunas cepas bacterianas desarrollaran resistencia a los antibióticos fármacos y ya no fuera aconsejable su empleo; dando lugar a que se empezara a desarrollar la investigación en el campo de los promotores no fármacos, como en el caso de las hierbas, especias, prebióticos, probióticos, etc.

Se ha asumido que el rendimiento de las aves se mejora por el potencial de los compuestos bio activos fitogénicos para estimular la proliferación y el crecimiento de células de absorción en el tracto gastrointestinal (que da como resultado una mayor altura

de las vellosidades y criptas más profundas), como ha sido mencionado por Jamroz *et al.* (2006), e influir en la producción y/ o actividad de las enzimas digestivas, por ejemplo, aumentar las actividades de amilasa y proteasa (Vidanarachchi *et al.*, 2005; Jang *et al.*, 2007). En general, se debe notar que la eficacia de los fitobióticos como aditivos para alimentos y su impacto en la salud intestinal y el rendimiento del crecimiento pueden variar como resultado de la variación en su composición debido a factores biológicos (especies de plantas, lugares de cultivo y condiciones de cosecha), y fabricación (extracción/ destilación, estabilización) y condiciones de almacenamiento (luz, temperatura, tensión de oxígeno y tiempo) (Huyghebaert *et al.*, 2011).

Como ha sido indicado por Sugiharto (2016), la salud del intestino está sujeta recientemente a intensos estudios dentro de la producción avícola; se ha establecido que el intestino es un sistema orgánico pivote que media la captación de nutrientes y su uso por los animales; así mismo, el intestino también es un lugar trascendente de exposición potencial a los patógenos ambientales. Así, considera, un intestino sano y que funcione bien es la piedra angular del rendimiento óptimo de las aves. Cuando la función y la salud del intestino se ven afectadas, la digestión y la absorción de nutrientes se ven afectadas y, por lo tanto, la salud y el rendimiento de las aves se verán comprometidos.

Además de ser responsable de la absorción de nutrientes del lumen, la mucosa intestinal del pollo de engorde juega un papel importante al proporcionar una barrera efectiva entre el contenido luminal hostil y los tejidos internos del huésped. En esta noción, la mucosa intestinal es un determinante importante de la salud intestinal y el rendimiento del pollo. Para apoyar las funciones de barrera de la mucosa intestinal, es importante el equilibrio dinámico entre la capa mucosa, las células epiteliales, la microbiota y las células inmunes en el intestino. Se sabe que varios factores asociados con la dieta y los agentes de enfermedades infecciosas afectan este equilibrio dinámico

y, posteriormente, afectan el estado de salud y el rendimiento de producción del pollo (Schenk y Mueller, 2008; Yegani y Korver, 2008; Rinttilä y Apajalahti, 2013).

CONCLUSIONES

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

1. Conforme se incrementó la proporción del producto comercial, proveedor de extractos de tomillo y algarrobo europeo, en la dieta el consumo manifestó una tendencia parecida a la ley de los rendimientos decrecientes; con la mayor proporción del producto se logró el menor consumo por pollo.
2. Con el tratamiento 3, 0.30% del producto en la dieta, se logró los mayores ($P < 0.05$) incrementos de peso vivo; los tratamientos restantes no difirieron estadísticamente entre ellos.
3. El rendimiento de carcasa tendió a mejorar conforme se incrementó la presencia del producto; desde 78.4% con el testigo hasta 86.3% con el tratamiento 4.
4. Las mermas acumuladas, a las dos horas postsacrificio, en el peso de la carcasa se redujeron conforme se incrementó la proporción del producto; la merma del testigo fue de 3.94 y la del tratamiento 4 de 1.34%.
5. La conversión alimenticia acumulada, calculada con los incrementos de peso vivo, fue 9.4% más eficiente con el tratamiento 3 en comparación con el testigo, con APC; cuando se estimó con el peso de carcasa los tratamientos 3 y 4 superaron en eficiencia al testigo en 12.1 y 6.3%, respectivamente.
6. El mérito económico acumulado más eficiente con 0.3% del producto, siendo más eficiente que el testigo en 8.1%.
7. La presencia creciente del producto dio lugar a vellosidades duodenales significativamente ($P < 0.05$) más largas con el tratamiento 4; y mayor relación longitud de vellosidad: profundidad de criptas explicando la mejor conversión alimenticia hallada con el peso de la carcasa.

RECOMENDACIONES

- 1.** Emplear el producto en proporciones mayores a las recomendadas por el fabricante, sin Antibiótico Promotor del Crecimiento, cuando los pollos se vean expuestos a condiciones de estrés (pobre peso inicial, estrés térmico, etc.) por permitir mejor comportamiento productivo.
- 2.** Determinar el efecto de la inclusión del producto sobre el rendimiento de los diferentes cortes de la carcasa.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Abed, L. F. (2007). Antimicrobial activity of essential oils of some medicinal plants from Saudi Arabia. *Saudi J. Biol. Sci.* 14:53-60.
- 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., y Scott, B. C. (1994). Antioxidant actions of thymol, carvacrol, 6-gingerol, zingerone and hydroxytyrosol. *Food and Chemical Toxicology*, 32 (1): 31–36.
- Aggarwal, B. B., y Shishodia, S. (2004). Suppression of nuclear factor-kappa B activation pathway by spice-derived phytochemicals: reasoning for seasoning. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1030:434-441.
- Ahmed, M. M. (2010). Biochemical studies on nephroprotective effect of carob (*Ceratonia siliqua* L.) growing in Egypt. *Nature and Science*, 8: 41–47.
- Ankri, S., y Mirelman, D. (1999). Antimicrobial properties of allicin from garlic. *Microbes Infect.* 2:125-129.
- Aroche, R. (2015). Efecto del polvo mixto de plantas con propiedades nutracéuticas en los indicadores biológicos de cerdos en crecimiento. Tesis Máster en Producción Porcina. Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de Granma. Bayamo, República de Cuba.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., y Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils – A review. *Food Chem. Toxicol.* 46:446-475.
- Baydar, H., Sağdıç, O., Özkan, G., y Karadoğan, T. (2004). Antibacterial activity and composition of essential oils from *Origanum*, *Thymbra* and *Satureja* species with commercial importance in Turkey. *Food Control.* 15:169-172.
- Bhatt, N. (2015). Herbs and herbal supplements, a novel nutritional approach in animal nutrition. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 5(3): 497-516.
- Bishop, C. D. (1995). Anti-viral activity of the essential oil of *Melaleuca alternifolia*. *J. Essential Oil Res.* 7:641-644.
- Botsoglou, N. A., Florou-Paner, P., Christaki, E., Fletouris, D. J., y Spais, A. B. (2002). Effect of dietary oregano essential oil on performance of chickens and on iron-induced lipid oxidation of breast, thigh and abdominal fat tissues. *Br. Poult. Sci.* 43:223-230.
- Bowles, B. L., y Miller, A. J. (1993). Antibotulinal properties of selected aromatic and aliphatic aldehydes. *J. Food Prot.* 56:788-794.
- Braga, P. C., Dal Sasso, M., Culici, M., Bianchi, T., Bordoni, L., y Marabini, L. (2006). Anti-inflammatory activity of thymol: inhibitory effect on the release of human neutrophil elastase. *Pharmacology*, 77 (3): 130–136.
- Bunge, M. (1972). *La Investigación Científica, su Estrategia y su Filosofía*. 2da edición. Ediciones Ariel. Barcelona, España.
- Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods-a review. *Int. J. Food Microbiol.* 94:223-253.
- Burt, S. A., van der Zee, R., Koets, A. P., de Graaff, A. M., van Knapen, F., Gaastra, W.,...Veldhuizen, E. J. A. (2007). Carvacrol induces heat shock protein 60 and

- inhibits synthesis of flagellin in *Escherichia coli* O157:H7. *Appl. Env. Microbiol.* 73:4484-4490.
- Bustamante, L. J. C. (2019). *Cúrcuma (Curcuma longa)* y extracto comercial de tomillo (*Thymus vulgaris*) - semillas de *Ceratonía siliqua* en la dieta de pollos de carne. Tesis Ing. Zoot. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Calsamiglia, S., Busquet, M., Cardozo, P. W., Castillejos, L., y Ferret, A. (2007). Invited review: essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. *J. Dairy Sci.* 90:2580-2595.
- Carson, C. F., Mee, B. J., y Roley, T. V. (2002). Mechanism of action of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil on *Staphylococcus aureus* determined by time-kill, lysis, leakage and salt tolerance assays and electron microscopy. *Antimicrob. Agents Ch.* 46:1914-1920.
- Chen, H., Wong, E. A., and Webb, K. E., Jr. (1999). Tissue distribution of a peptide transporter mRNA in sheep, dairy cows, pigs, and chickens. *J. Anim. Sci.* 77: 1277–1283.
- Chen, H., Pan, Y.-X., Wong, E. A., Bloomquist, J. R., and Webb, K. E., Jr. (2002). Molecular cloning and functional expression of a chicken intestinal peptide transporter (cPepT1) in *Xenopus* oocytes and Chinese hamster ovary cells. *J. Nutr.* 132: 387–393.
- Choi, C. Y., Park, K., Lee, J., Jeon, Y. J., Liu, K., Oh, S., Kim, D., y Yea, S. S. (2007). Isoeugenol suppression of inducible nitric oxide synthase expression is mediated by down-regulation of NF- κ B, ERK1/2, and p38 kinase. *Eur. J. Pharmacol.* 576:151-159.
- Çiftçi, M., Güler, T., Dalkiliç, B., Ertas, O. N. (2005). The effect of anise oil (*Pimpinella anisum* L.) on broiler performance. *Int. Poult. Sci.* 4: 851-855.
- Collantes, C. (2017). Suplementación de extractos comerciales de Tomillo (*Thymus vulgaris*) y de semillas de *Ceratonía siliqua* en la dieta de pollos de carne según edad. Tesis Ing. Zoot. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Corsi, L., Avallone, R., Cosenza, F., Farina, F., Baraldi, C., & Baraldi, M. (2002). Antiproliferative effects of *Ceratonía siliqua* L. on mouse hepatocellular carcinoma cell line. *Fitoterapia*, 73: 674–684.
- Cross, D. E., McDevitt, R. M., Hillman, K., and Acamovic, T. (2007). The effects of herbs and their associated essential oils on performance, dietary digestibility and gut microflora in chickens from 7 to 28 days of age. *Brit. Poult. Sci.* 48: 496-506.
- Cross, D. E., Svoboda, K., McDevitt, R. M., and Acamovic, T. (2003). The performance of chickens fed diets with or without thyme oil and enzymes. *Brit. Poult. Sci.* 44: 18-19.
- Dasgupta, A. and Klein, K. (2014). *Antioxidants in Food, Vitamins and Supplements: Prevention and Treatment of Disease*. Elsevier. San Diego, CA, USA.
- Del Toro, M. I. (2016). Caracterización fisicoquímica de la harina de tallos de *Agave fourcroydes* y su adición nutracéutica en las dietas para conejos de ceba. Tesis Doctor en Ciencias Veterinarias. Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de Granma. Bayamo, Cuba.
- Dinarello, C. A. (2000). Proinflammatory cytokines. *Chest.* 118:503-508.
- Djeridane, A., Yousfi, M., Nadjemi, B., Boutassouna, D., Stocker, P., y Vidal, N. (2006). Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *Food Chem.* 97:654-660.

- Dorman, H. J. D. y Deans, S. G. (2000). Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *J. Appl. Microbiol.* 88:308-316.
- Duke, J. A. (1986). CRC handbook of medicinal herbs. CRC press, Florida.^[1]
- Dundar, E., Olgun, E. G., Isiksoy, S., Kurkcuoglu, M., Baser, K. H. C., y Bal, C. (2008). The effects of intra-rectal and intra-peritoneal application of *Origanum onites* L. essential oil on 2, 4, 6-trinitrobenzenesulfonic acid-induced colitis in the rat. *Exp. Toxicol. Pathol.* 59:399-408.
- Dung, N. T., Bajpai, V. K., Yoon, J. I., y Kang, S. C. (2009). Anti-inflammatory effects of essential oil isolated from the buds of *Cleistocalyx operculatus* (Roxb.) Merr and Perry. *Food Chem. Toxicol.* 47:449-453.
- Durazzo, A., Turfani, V., Narducci, V., Azzini, E., Maiani, G, y Carcea, M. (2014). Nutritional characterisation 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.
- Economou, K. D., Oreopoulou, V., y Thomopoulos, C. D. (1991). Antioxidant activity of some plant extracts of the family Labiatae. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 66:792-799.
- Essawi, T. y Srour, M. (2000). Screening of some Palestinian medicinal plants for antibacterial activity. *Journal of Ethnopharmacology*, 70 (3): 343–349.
- 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.
- Farag, R. S., Daw, Z. Y., Hewed, F. M., y El-Baroty, G. S. A. (1989). Antimicrobial activity of some Egyptian spice essential oils. *J. Food Protec.* 52:665-667.
- Frankič, T., Levart, A., y Salobir, J. (2010). The effect of vitamin E and plant extract mixture composed of carvacrol, cinnamaldehyde and capsaicin on oxidative stress induced by high PUFA load in young pigs. *Animal.* 4:572-578.
- Gal-Garber, O., and Uni, Z. (2000). Chicken intestinal aminopeptidase: Partial sequence of the gene, expression and activity. *Poult. Sci.* 79: 41–45.
- Garozzo, A., Timpanaro, R., Bisignano, B., Furneri, P. M., Bisignano, G., y Castro, A. (2009). In vitro antiviral activity of *Melaleuca alternifolia* essential oil. *Lett. Appl. Microbiol.* 49:806-808.
- Ghosh, S., Mary, M. J., y Kopp, E. B. (1998). NF- κ B and Rel proteins: evolutionary conserved mediators of immune responses. *Annu. Rev. Immunol.* 16:225-260.
- Grashorn, M. (2010). Use of phytobiotics in broiler nutrition – an alternative to infeed antibiotics? *Journal of Animal and Feed Sciences*, 19: 338-347.
- Gülçin, İ., Şat, İ. G., Beydemir, Ş., Elmastaş, M., y Küfrevioğlu, Ö. I. (2004). Comparison of antioxidant activity of clove (*Eugenia caryophyllata* Thunb) buds and lavender (*Lavandula stoechas* L.). *Food Chem.* 87:393-400.
- Hammer, K. A., Carson, C. F., y Riley, T. V. (1999). Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *J. Appl. Microbiol.* 86:985-990.
- Hart, P. H., Brand, C., Carson, C. F., Riley, T. V., Prager, R. H., y Finlay-Jones, J. J. (2000). Terpinen-4-ol the main component of the essential oil of *Melaleuca alternifolia* (tea tree oil), suppresses inflammatory mediator production by activated human monocytes. *Inflamm. Res.* 49:619-626.
- Hassler, C. M. 1996. Functional Food: The Western perspectives. *Nutr. Rev.* 11: 6.

- Helander, I. M., Alakomi, H. -L., Latva-Kala, K., Mattila-Sandholm, T., Pol, I., Smid, E. J.,... Von Wright, A. (1998). Characterization of the action of selected essential oil components on Gram-negative bacteria. *J. Agr. Food Chem.* 46:3590-3595.
- Herrmann, K. M. y Weaver, L. M. (1999). The shikimate pathway. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 50: 473-503.
- Hernández, F., Madrid, J., García, V., Orenge, J., and Megías, M. D. (2004). Influence of two plant extracts on broilers performance, digestibility, and digestive organ size. *Poult. Sci.* 83: 169- 174.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). Metodología de la Investigación. 5ta edición. McGraw-Hill/ Interamericana Editores S.A. de C.V. Impreso en Chile.
- Hiscott, J., Marois, J., Garoufalidis, J., D'Addario, M., Roulston, A., Kwan, I.,...Fenton, M. (1993). Characterization of a functional NF- κ B site in the human interleukin 1 β promoter: evidence for a positive autoregulatory loop. *Mol. Cell. Biol.* 13:6231-6240.
- 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.
- 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.
- Huyghebaert, G., Ducatelle, R., and Van Immerseel, F. (2011). An update on alternatives to antimicrobial growth promoters for broilers. *Vet. J.* 187: 182–188.
- Jamroz, D., Wertelecki, T., Houszka, M., and Kamel, C. (2006). Influence of diet type on the inclusion of plant origin active substances on morphological and histochemical characteristics of the stomach and jejunum walls in chicken. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl.)* 90: 255–268.
- Jang, I. S., Ko, Y. H., Kang, S. Y., and Lee, C. Y. (2007). Effect of a commercial essential oil on growth performance, digestive enzyme activity and intestinal microflora population in broiler chickens. *Anim. Feed Sci. Technol.* 134: 304-315.
- Jobin, C., Bradham, C. A., Russo, M. P., Juma, B., Narula, A.S., Brenner, D.A., y Sartor, R. B. (1999). Curcumin blocks cytokine-mediated NF- κ B activation and proinflammatory gene expression by inhibiting inhibitory actor I- κ B kinase activity. *J. Immunol.* 163:3474-3483.
- Juven, B. J., Kanner, J., Schved, F., y Weisslowicz, H. (1994). Factors that interact with the antibacterial action of thyme essential oil and its active constituents. *J. Appl. Bacteriol.* 76:626-631.
- Kanai, Y., and Hediger, M. A. (2004). The glutamate/neutral amino acid transporter family SLC1: Molecular, physiological and pharmacological aspects. *Eur. J. Physiol.* 447: 469–479.
- Kerrola, K. (1995). Literature review: Isolation of essential oils and flavor compounds by dense carbon dioxide. *Food Rev. Int.*, 11:547-573.
- Kim, S. S., Oh, O., Min H., Park, E., Kim, Y., Park, H. J.,...Lee, S. K. (2003). Eugenol suppresses cyclooxygenase-2 expression in lipopolysaccharide-stimulated mouse macrophage RAW264.7 cells. *Life Sci.* 73:337-348.
- Knobloch, K., Pauli, A., Ibertl, B., Weigand, H., y Weis, N. (1989). Antibacterial and antifungal properties of essential oil components. *J. Essential Oil Res.* 1:119-128.

- Kotrotsios, N. V., Christaki, E., Bonos, E., y Floru-Paneri, P. (2012). Dietary carob pods on growth performance and meat quality of fattening pigs. *Asian Australian Journal Animal Science*, 6: 880-885.
- Lambert, R. J. W., Skandamis, P. N., Coote, P. J., y Nychas, G. –J. E. (2001). A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. *J. Appl. Microbiol.* 91:453-462.
- Landa, P., Kokoska, L., Pribylova, M., Vanek, T., y Marsik, P. (2009). In vitro anti-inflammatory activity of carvacrol: inhibitory effect on COX-2 catalyzed prostaglandin E2 biosynthesis. *Arch. Pharm. Res.* 32:75-78.
- Lang, A., Lahav, M., Sakhnini, E., Barshack, I., Fidder, H. H., Avidan, B., Bardan, E., Hershkoviz, R., Bar-Meir, S., y Chowers, Y. (2004). Allicin inhibits spontaneous and TNF- α induced secretion of proinflammatory cytokines and chemokines from intestinal epithelial cells. *Clin. Nutr.* 23:1199-1208.
- Lawrence, B. M. y Reynolds, R. J. (1984). Progress in essential oils. *Perfumer and Flavorist.* 9:23-31.
- Lee, K. -W., Events, H., and Beynen, A. C. (2004). Essential oils in broiler nutrition. *Int. J. Poult. Sci.* 3:738-752.
- Lee, S. H., Lee, S. Y., Son, D. J., Lee, H., Yoo, H. S., Song, S., Oh, K. W., Han, D. C., B. M. K, y Hong, J. T. (2005). Inhibitory effect of 2'-hydroxycinnamaldehyde on nitric oxide production through inhibition of NF- κ B activation in RAW 264.7 cells. *Biochem. Pharmacol.* 69:791-799.
- Lee, Y., Hung, S., Pai, S., Lee, Y., and Yang, S. (2007). Eugenol suppressed and expression of lipopolysaccharide-induced proinflammatory mediators in human macrophages. *J. Endod.* 33:698-702.
- Leibach, F. H., and Ganapathy, V. (1996). Peptide transporters in the intestine and kidney. *Annu. Rev. Nutr.* 16: 99–119.
- Lens-Lisbonne, C., Cremieux, A., Maillard, C., and Balansard, G. (1987). Methods for evaluation of antibacterial activity of essential oils: application to essences of thyme and cinnamon. *J. Pharm. Belg.* 42:297-302.
- 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.
- Li, W., Tsubouchi, R., Qiao, S., Haneda, M, Murakami, K, and Yoshino, M. (2006). Inhibitory action of eugenol compounds on the production of nitric oxide in RAW264.7 macrophages. *Biomed. Res.* 27:69-74.
- Matthews, J. C., Wong, E. A., Bender, P. K., Bloomquist, J. R., and K. E. Webb, K. E., Jr. (1996). Demonstration and characterization of dipeptide transport system activity in sheep omasal epithelium by expression of mRNA in *Xenopus laevis* oocytes. *J. Anim. Sci.* 74: 1720–1727.
- McCall, M. R. y Frei, B. (1999). Can antioxidant vitamins materially reduce oxidative damage in humans? *Free Radical Biol. Med.* 26:1034-1053.
- 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.
- 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.
- Miziorko, H. M. (2011). Enzymes of the mevalonate pathway of isoprenoid biosynthesis. *Arch. Biochem. Biophys.* 505:131-143.

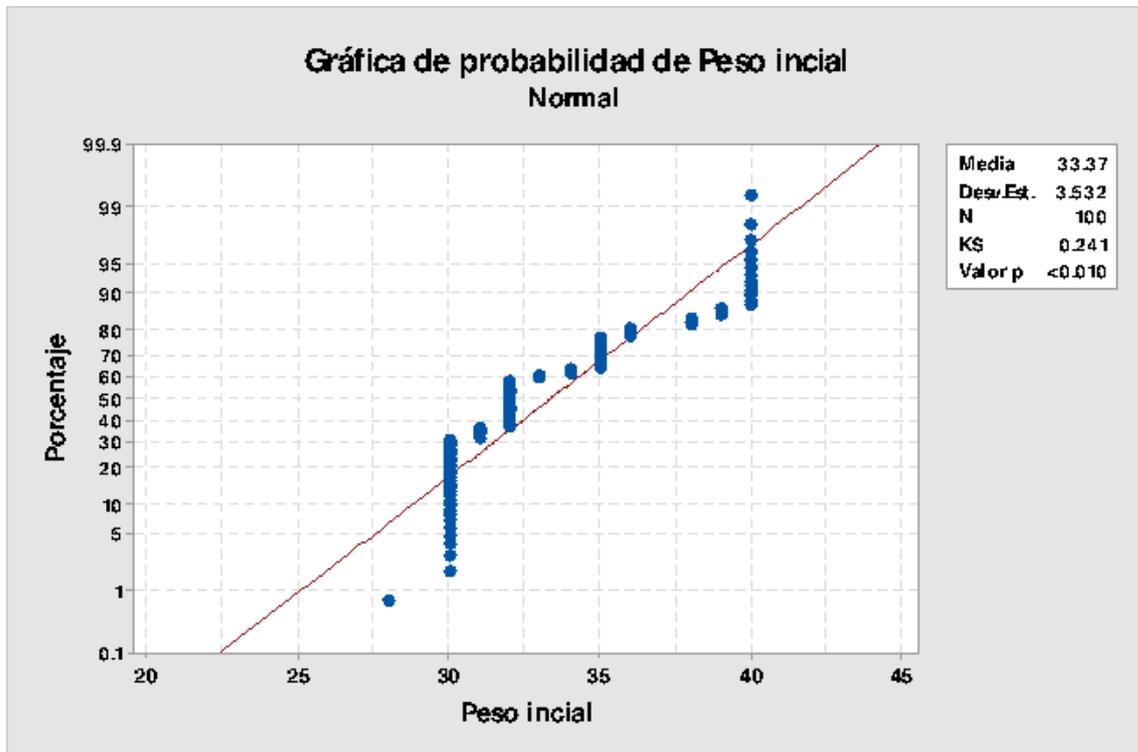
- Mohammed, A. A., and Abbas, R. J. (2009). The effect of using fennel seeds (*Foeniculum vulgare* L.) on productive performance of broiler chickens. *Int. J. Poult. Sci.* 8: 642-644.
- Moon, T., Wilkinson, J. M., y Cavanagh, H. M. A. (2006). Antiparasitic activity of two Lavandula essential oils against *Giardia duodenalis*, *Trichomonas vaginalis* and *Hexamita inflata*. *Parasitol. Res.* 99:722-728.
- 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.
- Oboh, G., Puntel, R. L., y Rocha, J. B. T. (2007). Hot pepper (*Capsicum annum*, Tepin and *Capsicum chinese*, Habanero) prevent Fe²⁺-induced lipid peroxidation in brain – in vitro. *Food Chem.* 102:178-185.
- Ostle, B. (1979). Estadística Aplicada. Limusa. México. 629 pp.
- Palacin, M., and Kanai, Y. (2004). The ancillary proteins of HATs: SLC3 family of amino acid transporters. *Eur. J. Physiol.* 447: 490–494.
- Pan, Y.-X., Wong, E. A., Bloomquist, J. R., and Webb, K. E., Jr. (1997). Poly(A)+ RNA from sheep omasal epithelium induces expression of a peptide transport protein(s) in *Xenopus laevis* oocytes. *J. Anim. Sci.* 75: 3323–3330.
- Pandey, R., Kalra, A., Tandon, S., Methrotra, N., Singh, H. N., y Kumar, S. (2000). Essential oils as potent sources of nematicidal compounds. *J. Phytopathology.* 148:501-502.
- Pessoa, L. M., Morais, S. M., Bevilaqua, C. M. L., y Luciano, J. H. S. (2002). Anthelmintic activity of essential oil of *Ocimum gratissimum* Linn. and eugenol against *Haemonchus contortus*. *Vet. Parasitol.* 109:59-63.
- Pettigrew, J. E. (2006). Reduced use of antibiotic growth promoters in diets fed to weanling pigs: dietary tools, part 1. *Anim. Biotechnol.* 17:207-215.
- Pinto, E., Pina-Vaz, C., Salgueiro, L., Gonçalves, M. J., Costa-de-Oliveira, S., Cavaleiro, C., Palmeira, A., Rodrigues, A., y Martinez-de-Oliveira, J. (2006). Antifungal activity of the essential oil of *Thymus pulegioides* on *Candida*, *Aspergillus* and dermatophyte species. *J. Med. Microbiol.* 55:1367-137.
- Rice, N. R. y Ernst, M. K. (1993). In vivo control of NF- κ B activation by I κ B α . *The EMBO Journal.* 12:4685-4695.
- Rinttilä, T., and Apajalahti, J. (2013). Intestinal microbiota and metabolites – implications for broiler chicken health and performance. *J. Appl. Poult. Res.* 22: 647–658.
- 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.
- Scheffler, E. (1982). Bioestadística. Fondo Educativo Interamericano. EE. UU. de N. A.
- Schenk, M., and Mueller, C. (2008). The mucosal immune system at the gastrointestinal barrier. *Best Pract. Res. Clin. Gastroenterol.* 22: 391–409.
- 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.
- Seigler, D. S. (1998). Phenylpropanoids. In: Plant secondary metabolism. D. S. Seigler. Ed. Kluwer Academic Publishers, Boston. pp. 106-129.

- Simsek, U. G., M. Çiftçi, B. Dalkilic, T. Guler, O. N. Ertas. 2007. The effects of dietary antibiotic and anise oil supplementation on body weight, carcass characteristics and organoleptic analysis of meat in broilers. *Rev. Med. Vet.* 158, 514-518.
- Singleton, V. L. & Rossi, J. A. J. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.*, 16: 144 – 158.
- Slamenova, D., Horvathova, E., Marsalkova, L., y Wsolova, L. (2008). Carvacrol given to rats in drinking water reduces the level of DNA lesions induced in freshly isolated hepatocytes and testicular cells by H₂O₂. *Neoplasma*. 55:394-399.
- Sökmen, M., Serkedjieva, J., Daferera, D., Gulluce, M., Polissiou, M., Tepe, B., Akpulat, H. A., Sahin, F, y Sokmen, A. (2004). In vitro antioxidant, antimicrobial, and antiviral activities of the essential oil and various extracts from herbal parts and callus cultures of *Origanum acutidens*. *J. Agric. Food Chem.* 52:3309-3312.
- 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.
- Sosa, S., Altinier, G., Politi, M., Braca, A., Morelli, I., y Loggia, R. D. (2005). Extracts and constituents of *Lavandula multifida* with topical anti-inflammatory activity. *Phytomedicine*. 12:271-277.
- Stein, H. H. y Kil, D. Y. (2006). Reduced use of antibiotic growth promoters in diets fed to weanling piglets: dietary tools, part 2. *Anim. Biotech.* 17:217-231.
- Sugiharto, S. (2016). Role of nutraceuticals in gut health and growth performance of poultry. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 15(2): 99-111.
- Surburg, H. y Panten, J. (2006). Common fragrance and flavor materials: preparation, properties and uses. Wiley-VCH, Weinheim, p 289-303.
- Suzuki, Y. & Furuta, H. (1988). Stimulation of guinea pig neutrophil superoxide anion-producing system with thymol. *Inflammation*, 12 (6): 575–584.
- Teissedre, P. L. y Waterhouse, A. L. (2000). Inhibition of oxidation of human low-density lipoproteins by phenolic substances in different essential oils varieties. *J. Agric. Food Chem.* 48:3801-3805.
- Toghyani, M., Tohidi, M., A. A. Gheisari, and S. A. Tabeidian. 2010. Performance, immunity, serum biochemical and hematological parameters in broiler chicks fed dietary thyme as alternative for an antibiotic growth promoter. *Afr. J. Biotechnol.* 9: 6819-6825.
- Tung, Y., Chua, M., Wang, S., y Chang, S. (2008). Anti-inflammation activities of essential oil and its constituents from indigenous cinnamon (*Cinnamomum osmophloeum*) twigs. *Bioresource Technol.* 99:3908-3913.
- Ultee, A. y Smid, E. J. (2001). Influence of carvacrol on growth and toxin production by *Bacillus cereus*. *Int. J. Food Microbiol.* 64:373-383.
- 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.

- Verrey, F., Closs, E., Wagner, C., Palacin, M., Endou, H., and Kanai, Y. (2004). CATs and HATs: The SLC7 family of amino acid transporters. *Eur. J. Physiol.* 447: 532–542.
- Vidanarachchi, J. K., Mikkelsen, L. L., Sims, I., Iji, P. A., and Choct, M. (2005). Phytobiotics: alternatives to antibiotic growth promoters in monogastric animal feeds. *Recent Adv. Anim. Nutr. Aust.* 15: 131–144.
- 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.
- Wilson, D. J., Patton, S., Florova, G., Hale, V., y Reynolds, K. A. (1998). The shikimic acid pathway and polyketide biosynthesis. *J. In. Microbiol. Biotech.* 20:299-303.
- Windisch, W. M., Schedle, K., Plitzner, C., and Kroismayr, A. (2008). Use of phytogenic products as feed additives for swine and poultry. *J. Anim. Sci.*, **86**: 140-148.
- Wong, S. Y., Grant, I. R., Friedman, M., Elliott, C. T., and Situ, C. (2008). Antibacterial activities of naturally occurring compounds against *Mycobacterium avium* subsp. paratuberculosis. *Appl Environ Microbiol.* 74: 5986–5990.
- Xie, Q., Kashiwabara, Y., y Nathan, C. (1994). Role of transcription factor NF- κ B/Rel in induction of nitric oxide synthase. *J. Biol. Chem.* 269:4705-4708.
- Xu, J., Zhou, F., Ji, B. –P., Pei, R. –S., y Xu, N. (2008). The antibacterial mechanism of carvacrol and thymol against *Escherichia coli*. *Lett. Appl. Microbiol.* 47:174-179.
- Yegani, M., and Korver, D. R. (2008). Factors affecting intestinal health in poultry. *Poult. Sci.* 87: 2052–2063.
- 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 inicial



Anexo 2. Prueba de homogeneidad de varianzas con el peso 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

Tratamientos	N	Desv.Est.	IC
1	25	2.60000	(1.59129, 4.71966)
2	25	3.78594	(2.70785, 5.88080)
3	25	3.61109	(2.50989, 5.77214)
4	25	3.81357	(3.04485, 5.30654)

Nivel de confianza individual = 98.75%

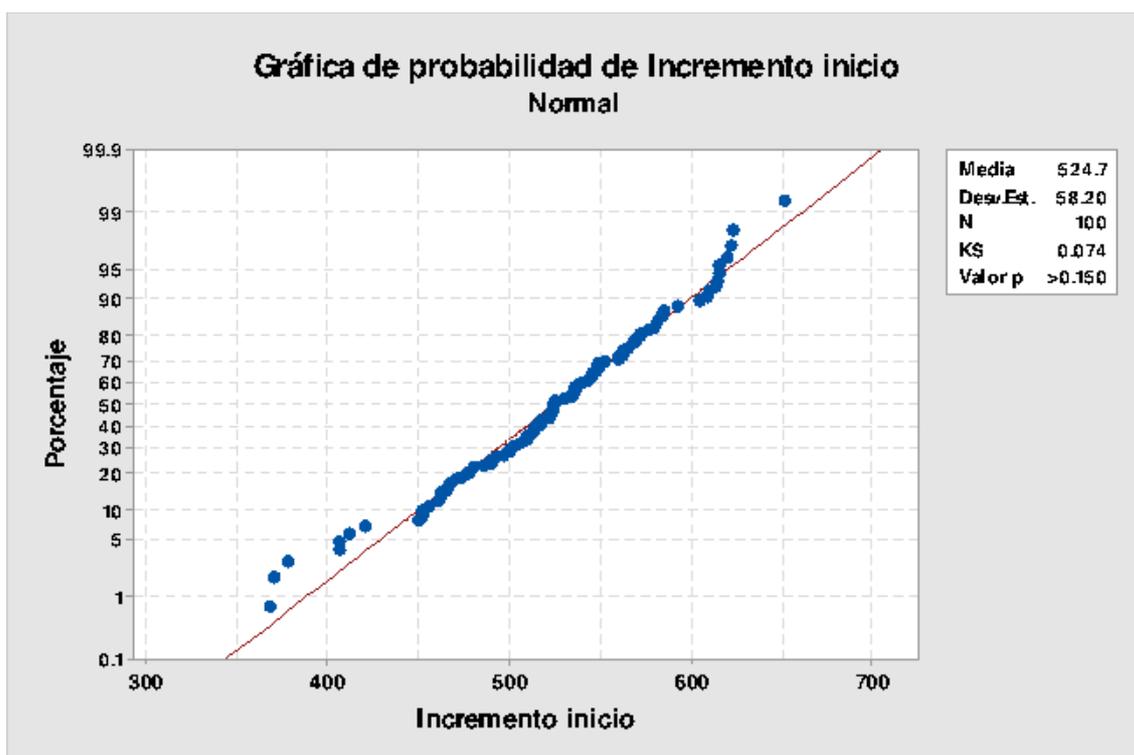
Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0.208
Levene	1.30	0.279

Anexo 3. Estadísticos descriptivos del peso inicial

Variable	Tratamientos	N	N*	Media	Error estándar de la media	Desv.Est.	Mínimo	Q1	Mediana
Peso inicial	1	25	0	32.520	0.520	2.600	30.000	30.500	32.000
	2	25	0	33.200	0.757	3.786	30.000	30.000	32.000
	3	25	0	33.040	0.722	3.611	30.000	30.000	32.000
	4	25	0	34.720	0.763	3.814	28.000	32.000	35.000

Anexo 4. Prueba de normalidad con los incrementos de peso en el Inicio



Anexo 5. Prueba de homogeneidad de varianzas con los incrementos de peso en Inicio

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

Tratamientos	N	Desv.Est.	IC
1	25	59.9495	(36.7186, 108.742)
2	25	59.8119	(41.0662, 96.784)
3	25	55.2139	(41.3984, 81.814)
4	25	56.6784	(37.3367, 95.590)

Nivel de confianza individual = 98.75%

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0.979
Levene	0.01	0.998

Anexo 6. Análisis de varianza con el incremento de peso en inicio

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
Tratamientos	4	1, 2, 3, 4

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	3	12907	4302	1.28	0.285
Error	96	322378	3358		
Total	99	335285			

Resumen del modelo

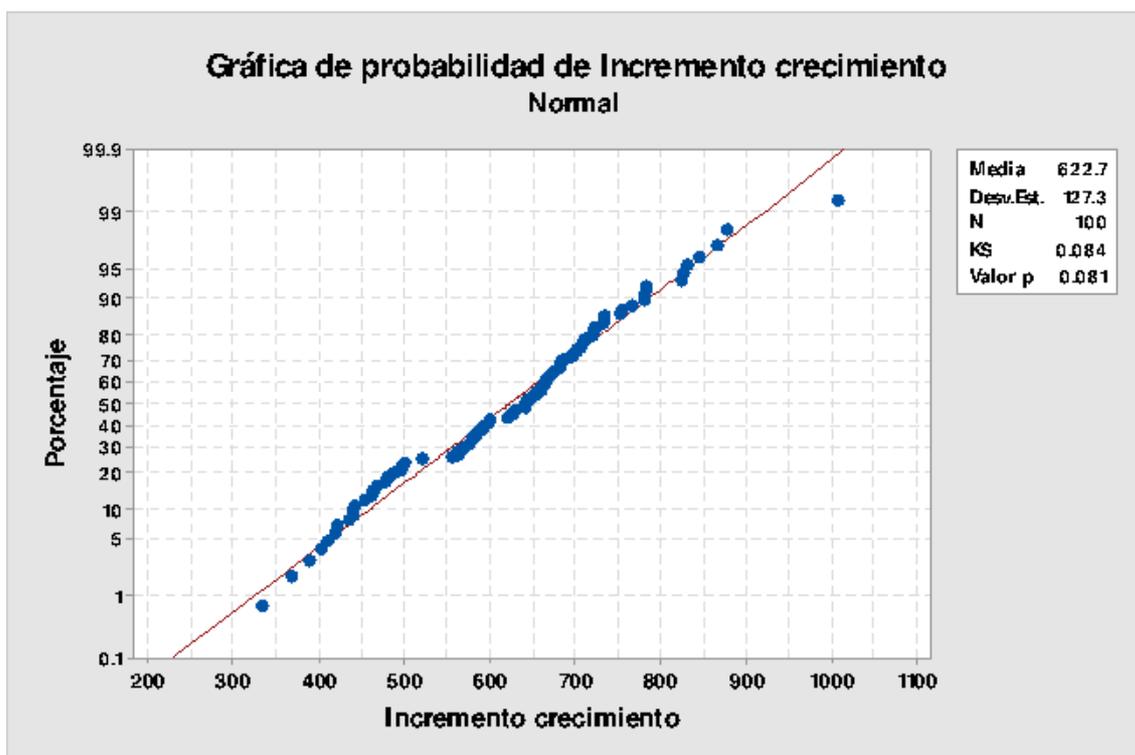
S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
57.9492	3.85%	0.84%	0.00%

Medias

Tratamientos	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	25	544.2	59.9	(521.2, 567.2)
2	25	518.7	59.8	(495.7, 541.7)
3	25	516.1	55.2	(493.1, 539.1)
4	25	519.8	56.7	(496.8, 542.8)

Desv.Est. agrupada = 57.9492

Anexo 7. Prueba de normalidad para incremento de peso en Crecimiento



Anexo 8. Prueba de homogeneidad de varianzas con el incremento de peso en crecimiento

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

Tratamientos	N	Desv.Est.	IC
1	25	109.496	(85.4711, 155.843)
2	25	90.200	(69.2489, 130.530)
3	25	119.983	(76.9441, 207.865)
4	25	83.092	(58.2318, 131.725)

Nivel de confianza individual = 98.75%

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0.390
Levene	0.78	0.508

Anexo 9. Análisis de varianza con los incrementos de peso en el Crecimiento

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
Tratamientos	4	1, 2, 3, 4

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	3	610323	203441	19.64	0.0001
Error	96	994214	10356		

Total	99	1604536			
-------	----	---------	--	--	--

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
101.766	38.04%	36.10%	32.77%

Medias

Tratamientos	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	25	518.0	109.5	(477.6, 558.4)
2	25	577.4	90.2	(537.0, 617.8)
3	25	707.0	120.0	(666.6, 747.4)
4	25	688.2	83.1	(647.8, 728.6)

Desv.Est. agrupada = 101.766

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamientos	N	Media	Agrupación	
3	25	707.0	A	
4	25	688.2	A	
2	25	577.4		B
1	25	518.0		B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 10. Análisis de regresión incremento de peso crecimiento vs. Tratamientos

La ecuación de regresión es:

$$\text{Incremento crecimiento} = 748.0 - 447.5 \text{ Tratamientos} + 254.1 \text{ Tratamientos}^2 - 36.48 \text{ Tratamientos}^3$$

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)
101.766	38.04%	36.10%

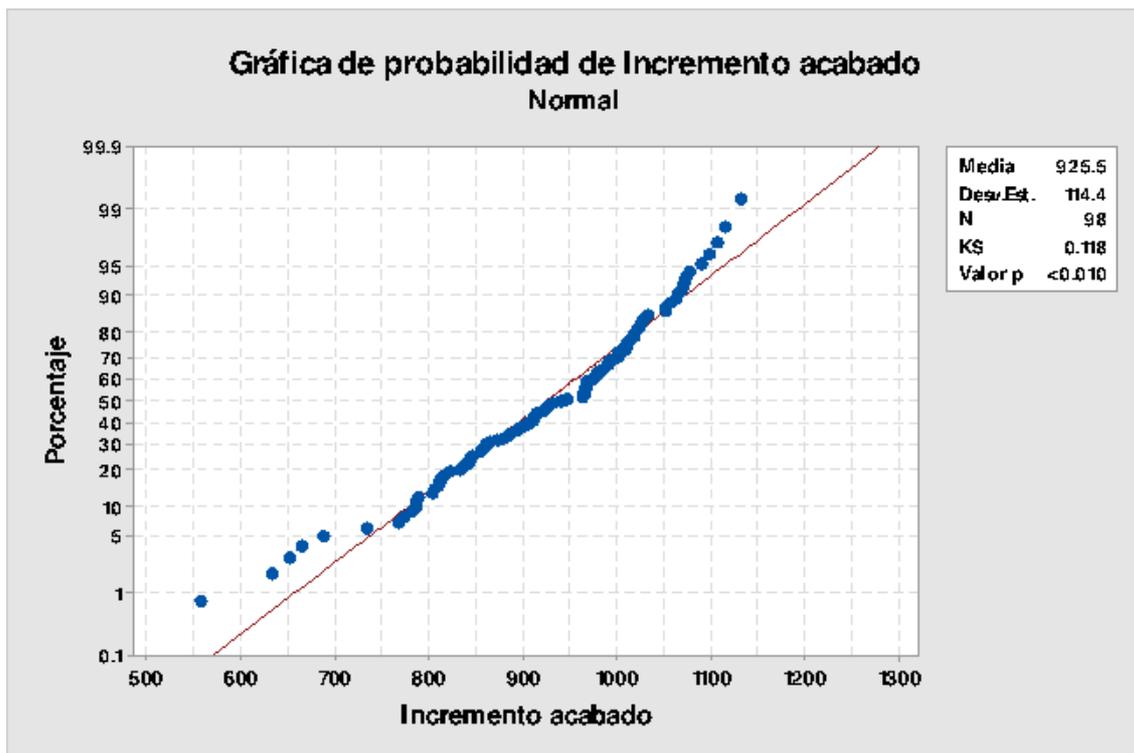
Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	3	610323	203441	19.64	0.0001
Error	96	994214	10356		
Total	99	1604536			

Análisis de varianza secuencial

Fuente	GL	SC	F	P
Lineal	1	512256	45.96	0.0001
Cuadrático	1	38181	3.51	0.064
Cúbico	1	59886	5.78	0.018

Anexo 11. Prueba de normalidad para incremento de peso en acabado



Anexo 12. Prueba de homogeneidad de varianzas con el incremento de peso en acabado

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

Tratamientos	N	Desv.Est.	IC
1	23	82.9516	(61.1659, 126.202)
2	24	70.9421	(50.0987, 112.126)
3	25	66.3997	(45.8365, 106.865)
4	25	96.5035	(65.1099, 158.910)

Nivel de confianza individual = 98.75%

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0.412
Levene	0.56	0.645

Anexo 13. Análisis de varianza con el incremento de peso en acabado

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$
Filas no utilizadas	1

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

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

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	3	665794	221931	34.60	0.0001
Error	93	596460	6414		
Total	96	1262254			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
80.0846	52.75%	51.22%	48.60%

Medias

Tratamientos	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	23	975.7	83.0	(942.5, 1008.8)
2	24	919.6	70.9	(887.1, 952.0)
3	25	1011.5	66.4	(979.7, 1043.3)
4	25	795.5	96.5	(763.7, 827.3)

Desv.Est. agrupada = 80.0846

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamientos	N	Media	Agrupación		
3	25	1011.5	A		
1	23	975.7	A	B	
2	24	919.6		B	
4	25	795.5			C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 14. Análisis de regresión incremento de peso acabado vs. Tratamientos

La ecuación de regresión es

$$\text{Incremento acabado} = 1636 - 1114 \text{ Tratamientos} + 529.8 \text{ Tratamientos}^2 - 75.97 \text{ Tratamientos}^3$$

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)
80.0846	52.75%	51.22%

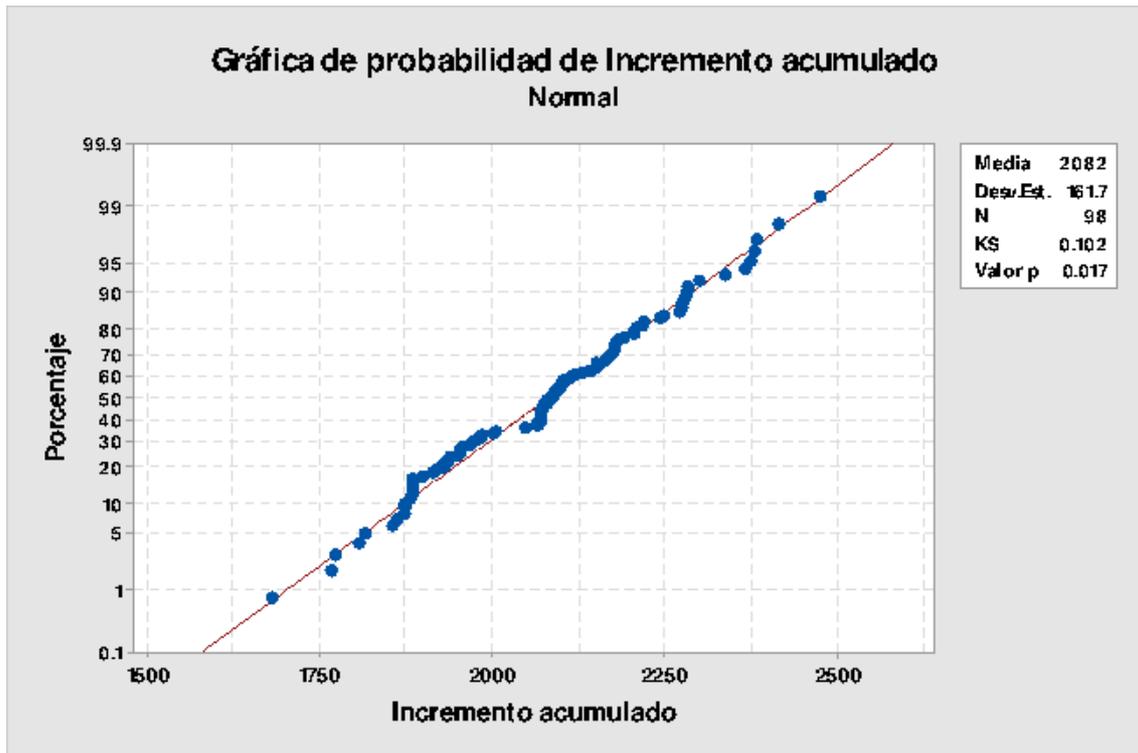
Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	3	665794	221931	34.60	0.0001
Error	93	596460	6414		
Total	96	1262254			

Análisis de varianza secuencial

Fuente	GL	SC	F	P
Lineal	1	247770	23.20	0.0001
Cuadrático	1	164170	18.15	0.0001
Cúbico	1	253854	39.58	0.0001

Anexo 15. Prueba de normalidad para incremento de peso acumulado



Anexo 16. Prueba de homogeneidad de varianzas con el incremento de peso acumulado

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

Tratamientos	N	Desv.Est.	IC
1	23	135.882	(105.710, 195.945)
2	24	126.175	(99.956, 177.772)
3	25	115.859	(89.338, 166.931)
4	25	141.294	(100.318, 221.097)

Nivel de confianza individual = 98.75%

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0.732
Levene	0.48	0.695

Anexo 17. Análisis de varianza con el incremento de peso acumulado

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$
Filas no utilizadas	1

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

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

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	3	961395	320465	18.94	0.000
Error	93	1573667	16921		
Total	96	2535062			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
130.081	37.92%	35.92%	32.46%

Medias

Tratamientos	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	23	2037.0	135.9	(1983.1, 2090.8)
2	24	2022.4	126.2	(1969.7, 2075.1)
3	25	2249.9	115.9	(2198.3, 2301.6)
4	25	2011.4	141.3	(1959.7, 2063.1)

Desv.Est. agrupada = 130.081

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamientos	N	Media	Agrupación	
3	25	2249.9	A	
1	23	2037.0		B
2	24	2022.4		B
4	25	2011.4		B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 18. Análisis de regresión incremento acumulado de peso vs. Tratamientos

La ecuación de regresión es

$$\text{Incremento acumulado} = 3002 - 1676 \text{ Tratamientos} + 829.1 \text{ Tratamientos}^2 - 118.0 \text{ Tratamientos}^3$$

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)
130.081	37.92%	35.92%

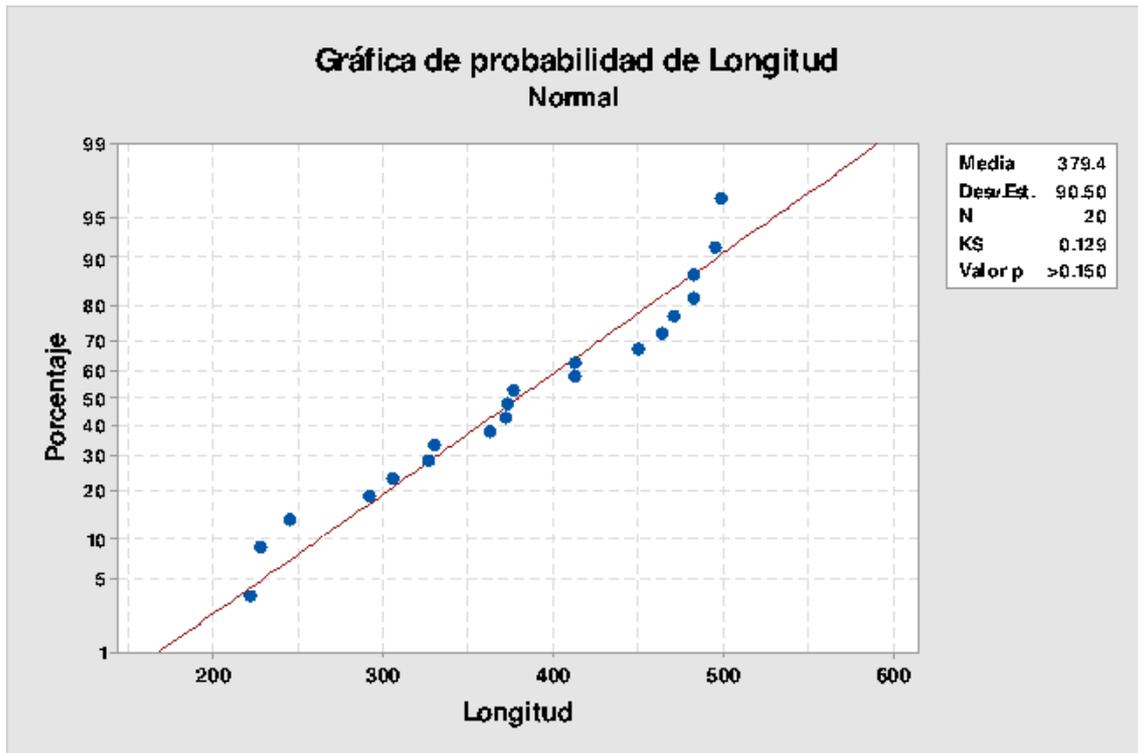
Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	3	961395	320465	18.94	0.0001
Error	93	1573667	16921		
Total	96	2535062			

Análisis de varianza secuencial

Fuente	GL	SC	F	P
Lineal	1	24676	0.93	0.336
Cuadrático	1	324170	13.94	0.0001
Cúbico	1	612549	36.20	0.0001

Anexo 19. Prueba de normalidad para longitud de vellposidades intestinales



Anexo 20. Prueba de homogeneidad de varianzas para longitud de vellosidades intestinales

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

Tratamientos	N	Desv.Est.	IC
1	7	88.6633	(24.1399, 506.310)
2	4	89.6990	(24.9632, 858.182)
3	5	34.2463	(9.9521, 235.475)
4	4	37.6509	(4.0080, 941.743)

Nivel de confianza individual = 98.75%

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0.054
Levene	2.04	0.149

Anexo 21. Análisis de varianza para longitud de vellosidades intestinales

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
Tratamientos	4	1, 2, 3, 4

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	3	75358	25119	5.01	0.012
Error	16	80249	5016		
Total	19	155607			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
70.8205	48.43%	38.76%	21.60%

Medias

Tratamientos	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	7	303.2	88.7	(246.4, 359.9)
2	4	404.2	89.7	(329.1, 479.2)
3	5	395.9	34.2	(328.8, 463.0)
4	4	467.2	37.7	(392.2, 542.3)

Desv.Est. agrupada = 70.8205

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamientos	N	Media	Agrupación	
4	4	467.2	A	
2	4	404.2	A	B
3	5	395.9	A	B
1	7	303.2		B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 22. Análisis de regresión longitud de vellosidades vs. Tratamientos

La ecuación de regresión es

$$\text{Longitud} = -95.9 + 611.1 \text{ Tratamientos} - 243.5 \text{ Tratamientos}^2 + 31.47 \text{ Tratamientos}^3$$

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)
70.8205	48.43%	38.76%

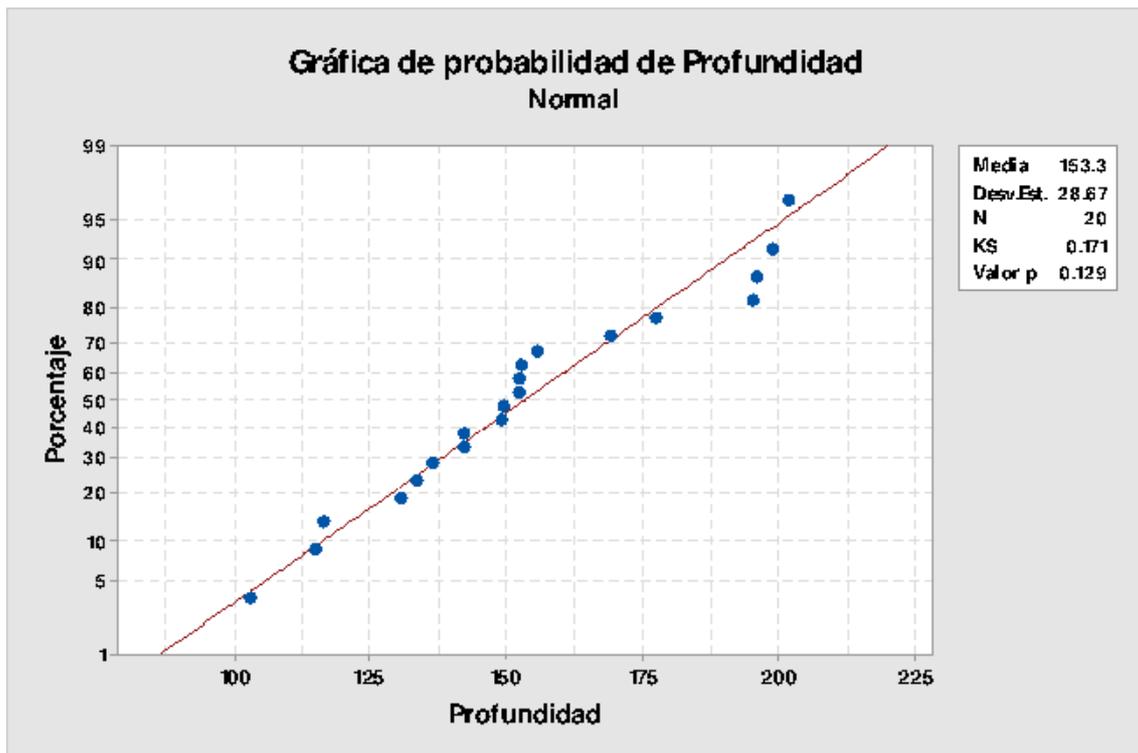
Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	3	75358	25119.5	5.01	0.012
Error	16	80249	5015.5		
Total	19	155607			

Análisis de varianza secuencial

Fuente	GL	SC	F	P
Lineal	1	66411.8	13.40	0.002
Cuadrático	1	920.7	0.18	0.679
Cúbico	1	8026.0	1.60	0.224

Anexo 23. Prueba de normalidad para profundidad de criptas



Anexo 24. Prueba de homogeneidad de varianzas para profundidad de criptas

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

Tratamientos	N	Desv.Est.	IC
1	7	31.7965	(13.8097, 113.825)
2	4	2.4534	(0.3144, 50.977)
3	5	32.4478	(12.0962, 173.921)
4	4	33.5769	(10.3402, 290.306)

Nivel de confianza individual = 98.75%

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0.000
Levene	2.74	0.078

Anexo 25. Análisis de varianza con la profundidad de criptas

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
Tratamientos	4	1, 2, 3, 4

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	3	1938	646.1	0.76	0.535
Error	16	13678	854.9		
Total	19	15616			

Resumen del modelo

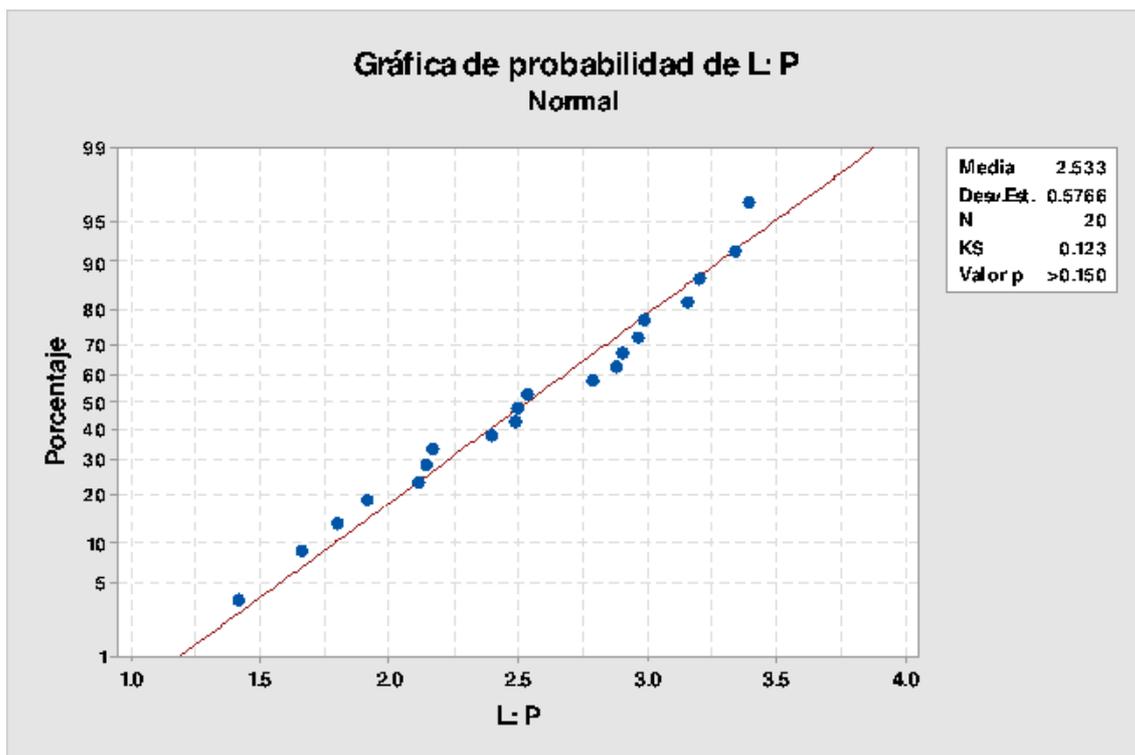
S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
29.2381	12.41%	0.00%	0.00%

Medias

Tratamientos	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	7	143.5	31.8	(120.1, 167.0)
2	4	152.33	2.45	(121.34, 183.32)
3	5	153.7	32.4	(125.9, 181.4)
4	4	171.1	33.6	(140.1, 202.1)

Desv.Est. agrupada = 29.2381

Anexo 26. Prueba de normalidad para la relación longitud: profundidad



Anexo 27. Prueba de homogeneidad de varianzas con la relación longitud: profundidad

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

Tratamientos	N	Desv. Est.	IC
1	7	0.702200	(0.405671, 1.88979)
2	4	0.598567	(0.147235, 6.47916)
3	5	0.410127	(0.123795, 2.71498)
4	4	0.456472	(0.074657, 7.43125)

Nivel de confianza individual = 98.75%

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0.588
Levene	0.76	0.534

Anexo 28. Análisis de varianza para la relación longitud: profundidad

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
Tratamientos	4	1, 2, 3, 4

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	3	0.9850	0.3283	0.99	0.424
Error	16	5.3313	0.3332		
Total	19	6.3162			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.577239	15.59%	0.00%	0.00%

Medias

Tratamientos	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	7	2.240	0.702	(1.777, 2.702)
2	4	2.655	0.599	(2.043, 3.266)
3	5	2.641	0.410	(2.094, 3.189)
4	4	2.791	0.456	(2.179, 3.403)

Desv.Est. agrupada = 0.577239