



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

**Combinación de *Curcuma longa* L. – *Piper nigrum* L. y el tamaño de
órganos de pollos de carne**

TESIS

**Presentada para
optar el título profesional de
INGENIERO ZOOTECNISTA**

Autor

Bach. Alvarado Ojeda, César Enrique

Asesores

Del Carpio Hernández, Sergio Rafael Bernardo, M. Sc.

(ORCID id: 0000-0002-1526-8099)

Del Carpio Ramos, Pedro Antonio, Dr.

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

Lambayeque [24/ 03/ 2023]

**Combinación de *Curcuma longa* L. – *Piper nigrum* L. y el tamaño de órganos
en pollos de carne**

TESIS

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

INGENIERO ZOOTECNISTA

Autor: Alvarado Ojeda, César Enrique

**Sustentada y aprobada ante el
siguiente jurado**

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



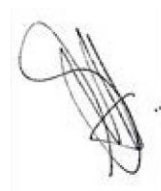
Ing. Flores Paiva, Alejandro, M. Sc.
Secretario



Ing. Arriola Vega, Allan Joel, M. Sc.
Vocal



Ing. Del Carpio Hernández, Sergio R. B., M. Sc. -----
Asesor



Ing. Del Carpio Ramos, Pedro Antonio, Dr. C. -----
Asesor





UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA
ACTA DE SUSTENTACION VIRTUAL
Nº 005- 2023/FIZ



Siendo las 6:00 pm del día viernes 24 de marzo de 2023, de acuerdo a lo dispuesto en la Resolución N° 034-2023-VIRTUAL-FIZ/D de fecha 22 de marzo de 2023, que autoriza la sustentación virtual de la tesis "COMBINACION DE CURCUMA LONGA L.-PIPER NIGRUM L. Y EL TAMAÑO DE ORGANOS DE POLLOS DE CARNE", presentado por el bachiller CESAR ENRIQUE ALVARADO OJEDA, se reunieron vía plataforma virtual: <https://meet.google.com/wig-bwwn-uhh?authuser=0> los miembros de jurado designados con Resolución N° 204-2022-VIRTUAL-FIZ/D de fecha 14 de diciembre de 2022: Ing. Rafael Antonio Guerrero Delgado M. Sc. (Presidente); Ing. Alejandro Flores Paiva, M. Sc. (Secretario); Ing. Allan Joel Ariola Vega, M. Sc., (Vocal) e Ingenieros Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr. y Sergio Rafael B. Del Carpio Hernández, M. Sc. (Patrocinadores) para dictaminar sobre la sustentación del trabajo de tesis antes citado, el cual fue aprobado con Resolución N° 004-2023-VIRTUAL-FIZ/D, de fecha 3 de enero de 2023.

Concluida la sustentación de la tesis por parte del sustentante, absueltas las preguntas realizadas por los miembros del jurado y participación de los señores asesores, los miembros de jurado se reunieron vía plataforma virtual <https://meet.google.com/uhi-tzvi-xhx?authuser=0> para deliberar y calificar la sustentación de la tesis: "COMBINACION DE CURCUMA LONGA L.-PIPER NIGRUM L. Y EL TAMAÑO DE ORGANOS DE POLLOS DE CARNE", presentado por el bachiller CESAR ENRIQUE ALVARADO OJEDA, habiendo acordado APROBAR el trabajo de tesis con la nota en escala vigesimal de 20 equivalente al calificativo de Excelente

Por lo tanto, el Bachiller en Ingeniería Zootecnia CESAR ENRIQUE ALVARADO OJEDA; se encuentra APTO para recibir el Título Profesional de Ingeniero Zootecnista de acuerdo a la ley Universitaria N° 30220 y normatividad vigente de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo y Facultad de Ingeniería Zootecnia.

Siendo las 7:04 pm se dio por concluido el presente acto académico firmando en señal de conformidad los miembros de jurado y asesores.

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

Ing. Alejandro Flores Paiva, M. Sc.
SECRETARIO

Ing. Allan Joel Arriola Vega, M. Sc.
VOCAL

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

Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr.
ASESOR

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Alvarado Ojeda, César Enrique, investigador principal, y Del Carpio Hernández, Sergio Rafael Bernardo, M. Sc., y Del Carpio Ramos, Pedro Antonio, Dr., asesores, del trabajo de investigación **Combinación de *Curcuma longa* L. – *Piper nigrum* L. y el tamaño de órganos 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 2023.



Alvarado Ojeda, César Enrique



Del Carpio Hernández, Sergio Rafael Bernardo



Del Carpio Ramos, Pedro Antonio

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mi familia (padres, hermanos y abuelos), por su amor y apoyo moral desde que tengo uso de razón. Todo esto me impulso a aprender a sobrellevar las dificultades que se nos presentan en la vida.

En especial, a mis padres que son los guías y las personas que me han apoyado a lo largo de mi corta vida, impulsándome con su buenas vibras, su esfuerzo y sobre todo por sus buenos consejos que me sirvieron para perseguir mis metas y no bajar los brazos durante la realización de esta investigación. Además, porque gracias a ellos tuve el soporte material y económico para concentrarme en mi etapa académica y terminarla de la mejor manera.

También me la dedico a mí, ya que sin un poco de paciencia no hubiese podido dar un paso más en esta etapa tan importante de mi vida.

AGRADECIMIENTO

A mis asesores, los Ingenieros Sergio Rafael Bernardo Del Carpio Hernández, M. Sc., y Pedro Antonio del Carpio Ramos, Dr., por su dedicación y paciencia; puesto que, sin sus tutorías y correcciones no hubiese sido posible llegar a esta instancia tan anhelada.

A mi colega y amigo Christian de Jesús Sánchez Álvarez, por su responsabilidad y aporte al presente trabajo de investigación, apoyándonos ambos en el desarrollo de las diferentes etapas de crianza de las aves.

Para culminar, agradecer a mi casa de estudios, la Facultad de Ingeniería Zootecnia y la emblemática Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”, que durante mi etapa como estudiante me brindaron las herramientas necesarias para culminar satisfactoriamente, sirviéndome para la obtención de mi tan ansiado título. A cada directivo por su trabajo y gestión dentro de mi *alma mater*.

Resumen

Se evaluó el efecto de tres combinaciones de Cúrcuma: Pimienta, en diferentes proporciones porcentuales (98:2, 96:4 y 94: 6) comparándose contra un tratamiento control (sin la combinación) en el alimento sobre el peso y peso relativo, respecto al peso vivo antes del sacrificio, de la carcasa; peso y peso relativo, respecto al peso de carcasa, de hígado, intestinos, riñones, bursa de Fabricio y páncreas. Se logró diferencia significativa ($P<0.05$) en el rendimiento de carcasa a favor de los tratamientos con las combinaciones 96:4 y 94:6; el peso relativo del hígado mostró una tendencia ($P<0.05$) a disminuir conforme se incrementó la proporción de pimienta en las combinaciones; en tanto que la bursa de Fabricio mostró tendencia ($P<0.05$) contraria, indicando mejoras en la competencia inmunológica. Los resultados confirman que la pimienta posee efecto adyuvante en la absorción de la curcumina lo que se demostró por el mejor rendimiento obtenido. Siendo recomendable el empleo de la proporción 94:6.

Palabras clave: Pollos de carne; Cúrcuma: Pimienta; Carcasa; Órganos.

Abstract

Effect of three combinations of Turmeric: Black Pepper, in different percentage proportions (98:2, 96:4 and 94:6), comparing it against a control treatment (without the combination) in food was evaluated on carcass weight and carcass relative weight, with respect to the live weight before slaughter; weight and relative weight, with respect to the weight of carcass, of liver, intestines, kidneys, Fabricio's bursa and pancreas. A significant difference ($P<0.05$) was achieved in carcass yield in favor of the treatments with the 96:4 and 94:6 combinations; the relative weight of the liver showed a tendency ($P<0.05$) to decrease as the proportion of pepper in the combinations increased; while Fabricio's bursa showed the opposite trend ($P<0.05$), indicating improvements in immunological competence. The results confirm that the pepper has an adjuvant effect in the absorption of curcumin, which was demonstrated by the best performance obtained. The use of the 94:6 ratio is recommended.

Keywords: Broiler chickens; Turmeric: Pepper; Carcass; Organs.

ÍNDICE		
N° Cap.	Título del Capítulo	N° Pág.
	Resumen/ Abstract	vii
	INTRODUCCIÓN	01
I	ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO	
	1.1. Tipo y Diseño de Estudio	03
	1.2. Lugar y Duración	03
	1.3. Tratamientos Evaluados	03
	1.4. Animales Experimentales	04
	1.5. Alimento Experimental	04
	1.6. Instalaciones y Equipo	05
	1.7. Técnicas Experimentales	05
	1.8. Variables Evaluadas	06
	1.9. Evaluación de la Información	06
II	MARCO TEÓRICO	
	2.1. Antecedentes Bibliográficos	08
	2.1.1. Sobre la curcumina y su absorción	08
	2.1.2. Sobre los fitobióticos y el rendimiento y calidad de la carcasa	09
	2.1.3. Sobre el rendimiento de pollos de carne con curcumina y piperina	11
	2.2. Bases Teóricas	18
III	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
	3.1. Peso y Peso Relativo de Carcasa	22
	3.2. Peso y Peso Relativo de Órganos	24
IV	CONCLUSIONES	30
V	RECOMENDACIONES	31
	BIBLIOGRAFÍA	32
	ANEXOS	35

ÍNDICE DE TABLAS

Nº	Título	Pág. Nº
1	<i>Composición de insumos (%) de la ración testigo por fase</i>	04
2	<i>Esquema del análisis de la varianza del diseño irrestrictamente al azar</i>	07
3	<i>Peso y peso relativo de carcasa de pollos de carne que recibieron diferentes combinaciones de cúrcuma: pimienta en el alimento</i>	22
4	<i>Peso y peso relativo (con la carcasa) de órganos de pollos de carne que recibieron diferentes combinaciones de cúrcuma: pimienta en el alimento</i>	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	Título	Pág. Nº
1	<i>Tendencia del rendimiento de carcasa según los tratamientos</i>	23
2	<i>Tendencia del peso relativo del hígado con respecto al peso de carcasa según tratamientos</i>	26
3	<i>Tendencia del peso relativo de la bursa de Fabricio con respecto al peso de carcasa según tratamientos</i>	28

ANEXOS

Nº	Título	Pág. Nº
1	<i>Prueba de normalidad para el peso de la carcasa</i>	35
2	<i>Prueba de homogeneidad de varianzas para el peso de la carcasa</i>	35
3	<i>Análisis de la varianza con el peso de carcasa</i>	36
4	<i>Análisis de la varianza con el peso relativo de la carcasa (transformación arco seno)</i>	36
5	<i>Análisis de regresión entre el peso relativo de la carcasa (Y) y tratamientos (X)</i>	36
6	<i>Prueba de normalidad con el peso del hígado</i>	37
7	<i>Prueba de homogeneidad de varianzas con el peso del hígado</i>	37
8	<i>Análisis de varianza con el peso del hígado</i>	38
9	<i>Análisis de varianza con peso relativo del hígado (transformación arco seno)</i>	38
10	<i>Análisis de regresión entre el peso relativo del hígado (Y) y tratamientos (X)</i>	38
11	<i>Prueba de normalidad con el peso del intestino</i>	39
12	<i>Prueba de homogeneidad de varianzas con el peso del intestino</i>	39
13	<i>Análisis de varianza con el peso del intestino</i>	39
14	<i>Análisis de varianza con peso relativo del intestino (transformación arco seno)</i>	40
15	<i>Prueba de normalidad con el peso de los riñones</i>	40
16	<i>Prueba de homogeneidad de varianzas con el peso de riñones</i>	40
17	<i>Análisis de varianza con el peso de riñones</i>	41
18	<i>Análisis de varianza con peso relativo de riñones (transformación arco seno)</i>	41
19	<i>Prueba de normalidad con el peso de la bursa de Fabricio</i>	41
20	<i>Prueba de homogeneidad de varianzas con el peso de la bursa de Fabricio</i>	42
21	<i>Análisis de varianza con el peso de la bursa de Fabricio</i>	42
22	<i>Análisis de varianza con el peso relativo de la bursa de Fabricio (transformación arco-seno)</i>	42
23	<i>Análisis de regresión entre el peso relativo de la bursa de Fabricio (Y) y tratamientos (X)</i>	42
24	<i>Prueba de normalidad con el peso del páncreas</i>	43
25	<i>Prueba de homogeneidad de varianzas con el peso del páncreas</i>	43
26	<i>Análisis de varianza con el peso del páncreas</i>	44
27	<i>Análisis de varianza con el peso relativo del páncreas (transformación arco seno)</i>	44

INTRODUCCIÓN

La cúrcuma ha sido investigada en la alimentación del pollo de carne como un aditivo alimenticio funcional; es decir, no sólo aporta nutrientes sino una serie de principios vinculados a la salud y bienestar. Sin embargo, a pesar de sus buenas propiedades para favorecer una serie de situaciones nutricionales y de salud, se ha determinado que una proporción importante de sus principios no son absorbidos en el intestino debido a que son ligados por otras sustancias que impiden su absorción. De esta manera su potencial para actuar en el metabolismo del ave se ve limitado.

La acción de los principios curcuminoideos se debería reflejarse en el rendimiento de la carcasa y en el tamaño de órganos importantes, como hígado, riñones, intestino, bursa de Fabricio, entre otros, que actúan directamente en acciones metabólicas e inmunológicas. Así, los órganos pueden reflejar y ayudar a dilucidar la acción de la cúrcuma sobre el rendimiento y protección de la salud del pollo de carne.

Investigación realizada por Vidarte (2021) evidenció que la combinación de cúrcuma con pimienta negra permite mejor absorción de los compuestos de la primera y mejoraron la respuesta productiva de los pollos de carne, expresándose en mejor conversión alimenticia. En el trabajo de Vidarte las proporciones de pimienta fueron relativamente pequeñas por lo que se generó una duda relacionada con la efectividad que podrían tener cantidades mayores sobre el rendimiento.

Toda vez que la pimienta ha sido indicada como un adyuvante en la absorción de la curcumina (Shoba et al., 1998; Anand et al., 2007; Guil-Guerrero et al., 2017; Mirzaei et al., 2017) y se ha venido evaluando su efecto sobre el rendimiento vivo (Vidarte, 2021; Sánchez, 2023) es conveniente determinar si diferentes proporciones de combinación entre la cúrcuma

y la pimienta, ambas en polvo, permitirían determinar si existe efecto positivo sobre el rendimiento de carcasa y el comportamiento de algunos órganos internos, que es indicativo de acción sobre el sistema inmunológico.

En la presente investigación se planteó el siguiente **problema**: ¿Cuál es el efecto de mayores proporciones de pimienta negra en la combinación con cúrcuma sobre el rendimiento de carcasa y peso de órganos de pollos de carne?

Se propuso la siguiente **hipótesis**: La inclusión de mayores proporciones de pimienta negra en su combinación con cúrcuma no ocasionará efecto sobre el rendimiento de carcasa y peso de órganos de pollos de carne.

Se consideró el siguiente objetivos (general y específicos):

Objetivo general

Analizar el rendimiento de carcasa y el peso de órganos internos de pollos de carne que reciben una combinación cúrcuma-pimienta negra con mayor proporción de pimienta.

Objetivos específicos

1. Determinar y analizar el peso y peso relativo de carcasa.
2. Determinar y analizar el peso y peso relativo del hígado.
3. Determinar y analizar el peso y peso relativo de intestinos.
4. Determinar y analizar el peso y peso relativo de riñones.
5. Determinar y analizar el peso y peso relativo de bursa de Fabricio.
6. Determinar y analizar el peso y peso relativo de páncreas.

I. ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO

1.1. Tipo y Diseño de Estudio

En la presente investigación se manipuló la variable proporción cúrcuma: pimienta (variable independiente) para determinar el efecto de tal manipulación sobre el peso y rendimiento de carcasa y órganos (variables dependientes) de pollos de carne, consecuentemente esta investigación es **experimental**. Así mismo, propone la obtención de mejor comportamiento productivo e inmunológico, en consecuencia, es propositiva y dado que trabaja con la información obtenida en forma de datos – cantidades – es **cuantitativa**.

Para mayor detalle se puede consultar la base teórica de estos planteamientos en los libros publicados por Bunge (1972), Hernández et al. (2010), Maletta (2015), entre otros autores que han publicado sobre metodología de la investigación científica.

1.2. Lugar y Duración

La investigación, en su fase de campo, se desarrolló en una crianza familiar – comercial de la ciudad de Tumbes, distrito del mismo nombre, provincia de Tumbes, departamento de Tumbes. Para la fase correspondiente al sacrificio y evaluación de carcasas y órganos de los pollos, se les trasladó a la ciudad de Chiclayo, en un ambiente provisto de las facilidades del caso.

Se trabajó con pollos de ambos sexos, de 42 días de edad, provenientes del trabajo de alimentación en el que se les suministró una dieta basada en maíz-soja con diferentes proporciones de la combinación cúrcuma: pimienta.

El sacrificio de todos los pollos evaluados se realizó en el mismo día.

1.3. Tratamientos Evaluados

En la fase de alimentación los pollos estuvieron sujetos a los efectos de los siguientes:

T₁: Testigo, dieta con APC.

T₂: Dieta con 0.1% de combinación cúrcuma: pimienta (98:02%), sin APC.

T₃: Dieta con 0.1% de combinación cúrcuma: pimienta (96:04%), sin APC.

T₄: Dieta con 0.1% de combinación cúrcuma: pimienta (94:06%), sin APC.

1.4. Animales Experimentales

De cada grupo de tratamiento de la fase de alimentación se extrajo seis pollos, tres machos y tres hembras, en forma completamente al azar; en total 24 pollos de 42 días de edad.

1.5. Alimento Experimental

Durante la fase de alimentación los pollos recibieron dietas con las que se cubrió sus necesidades nutricionales y se cumplió con lo especificado en el acápite 1.3. Tratamientos; la fórmula de la ración testigo se muestra en la Tabla 1 y fue utilizada por Sánchez (2023).

Tabla 1.

Composición de insumos (%) de la ración testigo por fase

Insumo	Inicio	Crecimiento	Acabado
Maíz	57.00	58.00	59.005
Torta de soja	28.02	27.99	24.99
Soja integral	05.00	07.00	10.00
Harina de pescado	04.00	01.00	00
Afrecho de trigo	01.00	01.017	01.00
Aceite	01.00	02.00	03.00
Carbonato	01.93	01.422	00.914
Sal	00.18	00.181	00.181
Cloruro Colina	00.20	00.15	00.10
Bicarbonato	00.05	00.05	00.05
Pre-mezcla	00.10	00.10	00.10
Fosfato di- cálcico	01.13	00.77	00.40
Mold zapp	00.05	00.05	00.05
Bio Mos	00.10	00.10	00.10
Coccidiostato	00.05	00.05	00.05
Zinc-bacitracina	00.01	00.01	00.01
DL metionina	00.18	00.11	00.05
Total	100	100	100

Los rizomas de cúrcuma (*Curcuma longa* L.) y las semillas de pimienta (*Piper nigrum* L.) se adquirieron en el mercado mayorista de la ciudad de Chiclayo y se acondicionaron (deshidratación y molturación) en el laboratorio de nutrición de la Facultad de Ingeniería Zootecnia, de la Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”, en Lambayeque. Una vez que estuvieron acondicionadas se procedió a preparar las combinaciones (98% de cúrcuma + 2% de pimienta; 96% de cúrcuma + 4% de pimienta; 94% de cúrcuma + 6% de pimienta), las cantidades estuvieron en función del peso requerido de cada combinación.

1.6. Instalaciones y Equipo

Para el proceso de beneficiado se requirió del siguiente equipo:

- Jabas para trasladar los pollos hacia la ciudad de Chiclayo.
- Caldero, depósito para calentar agua y termómetro de máxima.
- Embudo para inmovilizar a los pollos.
- Cuchillo para degüello y cuchillo para eviscerar.
- Balanza analítica con capacidad de 1 kilo y con aproximación de 0.01 gramos.
- Balanza con capacidad de 5 kilos y 1 gramos de aproximación.
- Libreta de campo y lapicero.

1.7. Técnicas Experimentales

Los pollos fueron seleccionados de los lotes experimentales de alimentación en forma completamente al azar, se sometieron a un ayuno por cinco horas y se colocaron en las jabas (06 pollos por jaba) para ser trasladados a Chiclayo.

En el ambiente donde se realizó el sacrificio, los pollos fueron inmovilizados mediante rotura de la notocorda y colocados inmediatamente en el embudo, procediéndose al corte del cuello y desangrado; a los cinco minutos, verificado el cese del sangrado, se sometieron al escaldado (70°C) y se procedió al desplume en forma manual. A continuación,

se procedió al eviscerado. Obteniéndose la carcasa caliente, la que fue pesada y se registró el peso; la carcasa incluyó cabeza-cuello y los tarsos. En ningún momento se perdió la identificación de cada uno de los pollos. Luego de determinado el peso se procedió al oreo y embolsado, para poner la carcasa en refrigeración.

Separadas las vísceras se procedió a aislar el hígado, el intestino, los riñones, la bolsa de Fabricio y el páncreas; cada una de las vísceras se pesó en la balanza de mayor precisión y se registraron los pesos.

En ningún momento los pollos recibieron maltrato, además de tratar de mantener el bienestar, de esta manera se aseguró que las carcasas no salieran golpeadas.

1.8. Variables Evaluadas

Con la información obtenida se generaron y evaluaron las siguientes variables:

- Peso (g) y peso relativo de carcasa ((peso de carcasa/ peso vivo) x 100).
- Peso (g) y peso relativo del hígado ((peso de hígado/ peso de carcasa) x 100).
- Peso (g) y peso relativo de riñones ((peso de riñones/ peso de carcasa) x 100).
- Peso (g) y peso relativo de los intestinos ((peso de intestinos/ peso de carcasa) x 100).
- Peso (g) y peso relativo de la bursa de Fabricio ((peso de bursa/ peso de carcasa) x 100).
- Peso (g) y peso relativo de páncreas (peso de páncreas/ peso de carcasa) x 100).

1.9. Evaluación de la Información

Para la evaluación estadística se tuvo en consideración el siguiente planteamiento de hipótesis:

$$\mathbf{H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4}$$

H₁: AL MENOS UNA MEDIA DIFIERE DEL RESTO

Las hipótesis se contrastaron mediante un Diseño Completamente al Azar (DCA), al que le correspondió el siguiente modelo aditivo lineal:

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

En el que: 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.

Se toleró una máxima probabilidad de 5% de cometer error de tipo I (Ostle, 1979; Scheffler, 1981).

Se aplicó las siguientes herramientas:

Prueba de Kolmogórov-Smirnov de homogeneidad de varianzas, para determinar si se cumple con la normalidad y homocedasticidad.

Análisis de la varianza (Tabla 2), sólo cuando el valor de F resultó significativo se procedió a aplicar la prueba de rango múltiple de Tukey al comparar a los tratamientos. En la información expresada porcentualmente se procedió a hacer la conversión raíz cuadrada seno del arco antes de aplicar el análisis de la varianza (Scheffler, 1982).

Tabla 2.

Esquema del análisis de la varianza del diseño irrestrictamente al azar

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F
Media	M_{yy}	1	M	
Tratamientos	T_{yy}	$t - 1 = 3$	T	T/ E
Residual	E_{yy}	$t(r-1) = 20$	E	
TOTAL	$\sum Y^2$	$tr = 24$		

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Bibliográficos

2.1.1. Sobre la curcumina y su absorción

En el caso de la acción fitobiótica de la cúrcuma, las investigaciones indican que en el rizoma existe un complejo (varios componentes) que ejercen acción benéfica sobre el rendimiento, incluyendo el de la carcasa; por tal motivo se le conoce como polifenólico y posee diversos efectos farmacológicos (anti inflamatorio, anti oxidante, anti proliferativo y anti angiogénico) y que en humanos puede emplearse en dosis relativamente altas. Sin embargo, Anand et al. (2007) indicaron que exhibe una pobre biodisponibilidad; en consecuencia, su absorción está limitada y muy limitado su posible efecto benéfico. Estos investigadores (Anand et al., op. cit.) indicaron que existen diferentes estrategias para mejorar su biodisponibilidad, entre las que se enlistan: (1) empleo de adyuvantes, como el caso de la piperina la que interfiere con la glucoronidación; (2) empleo de curcumina liposomal; (3) nanopartículas de curcumina; (4) complejo fosfolípido curcumina, y (5) análogos estructurales de curcumina. Los mismos autores consideran que la reducida biodisponibilidad puede tener diversas razones entre las que mencionan se encuentra la baja actividad intrínseca, pobre absorción, alta tasa metabólica, inactividad de productos metabólicos y/o rápida eliminación y despeje desde el cuerpo.

El proceso de glucoronidación conduce a la formación de complejos con la curcumina limitando su disponibilidad; al respecto se ha indicado que la piperina se comporta como un inhibidor de la glucoronidación hepática e intestinal; este efecto inhibidor y la menor actividad establecida de los glucorínidos de curcumina indican que la inhibición por parte de la piperina sería el principal mecanismo por el que se incrementa la biodisponibilidad de la

curcumina. Así mismo, se han indicado los resultados de diversos estudios, realizados en humanos y ratas, en los que la inclusión de piperina incrementó considerablemente (no menos del doble) la biodisponibilidad de curcumina y su presencia se detectó en diferentes órganos; pero, no solo la piperina parece tener esta acción adyuvante, se mencionan otras (quercetina, genisteína, eugenol, terpenol, epigallocatequina-3-galato) que permiten incrementar la biodisponibilidad, incluso a través de la piel (Anand et al., 2007).

Guil-Guerrero et al. (2017) publicaron el artículo de revisión “Effects of turmeric rhizome powder and curcumin on poultry production” en la que se detalla pormenorizadamente los componentes activos del rizoma de cúrcuma en polvo, indicando su actividad biológica y su acción sobre la inmunología y rendimiento en pollos de carne. Entre otros agentes activos, con los que se ha evaluado en conjunto, indican al selenito sódico, la hierba *Ocimum sanctum* (contiene eugenol), betaína, zeolitas, capsaicina, la planta medicinal Amla (*Phyllanthus emblica* L.), semillas de culantro, ajo, comino rojo, y se está investigando con mannan oligosacáridos.

2.1.2. Sobre los fitobióticos y el rendimiento y calidad de la carcasa

Alghirani et al. (2021) realizaron un excelente artículo de revisión relacionado con el rol de los fitobióticos en el rendimiento de aves (*Could phytobiotics replace antibiotics as feed additives to stimulate production performance and health status in poultry?*) en el afán de acercarse más a la no utilización de antibióticos promotores del crecimiento, en el que se comenta su acción sobre la carcasa. De esta fuente de información se ha extraído lo siguiente:

Los fitobióticos podrían utilizarse para aumentar el valor de los productos avícolas, mejorando las condiciones sanitarias de las carcasas (Aksit et al., 2006). El empleo de compuestos fitogénicos, como aceites esenciales de hierbas y especias, en alimentos de origen animal podría contribuir positivamente en la calidad

microbiológica y seguridad alimentaria durante el almacenamiento, ya sea en forma cruda o cocida (Soltan et al., 2008).

Stanacev y Puvaca (2011) postularon que la ingesta dietética de aditivos alimenticios fitogénicos juega un rol significativo en la seguridad alimentaria a través de la disminución de patógenos en el intestino, promocionando así un ambiente intestinal saludable y, así mismo, reduciendo la contaminación de la carcasa durante el sacrificio. Por ejemplo, la complementación del aceite esencial de romero en la cantidad de 10 g/ kg demostró una mejora progresiva en la higiene de pechugas de pavo durante el almacenamiento refrigerado (Govaris et al., 2007).

También se ha demostrado que el orégano tiene actividad antimicrobiana en las carcasas de pollos de carne; así, la adición de 0.1% de aceite esencial de orégano en la dieta de pollos de la línea Ross 308 puede reducir la totalidad de las bacterias viables o la de patógenos específicos, como *Salmonella*, en las carcasas (Aksit et al., 2006). Además, se informó que la suplementación con extractos de plantas en las dietas de aves mejora el porcentaje de pechuga de la carcasa (Stanacev y Puvaca, 2011).

Algunos investigadores han declarado que tanto la pimienta negra como el fenogreco tuvieron efectos diferentes sobre las características de la carcasa de pollos cuando se suplementaron en diferentes proporciones en la dieta. El grupo que recibió 0.5% de pimienta negra mostró mejor porcentaje de eviscerado debido al efecto de mejora del tracto digestivo; en tanto que el grupo que recibió 10 g/ kg de semillas de fenogreco en polvo redujo el contenido de grasa intestinal debido a la influencia anticolesterolemica en pollos (Weerasingha y Atapattu, 2013; Abou-Elkhair et al., 2014). Además, la adición de 0.5, 1.0 y 1.5% de jengibre en polvo en la dieta de pollos de carne ayuda a mejorar el rendimiento de muslo y pechuga (Prabakar et al., 2016). El mismo estudio también concluyó que la grasa abdominal disminuyó significativamente cuando se complementó con 1.5% de jengibre en polvo.

Por el contrario, la suplementación con algunos fitobióticos en la dieta de pollos, como las semillas de anís, no mostró ninguna mejora en el rendimiento de carcasa (Jamroz et al., 2005; Soltan et al., 2008). Del mismo modo, Hassan et al. (2016) también observaron que la suplementación de hojas de *Moringa oleifera* en la

dieta de pollos de carne, hasta 0.3%, no mostró efecto significativo sobre el peso relativo de la canal, pechuga, muslo, molleja, hígado, corazón y grasa abdominal.

Aun cuando varios estudios probaron los efectos positivos de los fitobióticos sobre las características de la canal, los investigadores aun no pueden concluir la probable eficacia de los fitobióticos para mejorar la higiene de la canal (Gheisar y Kim, 2018).

2.1.3. Sobre el rendimiento de pollos de carne con curcumina y piperina

En relación con el rendimiento de carcasa y órganos debido a la suplementación dietética con cúrcuma, una amplia revisión fue realizada por Shohe y Vidyarthi (2020); en esta se consigna lo siguiente:

Al-Sultan (2003) observó que hubo incremento en peso en el hígado, bursa y timo; es decir, 33.55, 2.6 y 2.7 g cuando se suplementó con 0.5% de cúrcuma a la dieta. En tanto que se observó un mayor índice de peso del bazo (1.76 g) en las aves que tenían 1% en comparación con el control (1.03 g). Durrani et al. (2006) informaron un mayor porcentaje de carcasa (55%) para pollos de carne alimentados con una dieta suplementada con cúrcuma en polvo al 0.5% que el control (51%). Emadi y Kermanshahi (2006) estudiaron el efecto de la cúrcuma en polvo (CP) sobre las características de la carcasa de pollos Ross (0-49 días). Se utilizaron dietas basadas en maíz-soja con niveles variables de CP (0.00, 0.25, 0.50 y 0.75%). Se midió el resultado del peso relativo del hígado (0.182, 0.189, 0.186, 0.184), corazón (0.499, 0.455, 0.430, 0.404), bazo (0.121, 0.109, 0.101, 0.126) y se determinó que la adición de CP disminuyó significativamente ($P < 0.05$) el peso del corazón a un nivel de inclusión de 0.75%, pero no hubo diferencia significativa en el peso de hígado o bazo.

Al-Noori et al. (2011) llevaron a cabo un estudio para determinar los efectos de la cúrcuma en polvo sobre características de la carcasa en pollos de carne. Ciento treinta y cinco pollos Ross de un día de edad se dividieron aleatoriamente en tres tratamientos. La cúrcuma complementó a la dieta basal al 0.0 (control), 0.5 y 1.0% durante seis semanas. Los resultados no indicaron efecto significativo sobre el % de carcasa y el peso del hígado, bazo, corazón y molleja.

Nouzarian et al. (2011) observaron una disminución significativa en el peso de hígado (2.43% del peso corporal vivo) cuando se suplementó cúrcuma en polvo a razón de 10 g/ kg de alimento de pollos de carne en comparación con el control (3.17% del peso corporal vivo y no hubo diferencia significativa en el peso del corazón y bazo entre los cuatro tratamientos (0.0, 3.3, 6.6 y 10 g/ kg de cúrcuma en polvo añadidos a la dieta basal).

Al-Jaleel (2012) también observó un porcentaje (77.8 ± 1.85) de carcasa significativamente ($P < 0.05$) mayor en pollos de carne que recibieron una dieta suplementada con cúrcuma al 0.50% en comparación con el control (73.6 ± 1.85).

Khwairakpam et al. (2016) no encontraron diferencias significativas en el porcentaje de carcasa, el peso de los cortes y las menudencias entre los grupos, pero hubo una reducción significativa ($P < 0.05$) en la grasa abdominal de pollos de carne debido al ajo y cúrcuma en polvo.

Shohe et al. (2019) observaron que el porcentaje promedio de carcasa de pollos de carne a la sexta semana de cuatro grupos de tratamientos (T1, control; T2, 2.5 g de cúrcuma; T3, 5 g de cúrcuma, y 7.5 g de cúrcuma en polvo por kg de alimento) fue de 73.94, 75.27, 76.57 y 78.06%, respectivamente. El mayor porcentaje de carcasa se registró en T4 seguido de T3, T2 y el menor en T1. Además, el peso medio de la carcasa fue de 1.976, 2.007, 2.038 y 2.186 kg/ pollo, en el mismo orden de tratamientos. El peso hepático promedio fue de 55.67, 51, 50.33 y 56 g. De los resultados, se observó que los valores de peso y rendimiento de carcasa fueron mejores en T4, lo que podría deberse a la influencia positiva de la cúrcuma que condujo a una mayor ganancia de peso corporal.

Arslan et al. (2017) realizaron un ensayo con cúrcuma en polvo en las proporciones de 0, 0.5, 1.0 y 1.5% en una crianza de 35 días de pollos de la línea Hubbard. Al evaluar el rendimiento de carcasa obtuvieron, en el mismo orden de porcentaje de cúrcuma, 53.34, 57.88, 56.34 y 57.76%; los tratamientos con cúrcuma superaron ($P < 0.05$) al testigo. En el mismo orden de tratamientos se obtuvo 30.67, 29.33, 33.33 y 37.67 g de hígado; 23.67, 25.00, 31.00 y 28.33 g de grasa abdominal. Al comentar sus resultados mencionaron que las

características de la carcasa concordaron con lo obtenido por otros investigadores que habían obtenido con 0.5% de cúrcuma mejoras significativas en el rendimiento de carcasa, pero sin efectos significativos sobre el peso de hígado, corazón y molleja. Sin embargo, en otros casos se reportaron efectos significativos sobre el peso del hígado y grasa abdominal.

Choudhury et al. (2018) condujeron un ensayo de seis semanas para estudiar los efectos sobre la calidad de la carcasa y evaluación organoléptica de pollos de carne comerciales debidos a la suplementación de cúrcuma en polvo como aditivo alimenticio. Se implementaron cuatro tratamientos que se suplementaron con cúrcuma en polvo en las proporciones de 0.00, 0.25, 0.50 y 0.75%. Respectivamente para los tratamientos en el orden mencionado se obtuvo porcentajes de carcasa de 69.19, 68.83, 69.65 y 69.82 ($P>0.05$); peso relativo (respecto a peso de carcasa) de hígado de 2.46, 2.21, 2.03 y 1.98 ($P<0.05$), de intestino de 4.82, 4.54, 4.71 y 4.17 ($P>0.05$), de riñones de 0.52, 0.47, 0.51 y 0.62 ($P>0.05$), de páncreas de 0.19, 0.25, 0.19 y 0.23 ($P>0.05$), de bolsa de Fabricio de 0.058, 0.056, 0.052 y 0.050 ($P>0.05$). Con excepción del hígado, no hubo diferencia entre tratamientos para el peso del resto de órganos evaluados. Los investigadores asumieron que los pesos significativamente menores del hígado en los grupos tratados con cúrcuma podrían deberse a la acción anti inflamante y anti microbiana de la cúrcuma, además de hepatoprotectora e hipolipemiente. Citaron a Euradi y Kermanshahi (2007), quienes reportaron un aumento en la actividad de lactato deshidrogenasa y disminución en fosfatasa alcalina sérica debido a la presencia de la cúrcuma en polvo en la dieta, lo que implicaría efectos positivos sobre los enzimas hepáticos, reflejando un estado más saludable de este órgano en los pollos. También refirieron concordancia en esta tendencia con lo reportado por Nouzarian et al. (2011) y Al-Jaleel (2012). No obstante, citaron siete reportes que indicaron diferencias no significativas

y otros dos que indicaron incrementos en el peso del hígado debido a la presencia de la cúrcuma en la dieta.

Aikpitanyi et al. (2019) examinaron el crecimiento y características de la carcasa de pollos de carne que recibieron dietas con jengibre (*Zingiber officinale* L.) y pimienta negra (*Piper guineense* Schum & Thonn). Establecieron cuatro tratamientos: (1) control, sin aditivos; (2) 0.5% de jengibre en polvo; (3) 0.5% de pimienta en polvo; (4) 0.25% de jengibre + 0.25% de pimienta negra. Respectivamente para los tratamientos en el orden citado, se obtuvo 67.3, 71.1, 72.2 y 70% de carcasa; 1385.22, 1825.5, 1775.86 y 1725.79 g de peso de carcasa ($P<0.05$); 51.45, 56, 50.50 y 57 g para el hígado. Los autores concordaron con diferentes investigadores que no encontraron diferencias significativas en el peso de los órganos.

Singh et al. (2019) condujeron un estudio para evaluar combinaciones duales herbales como alternativa a los antibióticos promotores del crecimiento en pollos de carne. Se implementaron cinco tratamientos: control (C), con 0.1 g de oxitetraciclina/ kg (AB), 1.5% de ajo en polvo + 1% de hojas completas en polvo de Aloe Vera (GA). A la quinta semana se obtuvo, respectivamente para los tratamientos en el orden mencionado, 52, 54.15, 52.53, 51.23 y 51.70% de carcasa; peso relativo (sobre peso vivo) de hígado de 3.85, 3.44, 3.67 y 3.11. En ambas variables sin diferencias significativas entre tratamientos.

Piper cubeba y *Curcuma longa* fueron evaluadas en pollos Ross 308 con la finalidad de evaluar la respuesta en aspectos sanguíneos e inmunológicos, en seis tratamientos (1, control; 2, 0.2% de cúrcuma; 3, 0.4% de cúrcuma; 4, 0.2% de cubeb; 5, 0.4% de cubeb; 6, 0.2% de cúrcuma + 0.2% de cubeb). Cuando se estudió el peso relativo de la bolsa de Fabricio se encontró valores de 0.065, 0.098, 0.121, 0.124, 0.125 y 0.127 ($P<0.01$), respectivamente para los tratamientos en el orden mencionado. Los investigadores determinaron que los

tratamientos 3, 4, 5 y 6 fueron estadísticamente similares y superiores a 2 y 1; se concluyó que el estado inmunológico mejoró con el empleo de los fitobióticos (Al Rubaee, 2020).

Eko et al. (2020) realizaron un ensayo con pollos de carne Agritech, evaluando cuatro tratamientos (0, 1.5, 3.0 y 4.5% de cúrcuma en polvo en la dieta) para evaluar, entre otros aspectos, cualidades de la carcasa y peso de órganos. Respectivamente para los tratamientos en el orden mencionado, se obtuvo (respecto al peso vivo) 80% de carcasa; 3.25, 3.36, 3.38 y 2.66% ($P<0.1$) de hígado; 6.27, 7.20, 5.70 y 5.43% ($P<0.15$) de intestino delgado; 0.39, 0.41, 0.45 y 0.48% ($P<0.01$) de páncreas. Los pollos que recibieron hasta 1.5% de cúrcuma en polvo tuvieron significativamente mayor peso de carcasa en comparación a los que recibieron 3 y 4.5%, aunque el porcentaje de carcasa fue similar en todos los tratamientos; similarmente ocurrió con el peso de los órganos, pesaron más con 1.5% de cúrcuma en polvo. En función de sus resultados, concluyeron que el efecto significativo se debió a la inclusión de cúrcuma en la dieta, lo que se debió al efecto sobre el rendimiento del crecimiento.

Sugiharto et al. (2020) desarrollaron un estudio para determinar el efecto de la cúrcuma, pimienta o su combinación, acidificadas, sobre el crecimiento y calidad de la carne de pollos de carne. Los tratamientos fueron: Control, Control + 1% de cúrcuma acidificada, Control + 1% de pimienta acidificada, y Control + 1% de cúrcuma acidificada + 1% de pimienta acidificada. A los 35 días de edad, respectivamente para los tratamientos en el orden mencionado, se obtuvo: 68, 66.9, 66.3 y 67.8% de rendimiento de carcasa; peso relativo de hígado de 2.16, 2.13, 2.11, y 2.25%; de páncreas de 0.25, 0.24, 0.19 y 0.24% ($P=0.03$); de bolsa de Fabricio 0.13, 0.14, 0.16 y 0.14%. Los autores reportaron un hallazgo interesante en la reducción del tamaño del páncreas en el tratamiento con pimienta acidificada y que explicaría la menor eficiencia alimenticia en el que estuvo presente la pimienta acidificada;

indicando que la sobre acidificación podría disminuir la producción de enzimas pancreáticas por reducción del tamaño de esta glándula.

Hrncár et al. (2021) realizaron un trabajo para analizar el efecto de diferentes niveles de un producto comercial (Musculaton®), con aminoácidos selectos y extractos herbales (cúrcuma y mejorana) sobre el rendimiento y características de la carcasa de pollos de carne. Se implementaron cuatro tratamientos: Control, 0.75%, 1.00% y 1.25% del producto en el agua de bebida desde el día 22 al 35 de un período experimental de 42 días. Respectivamente en el orden mencionado de tratamientos se obtuvo: 75.71, 76.33, 76.51 y 76.37% de rendimiento de carcasa; peso relativo al peso vivo de 1.91, 2.03, 2.06 y 2.04% de hígado ($P<0.05$); 0.16, 0.21, 0.22 y 0.22% ($P<0.05$) de páncreas; 0.66, 0.76, 0.77 y 0.77% ($P<0.05$) de riñones. El producto ocasionó incrementos significativos en el peso relativo de hígado, páncreas y riñones, pero no en el de carcasa.

Salah et al. (2021) ejecutaron un estudio para elucidar los impactos de la suplementación de curcumina dietética sobre el metabolismo de la energía, monoaminas cerebrales y estabilidad oxidativa del músculo en pollos de carne estresados por calor. Se implementaron tres grupos experimentales, el primero (T1) se mantuvo en condición termoneutral, en tanto que el segundo (T2) estuvo sujeto a estrés térmico (34°C) por ocho horas, ambos grupos recibieron una dieta basal sin suplemento; el tercer grupo (T3) estuvo expuesto a las mismas condiciones de estrés térmico y recibió la dieta basal suplementada con curcumina (100 mg/ kg de dieta). Respectivamente en el orden mencionado de tratamientos, se obtuvo 75.4, 68.5 y 75.2% de carcasa ($P=0.01$); 2.26, 2.12 y 2.32 de peso relativo del hígado ($P>0.05$). La mejora en el rendimiento de carcasa de los pollos suplementados y con estrés térmico se atribuyó a la habilidad de la curcumina dietética para disminuir el nivel de

oxidación proteica en los músculos de la pechuga y minimizar la pérdida de fluidos celulares en los pollos estresados.

Akter et al. (2021) analizaron el efecto de la suplementación dietética con extractos de neem (*Azadirachta indica*) y cúrcuma (*Curcuma longa*) en el agua de bebida como agente promotor del crecimiento en pollos de carne. Se implementaron dos grupos experimentales: A, control; B, 2% de extracto de neem y cúrcuma en el agua de bebida. Se obtuvo, respectivamente para los grupos A y B, 64.70 y 66.4% de carcasa ($P<0.001$); 3.44 y 3.82 de peso relativo del hígado ($P<0.001$); 0.32 y 0.47 del peso relativo del páncreas ($P<0.001$).

Widjastuti et al. (2021) evaluaron cuatro tratamientos (R_0 : Control; R_1 : Control + 0.25% de jengibre rojo + 0.25% de cúrcuma; R_2 : Control + 0.5% de jengibre rojo + 0.5% de cúrcuma; R_3 : Control + 0.75% de jengibre rojo + 0.75% de cúrcuma; con pollos de carne DOC hasta los 35 días de edad. Respectivamente para el orden mencionado de tratamientos obtuvieron 924.2, 1129.8, 1186.6 y 900.2 g de carcasa; 13.68, 12.40, 12.45 y 11.92 g de grasa abdominal. Al discutir sus resultados indicaron que los tratamientos R_1 y R_2 superaron ($P<0.05$) a los tratamientos R_0 y R_3 , manifestando que el peso de la carcasa está estrechamente relacionado con el peso vivo de los pollos y edad de saca. Además, que la parte de la ración que más influye sobre la formación de la carcasa es su contenido de proteína. La adición de jengibre y cúrcuma pueden incrementar el rendimiento de carcasa debido a su contenido de aceites esenciales, estos pueden estimular las membranas mucosas en el estómago e intestino lo que puede iniciar un vaciado y los animales consumirán más alimento y, si la ración contiene cúrcuma agregada, se afectará indirectamente el consumo y la absorción de nutrientes que formarán la carne y el % de carcasa será óptimo.

Adegoke et al. (2022) realizaron un estudio para investigar la influencia de la pimienta blanca (WP) y pimienta cayena (CP) en polvo como aditivos alimenticios sobre

características de la carcasa y calidad de la carne de pollos. Implementaron los siguientes tratamientos: control (C); T2, C + 200g WP; T3, C + 250g WP; T4, C + 200g CP; T5, C + 250g CP; T6, C + 100 g WP + 100g CP; T7, C + 125g WP + 125g CP. Respectivamente para los tratamientos en el orden mencionado se obtuvo: rendimiento de carcasa descargada de 70.43, 72.13, 72.69, 75.52, 72.66, 73.62 y 71.15% ($P < 0.05$); peso relativo respecto con el peso vivo, del hígado de 1.38, 1.46, 1.46, 1.38, 1.40, 1.46 y 1.45; del intestino + ciego de 3.12, 2.65, 2.92, 2.99, 2.71, 2.89 y 3.15.

Los efectos de microorganismos efectivos (ME), cúrcuma en polvo (CP) y su combinación (ME-CP) sobre el rendimiento, características de la carcasa y beneficio económico en pollos de carne fueron estudiados por Kinati et al. (2022). Se implementaron cuatro tratamientos dietéticos: CTL = control, ME = CTL + 1 ml/ litro de ME, CP = CTL + 1% de CP, ME-CP = CTL + 0.5 ml/litro de ME + 0.5% de CP. Respectivamente para los tratamientos en el orden mencionado, se obtuvo 57.11, 63.07, 56.64 y 53.64% de carcasa y 38.72, 39.62, 40.01 y 44.06 g de peso del hígado. Los investigadores indicaron que la suplementación de ME, CP y la combinación (ME-CP) no tuvo efecto sobre las características de la carcasa, excepto sobre la grasa abdominal y no hubo cambios significativos en los pesos relativos de los órganos internos.

2.2. Bases Teóricas

Preza (2019) realizó una investigación para optar el grado de maestro en ciencias de la salud en una universidad de México, abordando el tema del efecto de la curcumina sobre el Síndrome Metabólico; el informe presentado por la autora consigna información relacionada con los principios que pueden sustentar a la presente investigación. De la tesis de Preza se ha extraído lo siguiente:

La curcumina ($C_{21}H_{20}O_6$) pertenece a la familia de los curcuminoides, éstos son compuestos polifenólicos presentes en la raíz de la planta tropical Cúrcuma (*Curcuma longa*), la que también es llamada *turmeric* o *haldi* y tiene su origen en el sur y sudeste de Asia tropical. Se aisló por primera vez en 1815, éste es el polifenol curcuminóide más abundante encontrado en la cúrcuma y es el principal componente bioactivo responsable de las propiedades medicinales y farmacológicas de esta planta. Sus compuestos análogos son la desmetoxicurcumina (curcumina II), la bidesmoteoxicurcumina (curcumina III) y otros de reciente descubrimiento como la ciclocurcumina (curcumina IV); todos ellos forman el complejo conocido como azafrán indio y son responsables de su color amarillo. La curcumina, [1,7-bis-(4-hidroxi-3-metoxifenil)-6-heptadieno-3,5-diona], al igual que sus análogos, posee un esqueleto hidroxicarbonado con varios grupos funcionales (α -bis, β -insaturado β -dicetona, dos grupos metoxy, dos grupos hidroxifenólicos y dos enlaces dobles conjugados), que le permiten reaccionar con múltiples moléculas y le confieren actividad terapéutica; es una molécula anfipática (parcialmente soluble en agua y en disolventes orgánicos), sin embargo, en la literatura se le refiere como una molécula lipófila; en pH de 7.2 y temperatura de 37°C tiene una vida media de 8 horas. Es un compuesto fotosensible, siendo éste el principal método de degradación molecular, además de la degradación química a través de peróxidos, radicales libres e iones oxígeno; los productos de la degradación son bioactivos y contribuyen a sus efectos farmacológicos por lo que posee un gran potencial terapéutico, debido a la diversidad de moléculas diana sobre las que puede actuar.

Al ser administrada vía oral el metabolismo de la curcumina se realiza en el citoplasma de las células del intestino delgado y del hígado, con la participación de la alcohol deshidrogenasa, que produce metabolitos reducidos, los cuales, posteriormente, son conjugados por medio de glucuronidación a través de las enzimas monoglucuronidasa, monosulfatasa o enzima mixta glucuronido/sulfatasa, que forman compuestos fenol y alcohol monoglucuronidos, que son los compuestos más abundantes en los fluidos, órganos y células del organismo. A partir de este punto, la degradación de los metabolitos se produce por procesos de autooxidación. Estudios en animales y seres humanos muestran que la absorción de la curcumina, a través del

tracto gastrointestinal, es baja y que el mayor porcentaje se elimina a través de las heces. El porcentaje que se absorbe es excretado vía biliar y renal (después de 72 horas) sin acumulación en órganos.

Se han reportado más de treinta proteínas diferentes que interactúan directamente con la curcumina, incluyendo ADN polimerasa, quinasa de adhesión focal, tioredoxina reductasa, proteína quinasa C, lipoxigenasa, tubulina, factor nuclear potenciador de cadenas ligeras kappa de las células B activadas (NF- κ B), actina, ciclooxygenasa, factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α) y la proteína de diferenciación mieloide 2. Tiene capacidad para formar complejos con alto potencial farmacológico a través de la unión a iones metálicos divalentes como el hierro, cobre, magnesio y zinc, es así que se le atribuyen propiedades hepatoprotectoras, neuroprotectoras, antitrombóticas, cardioprotectoras, hipoglucémicas, anti-inflamatorias y anti-reumáticas.

La curcumina posee actividad antiinflamatoria a través de la unión directa a moléculas inflamatorias; de forma que inhibe la actividad de TNF- α , las ciclooxygenasas COX-1 y COX-2, α 1-glicoproteína ácida humana y la proteína de diferenciación mieloide 2, igualmente disminuye la actividad de las interleucinas (IL) 1, 2, 6 y 8 y de la proteína cinasa activada por mitógeno, ésta última de gran importancia en el desarrollo de obesidad. Se proponen varios mecanismos para explicar los efectos hipolipemiantes de la curcumina, entre los cuales se encuentra, 1) la inhibición de la 3-hidroxi-3-metilglutaril-CoA sintasa que reduce la síntesis de colesterol; 2) la estimulación de la secreción de lipasa pancreática e intestinal, amilasa, tripsina y quimiotripsina, que favorecen la digestión y absorción de las grasas; 3) la inhibición de las enzimas lipogénicas en el hígado; 4) la estimulación de la movilización de los lípidos del tejido adiposo; 5) la estimulación de la secreción biliar y metabolismo del colesterol y 6) la inhibición de la síntesis de ácidos grasos, a través de la modulación de la expresión de los genes involucrados en estos procesos.

La curcumina interactúa directamente con el tejido adiposo, donde inhibe la infiltración por macrófagos y la activación de NF- κ B inducida por sustancias proinflamatorias, regula la expresión de agentes proinflamatorios e induce la

expresión de adiponectina. Además, retarda la diferenciación de los pre adipocitos, previniendo la formación de adipocitos maduros.

Por lo citado, los principios contenidos en la cúrcuma deben jugar un rol trascendente en las características de la carcasa de los pollos de carne, como se ha indicado en la revisión bibliográfica del acápite 2.1.; no obstante, el problema radica en que la curcumina (el principal constituyente de la cúrcuma) no se absorbe en su totalidad o que la vida media es muy corta.

Por lo que se han estimado una serie de estrategias para mejorar o superar este inconveniente (Anand et al., 2007; Mirzaei et al., 2017), entre las que se encuentran los adyuvantes; la información preliminar indica que la piperina está implicada como adyuvante, los antecedentes locales (Vidarte, 2021) indican que es posible, pero se requiere determinar si es posible determinar una mejor proporción entre cúrcuma y pimienta que permita obtener mejores indicadores de rendimiento de carcasa y peso relativo de órganos que ayuden a explicitar el comportamiento productivo de los pollos y que la mejor proporción se pueda comercializar.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Peso y Peso Relativo de Carcasa

En la Tabla 3 se presentan los resultados relacionados con el peso y peso relativo de carcasa de pollos de carne que recibieron diferentes combinaciones de cúrcuma: pimienta en el alimento.

Tabla 3.

Peso y peso relativo de carcasa de pollos de carne que recibieron diferentes combinaciones de cúrcuma: pimienta en el alimento

Ítem	Tratamiento			
	T1	T2	T3	T4
Edad al sacrificio, días	42	42	42	42
Cúrcuma: Pimienta, %	---	98:02	96:04	94:06
Peso vivo antes del sacrificio, g.	2342.0	2311.7	2503.3	2296.0
Peso de la carcasa, g.	1792.0 ^a	1762.5 ^a	2011.7 ^a	1820.0 ^a
Peso relativo de carcasa, %	76.34 ^b	76.14 ^b	80.37 ^a	79.16 ^a

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

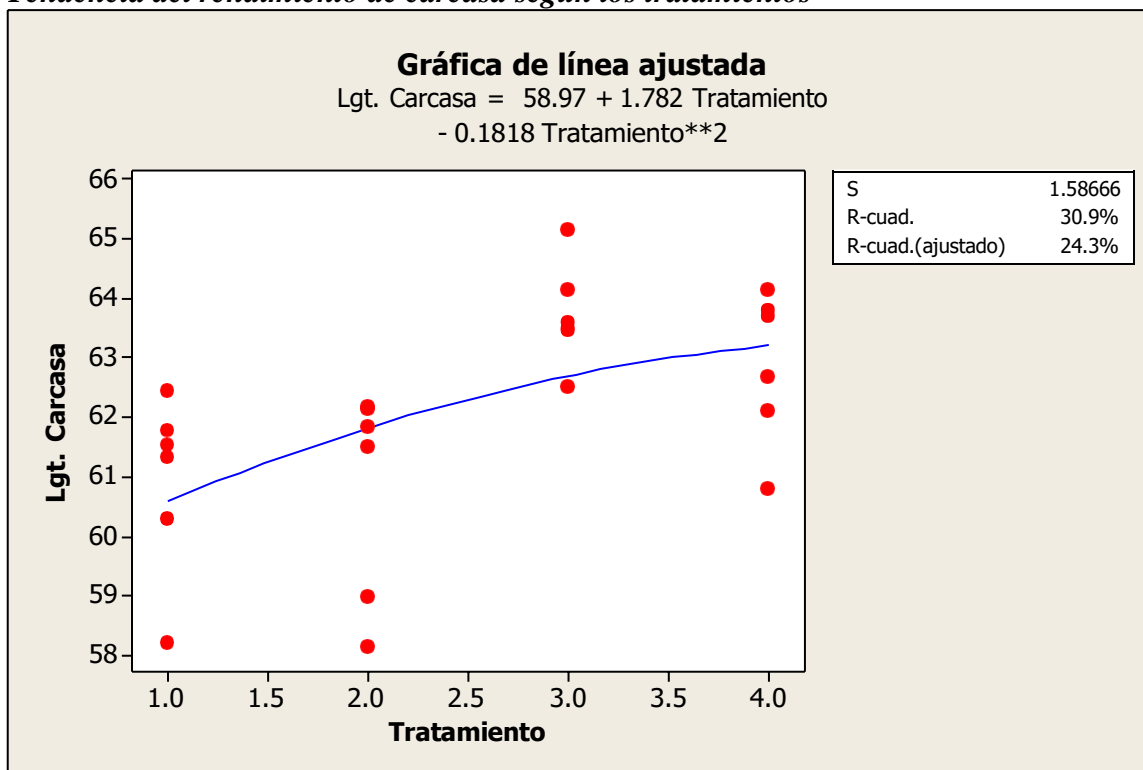
El análisis estadístico (anexos) mostró que los pesos de carcasa no difirieron significativamente entre tratamientos; sin embargo, cuando se evaluó el rendimiento de carcasa si hubo diferencia significativa ($P=0.003$), los tratamientos 3 y 4 fueron similares entre sí, pero superiores a los tratamientos 1 y 2, que tampoco difirieron entre ellos. Este resultado es indicativo que las combinaciones 96:04 y 96:06 de cúrcuma: pimienta propiciaron mayor capacidad de síntesis de tejido muscular.

Debido a la significación encontrada entre tratamientos se procedió a realizar el análisis de regresión hasta el segundo orden (Figura 1), encontrándose regresión significativa ($P=0.021$); no obstante, al descomponer el polinomio se evidenció que la significación se debió al componente lineal, conforme se incrementó la cantidad de pimienta en la proporción el rendimiento de carcasa tendió a mejorar; el coeficiente de determinación sin corregir fue de 30.9% y ajustado fue de 24.3%, indicando que 24.3% de los cambios en el rendimiento

de carcasa son explicitados por la proporción cúrcuma: pimienta. Aun cuando la tendencia significativa fue lineal se aprecia en la Figura 1 que los valores más altos (diagrama de dispersión) correspondieron al tratamiento 3.

Figura 1.

Tendencia del rendimiento de carcasa según los tratamientos



La ecuación de regresión generada fue: $Y = 58.97 + 1.782X - 0.1818X^2$ ($R^2 = 30.9\%$, $R^2_{\text{ajust.}} = 24.3\%$).

Mejoras en el rendimiento de carcasa, por presencia de cúrcuma en la dieta, han sido reportados por Durrani et al., Al-Jaleel, Shohe et al. (citados por Shohe y Vidyarthi, 2020), Arslan et al. (2017), Aikpitanyi et al. (2019), Akter et al. (2021) y Widjastuti et al. (2021). Sin embargo, sus ensayos no consideraron la combinación Cúrcuma: Pimienta; Adegoke et al. (2022) evaluaron a la pimienta negra por separado y reportaron mejoras en el rendimiento de carcasa. Es innegable que la presencia de la pimienta en la combinación 96: 04 ha

permitido mejores resultados por la potenciación de la cúrcuma, como ha sido indicado por Shoba et al. (1998), Anand et al. (2007), Mirzaei et al. (2017), Vidarte (2021), entre otros.

Aun cuando buena parte de los estudios para explicitar la acción de la cúrcuma se han hecho en humanos, es evidente que las mismas acciones para mejorar el rendimiento de carcasa se pueden dar, y de hecho se han daado, en los pollos de carne. Los principios contenidos en la cúrcuma (curcumina) pueden actuar con más de treinta proteínas diferentes, incluyendo ADN polimerasa, quinasa de adhesión focal, tioredoxina reductasa, proteína quinasa C, lipoxigenasa, tubulina, factor nuclear potenciador de cadenas ligeras kappa de las células B activadas (NF- κ B), actina, ciclooxygenasa, factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α) y la proteína de diferenciación mieloide 2; además, tiene la capacidad de formar complejos con alto potencial farmacológico a través de la unión a iones metálicos divalentes como el hierro, cobre, magnesio y zinc, es así que se le atribuyen propiedades hepatoprotectoras, neuroprotectoras, antitrombóticas, cardioprotectoras, hipoglucémicas, anti-inflamatorias y anti-reumáticas (Preza, 2019). Por otro lado, las condiciones normales de producción del pollo de carne someten a los animales a estrés que puede ocasionar situaciones de autooxidación e inflamación que al ser controladas por la curcumina permitiría el mejor rendimiento observado.

Vidarte (2021) ya había evidenciado el efecto positivo de la combinación cúrcuma: pimienta, pero quedó pendiente la interrogante de si una mayor proporción de pimienta mejoraría su actividad adyuvante, lo que ha sido evidenciado en este estudio ya que Vidarte sólo llegó a la proporción 98:02.

3.2. Peso y Peso Relativo de Órganos

Los resultados del peso y peso relativo de órganos se presentan en la Tabla 4 para pollos de carne que recibieron diferentes combinaciones cúrcuma: pimienta en la dieta.

Tabla 4.

Peso y peso relativo (con la carcasa) de órganos de pollos de carne que recibieron diferentes combinaciones de cúrcuma: pimienta en el alimento

Ítem	Tratamiento			
	T1	T2	T3	T4
Edad al sacrificio, días	42	42	42	42
Cúrcuma: Pimienta, %	---	98:02	96:04	94:06
Hígado:				
Peso, g	45.00 ^a	41.18 ^a	39.85 ^a	39.68 ^a
Peso relativo, g/ 100 g.	2.57 ^a	2.36 ^a	1.99 ^a	2.20 ^a
Intestinos:				
Peso, g	114.80 ^a	136.00 ^a	114.07 ^a	116.63 ^a
Peso relativo, g/ 100 g.	6.42 ^a	7.76 ^a	5.67 ^a	6.45 ^a
Riñones:				
Peso, g	4.70 ^a	4.38 ^a	4.78 ^a	4.90 ^a
Peso relativo, g/ 100 g.	0.27 ^a	0.25 ^a	0.24 ^a	0.28 ^a
Bursa de Fabricio:				
Peso, g	2.25 ^a	3.45 ^a	3.68 ^a	3.48 ^a
Peso relativo, g/ 100 g.	0.13 ^a	0.19 ^a	0.18 ^a	0.19 ^a
Páncreas:				
Peso, g	10.67 ^a	12.57 ^a	10.33 ^a	11.38 ^a
Peso relativo, g/ 100 g.	0.58 ^a	0.71 ^a	0.51 ^a	0.62 ^a

^a Letras iguales sobre los promedios indican diferencias no significativas ($P>0.05$) entre tratamientos.

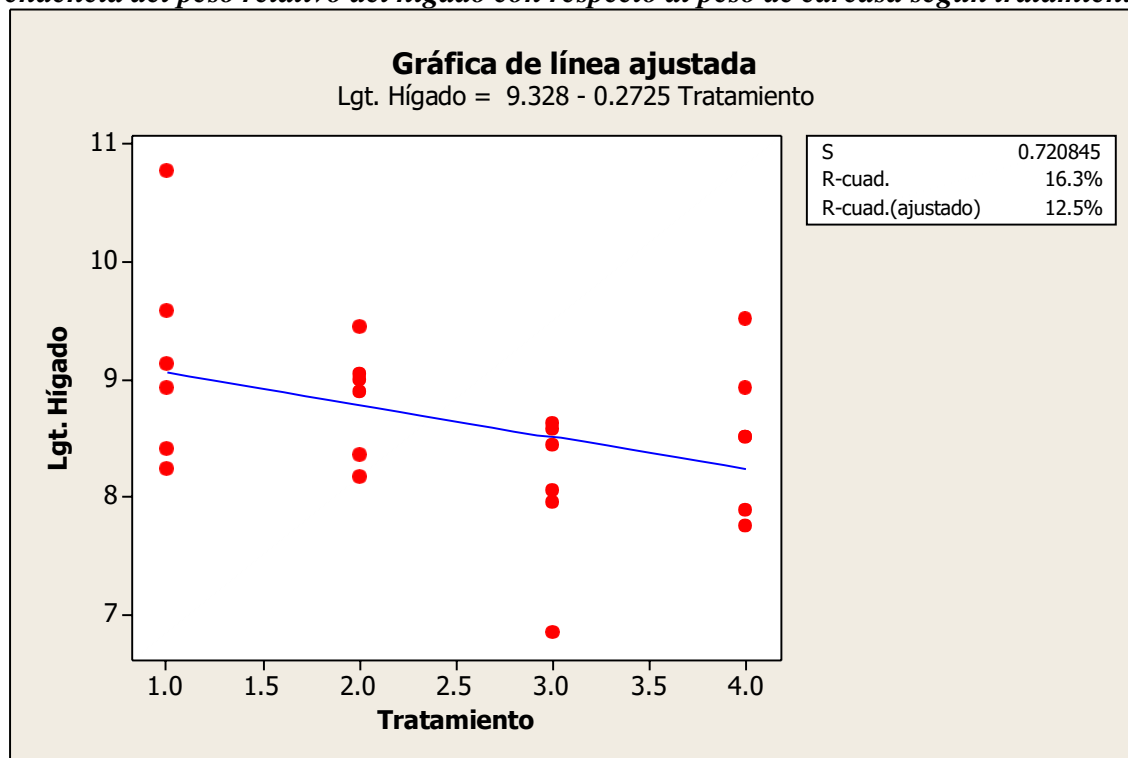
Las cinco variables de peso de órganos mostraron distribución normal (anexos); en cuanto a la homogeneidad de varianzas, con excepción del peso de los riñones las restantes variables estuvieron dentro de la homocedasticidad; al transformar la información a raíz cuadrada seno del arco la no homocedasticidad pierde importancia porque con la transformación se homogeneiza la información.

El peso observado del hígado no difirió ($P>0.05$) entre los tratamientos; no obstante, se puede apreciar que del peso promedio del testigo (45 g) se notó una tendencia a disminuir conforme se incrementó la proporción cúrcuma: pimienta, aunque en T3 y T4 la disminución fue pequeña. Al evaluar la información como peso relativo en base al peso de la carcasa, se obtuvo un valor de F considerablemente mayor con un valor de P muy próximo a la significación ($P=0.075$). Este resultado motivó a realizar un análisis de regresión de primer

orden en el que hubo significación ($P=0.05$), se generó la regresión que se muestra en la Figura 2.

Figura 2.

Tendencia del peso relativo del hígado con respecto al peso de carcasa según tratamientos



La ecuación de regresión fue: $Y = 9.328 - 0.2725X$ ($R^2 = 16.3\%$; $R^2_{\text{ajust.}} = 12.5\%$), la que indicó que el peso relativo del hígado disminuyó 0.2725 g conforme se incrementó la proporción cúrcuma: pimienta; a mayor cantidad de pimienta, sobre todo hasta el tratamiento 3, el hígado tiende a ser de menor tamaño.

Nouzarian et al. (2011) y Choudhury et al. (2018) encontraron tendencias parecidas en el peso del hígado; mencionaron que puede deberse a la acción anti inflamante y anti microbiana de la cúrcuma, además de hepatoprotectora e hipolipemiente. Así mismo, mayor actividad de enzimas como lactato deshidrogenasa y disminución de fosfatasa alcalina indicando hígado más saludable. En cambio, hígados de mayor tamaño por presencia de cúrcuma han sido reportados por Hrnár et al. (2021) y Akter et al. (2021). También son

numerosos los investigadores que no han encontrado diferencias significativas y que podría tomarse como ausencia de efecto. En el caso de la presente investigación si bien más del 90% de la combinación está dada por la cúrcuma no se puede dejar de tener en consideración la presencia de la pimienta negra, de la que también se ha reportado una serie de acciones importantes sobre los órganos.

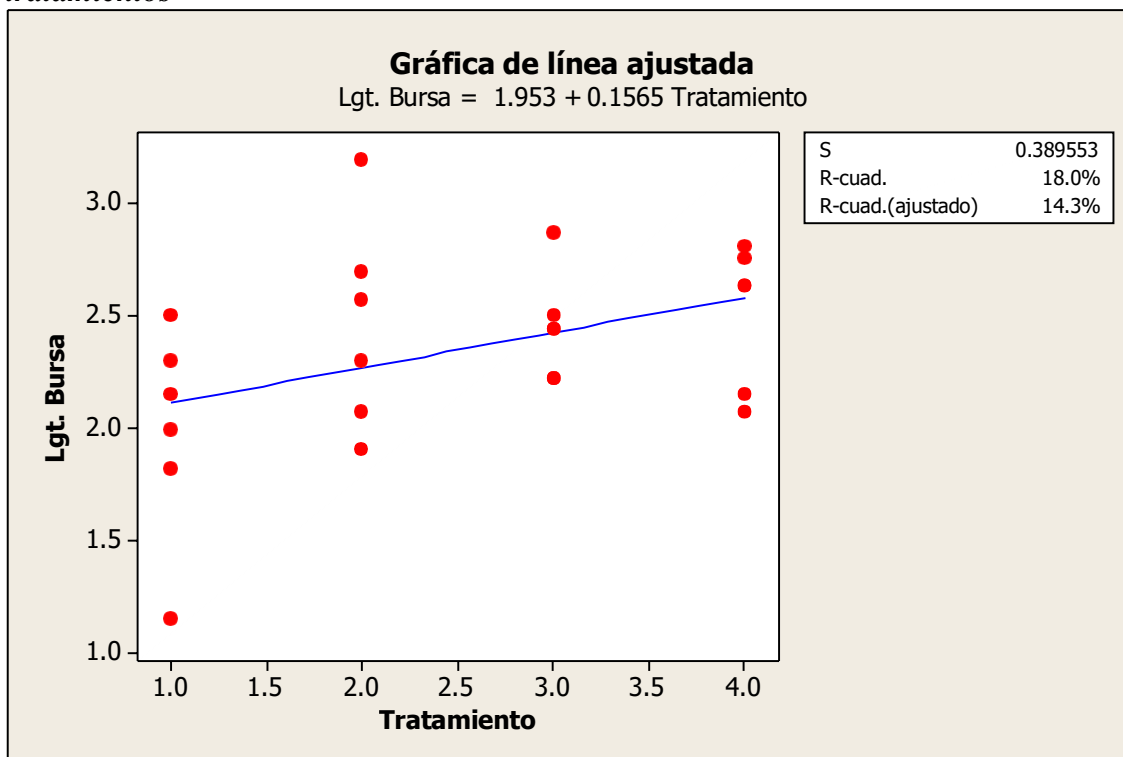
No hubo diferencias significativas en el peso observado y peso relativo de los intestinos, aun cuando al analizar la información del peso relativo el valor de P se aproximó considerablemente a la significación ($P=0.08$); sin embargo, al evaluar tendencias con polinomio de grado uno y dos no se obtuvo significación. El tratamiento 3 acusó una reducción de 11.68% en el peso de los intestinos en comparación con el tratamiento testigo, lo que podría deberse a los efectos hipolipemiente e hipocolesterolémico que se le ha asignado a la curcumina (Khawairakpam et al., citados por Shohe y Vidyarthi, 2020; Choudhury et al., 2018).

Los promedios de peso real y relativo de los riñones fueron muy parecidos entre los cuatro tratamientos; se asumió que las combinaciones no presentaron efecto sobre los riñones.

Aunque se apreció que el peso observado de la bursa de Fabricio tendió a ser mayor conforme se incrementó la combinación cúrcuma: pimienta, las diferencias entre tratamientos no fueron significativas. Cuando se evaluó la información del peso relativo el valor de P se aproximó considerablemente a la significación ($P=0.098$). Por tal motivo, se corrió el análisis de regresión lineal que resultó significativo, en la Figura 3 se muestra la tendencia, conforme crece la combinación el peso de la bursa fue mayor. Se generó la siguiente ecuación de regresión: $Y = 1.953 + 0.1565X$ ($R^2=18\%$; $R^2_{ajust.} = 14.3\%$); entre el 14 y 18% de las variaciones en el peso de la bursa pueden ser explicadas por los tratamientos.

Figura 3.

Tendencia del peso relativo de la bursa de Fabricio con respecto al peso de carcasa según tratamientos



Como ha sido indicado por Soriano (2022), que trabajó con *Echinacea purpurea* en pollos de carne, la bursa de Fabricio de mayor tamaño se vincula con mejor respuesta inmunológica; por lo que se puede inferir en el presente caso que conforme se incrementó la pimienta en la combinación se mejoró la inmunología de las aves. Mejoras en la respuesta inmunológica han sido indicadas por Al Rubaee (2020) y Sugiharto et al. (2020).

Diferencias en el peso observado y en el peso relativo del páncreas no alcanzaron significación estadística ($P > 0.05$). Choudhury et al. (2018) tampoco encontraron diferencia significativa en el tamaño del páncreas; Sugiharto et al. (2020) encontraron diferencia significativa pero sólo porque uno de los tratamientos desvió hacia abajo. No obstante, Eko et al. (2020), Hrnčár et al. (2021) y Akter (2021) reportaron incrementos de peso significativos en el páncreas debidos a la presencia de cúrcuma en la dieta.

Los resultados obtenidos en el presente ensayo corroboran los obtenidos por Sánchez (2023) que trabajó con la parte del rendimiento vivo y encontró mejoras considerables con la proporción 96: 04 en un rubro tan importante como la conversión alimenticia.

Así, si el mismo tratamiento ha permitido un buen desempeño en el rendimiento en vivo y en la carcasa y órganos, su empleo se hace recomendable.

IV. CONCLUSIONES

En el presente ensayo se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Se rechazó la hipótesis planteada, ya que la presencia de la combinación 96: 4 de cúrcuma: pimienta mejoró el rendimiento de carcasa y afectó el peso relativo de hígado y bursa de Fabricio.
2. Con la combinación 96: 4 se mejoró ($P=0.003$) el rendimiento de carcasa en 4% por encima del tratamiento control.
3. El peso relativo del hígado tendió a disminuir conforme se incrementó la cantidad de pimienta en la combinación; indicando mayor trabajo metabólico y mejor tasa de síntesis de tejido muscular, lo que se evidenció por el mayor rendimiento de carcasa.
4. La bursa de Fabricio incrementó el tamaño conforme se incrementó la proporción de pimienta, indicando mejor estado inmunológico de los pollos.
5. En el caso de intestinos, riñones y páncreas la diferencias entre tratamientos no alcanzaron significación estadística ($P>0.05$).

V. RECOMENDACIONES

- 1.** Emplear la suplementación de la combinación cúrcuma: pimienta en la proporción 96:4 por permitir mejor rendimiento de carcasa e indicadores del estado inmunológico de los pollos.
- 2.** Extender la investigación a otras especies de animales domésticos de interés zootécnico.
- 3.** Continuar con estudios que impliquen más indicadores sobre la calidad de la carne.

BIBLIOGRAFÍA

- Adegoke, A. V., Abimbola, M. A., Sanivo, K. A., Egbeyale, L. T., Abiona, J. A., Oso, A. O. and Iposu, S.O. (2018). Performance and blood biochemistry profile of broiler chickens fed dietary turmeric (*Curcuma longa*) powder and cayenne pepper (*Capsicum frutescens*) powders as antioxidants. *Veterinary and Animal Science*, 6:95-102. <https://doi.org/10.1016/j.vas.2018.07.005>
- Aikpitanyi, K. U., Igwe, R. O., and Egweh, N. O. (2019). Assessment of ginger and black pepper as feed additives on growth performance and carcass traits of broiler chickens. *International Journal of Veterinary Science and Animal Husbandry*, 5(1): 33-38.
- Akter, M. S., Das, D., Faruk, M. A. Z., Das, S., and Tuhin, M. R. I. (2021). Comparative efficacy of neem and turmeric extracts as growth promoter in broilers. *International Journal of Natural and Social Sciences*, 8(1): 58-65. DOI: 10.5281/zenodo.4609541
- Alghirani, M. M., Chung, E. L. T., Jesse, F. F. A., Sazili, A. Q., and Loh, T. C. (2021). Could phytobiotics replace antibiotics as feed additives to stimulate production performance and health status in poultry? An Overview. *Journal of Advanced Veterinary Research*, 11 (4): 254-265.
- Al Rubaee, M. A. M. (2020). Impact of cubeb (*Piper cubeba*) and turmeric (*Curcuma longa*) dietary inclusion on broiler's performance and carcass cuts. *Plant Archives*, 20(1): 501-504. e-ISSN:2581-6063 (on line).
- Anand, P., Kunnumakkara, A. B., Newman, R. A., and Aggarwal, B. B. (2007). Bioavailability of curcumin: Problems and promises. *Molecular Pharmaceutics*, 4(6): 807-818. 10.1021/mp700113r
- Arslan, M., ul Haq, A., Ashraf, M., Iqbal, J., and Mund, M. D. (2017). Effect of turmeric (*Curcuma longa*) supplementation on growth performance, immune response, carcass characteristics and cholesterol profile in broilers. *Veterinaria*, 66(1): 16-20.
- Bunge, M. (1972). *La Investigación Científica, su Estrategia y su Filosofía*. 2da edición. Ediciones Ariel. Barcelona, España.
- Choudhary, G., Mohta, R., Prakash, and Mehra, M. (2022). Effect of feeding black pepper, dry tulsi leaves and black cumin seeds on growth performance of broiler chicks. *The Pharma Innovation Journal*, SP-11(7): 1139-1142. <https://www.thepharmajournal.com>
- Eko, P. M., Afolabi, K. d., Enyenihi, G. E. (2020). Growth performance, carcass quality, organ weights and hematology of broilers fed graded dietary levels of turmeric (*Curcuma longa* L.) powder as feed additive. *Animal and Veterinary Science*, 8(3): 65-70. Doi: 10.11648/j.av.20200803.14
- Guil-Guerrero, J. L., Ramos, L., Zíñiga Paredes, J. C., Carlosama-Yépez, M., Moreno, C., and Ruales, P. (2017). Effects of turmeric rhizome powder and curcumin on poultry production: A review. *Journal of Animal and Feeds Sciences*, 26: 293-302. <https://doi.org/10.22358/jafs/78511/2017>
- 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.
- Hrncar, C., Hanusová, E., Hanus, A., Arpasová, H., Hamadová, M., Kanka, T., and Bujko, J. (2021). The effect of natural feed additive on productive performance of broiler chickens. *Acta Fytotechn Zootechn*, 24(4): 334-339. <https://doi.org/10.15414/afz.2021.24.04.334-339>

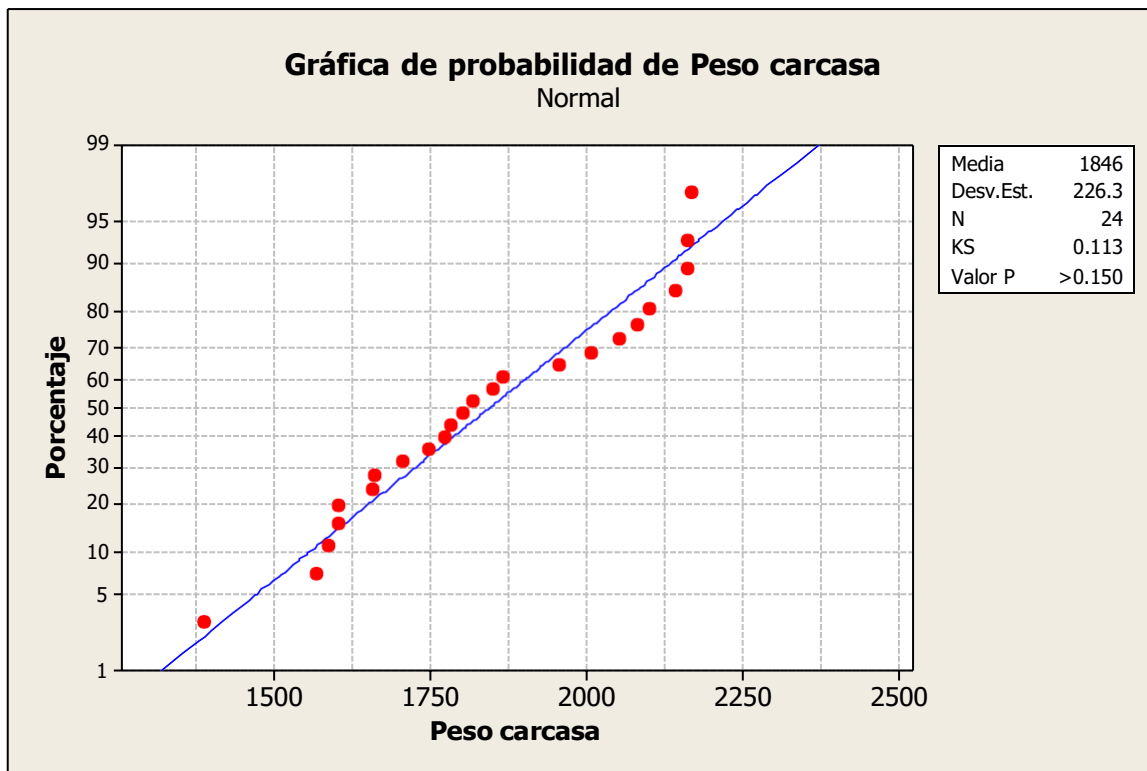
- Kinati, C., Ameha, N., Girma, M., and Nurfeta, A. (2022). Effective microorganisms, turmeric (*Curcuma longa*), and their combination on performance and economic benefits in broilers. *Heliyon*, 8:e09568. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09568>
- Maletta, H. (2015). *Hacer Ciencia. Teoría y práctica de la producción científica*. Universidad del Pacífico: Lima, Perú. 700 PP. ISBN: 978-9972-57-339-2
- Mirzaei, H., Shakeri, A., Rashidi, B., Jalili, a., Banikazemi, Z., and Sahebkar, A. (2017). Phytosomal curcumin: A review of pharmacokinetic, experimental and clinical studies. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 85: 102-112. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biopha.2016.11.098>
- Nouzarian, R., Tabeidian, S. A., Toghyami, M., Ghalamkari, G., and Toghyami, M. (2011). Effect of turmeric powder on performance, carcass traits, humoral immune responses, and serum metabolites in broiler chickens. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 20: 389-400.
- Ostle, B. (1979). *Estadística Aplicada*. Limusa. México: D.F.
- Preza R., L. de L. (2019). Eficacia de la administración oral de curcumina en la remisión del síndrome metabólico. *Tesis para obtener el grado de Maestra en Ciencias de la Salud*. División de Estudios de Posgrado e Investigación, Facultad de Medicina y Nutrición, Universidad Juárez del Estado de Durango. México.
- Salah, A. S., Ahmed-Farid, O. A., Nassan, M. A., and El-Tarabany, M. S. (2021). Dietary curcumin improves energy metabolism, brain monoamines, carcass traits, muscle oxidative stability and fatty acid profile in heat-stressed broiler chickens. *Antioxidants*, 10: 1265. <https://doi.org/10.3390/antiox10081265>
- Sánchez, C. (2023). Diferentes proporciones de *Curcuma longa* L. y *Piper nigrum* L. en la dieta y comportamiento productivo de pollos de carne. *Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista*. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Scheffler, C. (1982). *Bioestadística*. Fondo Educativo Interamericano. EE. UU. de N. A.
- Shoba, G., Joy, D., Joseph, T., Majeed, M., Rajendran, R., and Srinivas, P. S. S. R. (1998) Influence of piperine on the pharmacokinetics of curcumin in animals and human volunteers. *Planta Medica* 64: 353-356.
- Shohe, A. and Vidyarthi, V. K. (2020). Performance of broiler chicken on diet supplemented with turmeric powder – A Review. *Livestock Research International*, 8(3): 76-83. <https://www.researchgate.net/publication/358021941>
- Singh, J., Kaur, P., Sharma, M., Metha, N., Singh, N. D., Sethi, A. P. S., and Sikka, S. S. (2019). Effect of combination of garlic powder with black pepper, cinnamon and aloe vera powder on the growth performance, blood profile, and meat sensory qualities of broiler chickens. *Indian Journal of Animal Sciences*, 89(12): 1370-1376. <https://www.researchgate.net/publication/338431815>
- Soriano, S. (2022). Extracto comercial de *Echinacea purpurea*, en el alimento y agua de bebida, con indicadores productivos de pollos de carne. *Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista*. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Sugiharto, S., Pratama, A. R., Yudiarti, T., Wahyuni, H. I., Widiastuti, E., and Sartono, T. A. (2020). Effect of acidified turmeric and/or black pepper on growth performance and meat quality of broiler chickens. *International Journal of Veterinary Science and Medicine*, 8(1): 85-92. <https://doi.org/10.1080/23144599.2020.1830691>

- Vidarte, F. A. (2021). Rendimiento y estructura del epitelio intestinal y mermas en la carcasa de pollos de carne que reciben *Curcuma longa* L. y *Piper nigrum* L. en la dieta. *Tesis para optar el título profesional de Ingeniera Zootecnista*. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Widjastuti, T., Ismail, P., and Garnida, D. (2021). The effect of use of mixed red ginger (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) and turmeric (*Curcuma longa*) in the ration on performance and carcass quality of broiler. *Scientific Papers. Series D. Animal Science*, LXIV (1): 216-221.

ANEXOS

Anexo 1.

Prueba de normalidad para el peso de la carcasa



Anexo 2.

Prueba de homogeneidad de varianzas para el peso de la carcasa

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándares

Tratamiento	N	Inferior	Desv.Est.	Superior
1	6	137.516	247.662	822.991
2	6	118.814	213.980	711.063
3	6	83.633	150.621	500.518
4	6	136.236	245.357	815.329

Prueba de Bartlett (distribución normal)

Estadística de prueba = 1.31, valor p = 0.727

Prueba de Levene (cualquier distribución continua)

Estadística de prueba = 0.16, valor p = 0.922

Anexo 3.***Análisis de la varianza con el peso de carcasa***

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	3	228270	76090	1.60	0.220 NS
Error	20	950054	47503		
Total	23	1178324			

S = 218.0 R-cuad. = 19.37% R-cuad.(ajustado) = 7.28%

Anexo 4.***Análisis de la varianza con el peso relativo de la carcasa (transformación arco seno)***

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	3	37.60	12.53	6.44	0.003 **
Error	20	38.90	1.94		
Total	23	76.50			

S = 1.395 R-cuad. = 49.15% R-cuad.(ajustado) = 41.52%

Anexo 5.***Análisis de regresión entre el peso relativo de la carcasa (Y) y tratamientos (X)***

La ecuación de regresión es

$$Y_{\text{Carcasa}} = 58.97 + 1.782 X - 0.1818 X^2$$

S = 1.58666 R-cuad. = 30.9% R-cuad.(ajustado) = 24.3%

Análisis de varianza de la regresión

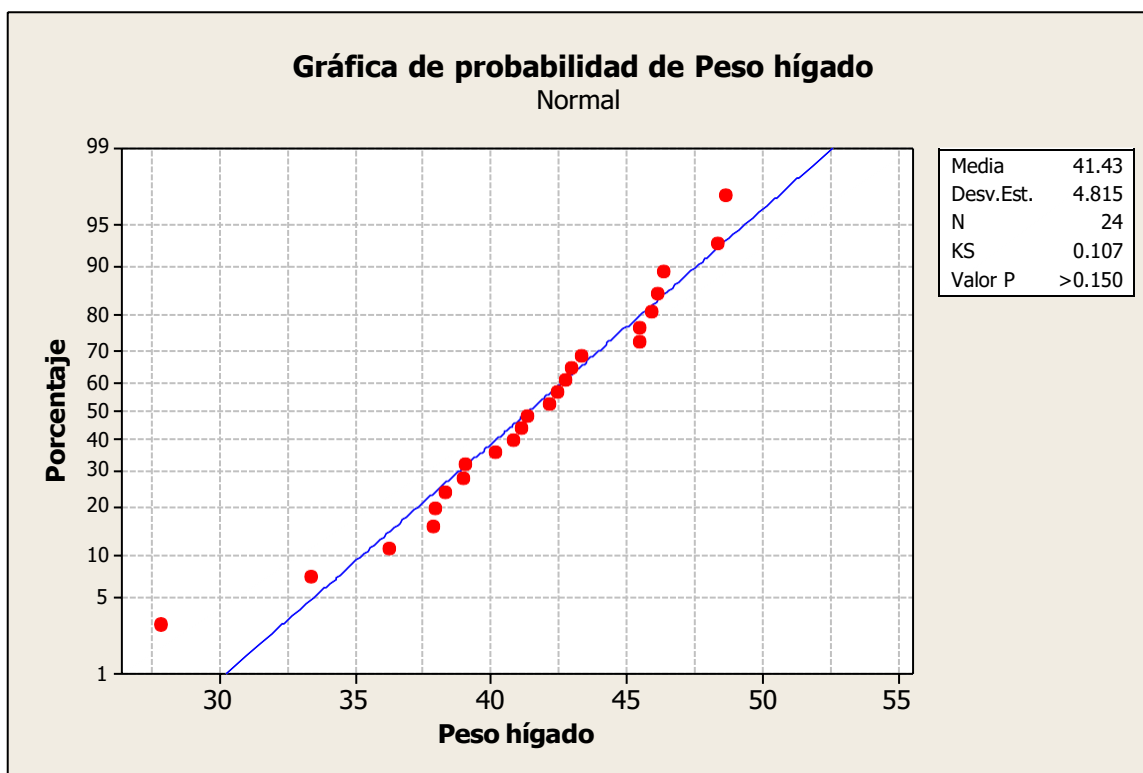
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	2	23.6328	11.8164	4.69	0.021 *
Error	21	52.8673	2.5175		
Total	23	76.5001			

Análisis de varianza secuencial

Fuente	GL	SC	F	P
Lineal	1	22.8393	9.36	0.006 **
Cuadrática	1	0.7935	0.32	0.580 NS

Anexo 6.

Prueba de normalidad con el peso del hígado



Anexo 7.

Prueba de homogeneidad de varianzas con el peso del hígado

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándares

Tratamiento	N	Inferior	Desv.Est.	Superior
1	6	2.22741	4.01148	13.3303
2	6	1.12837	2.03216	6.7529
3	6	3.45667	6.22535	20.6871
4	6	2.81279	5.06573	16.8336

Prueba de Bartlett (distribución normal)

Estadística de prueba = 5.12, valor $p = 0.163$

Prueba de Levene (cualquier distribución continua)

Estadística de prueba = 0.51, valor $p = 0.679$

Anexo 8.***Análisis de varianza con el peso del hígado***

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	3	110.1	36.7	1.73	0.192 NS
Error	20	423.2	21.2		
Total	23	533.3			

S = 4.600 R-cuad. = 20.65% R-cuad.(ajustado) = 8.75%

Anexo 9.***Análisis de varianza con peso relativo del hígado (transformación arco seno)***

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	3	3.915	1.305	2.68	0.075
Error	20	9.744	0.487		
Total	23	13.659			

S = 0.6980 R-cuad. = 28.66% R-cuad.(ajustado) = 17.96%

Anexo 10.***Análisis de regresión entre el peso relativo del hígado (Y) y tratamientos (X)***

La ecuación de regresión es

$$Y_{\text{Hígado}} = 9.328 - 0.2725 X$$

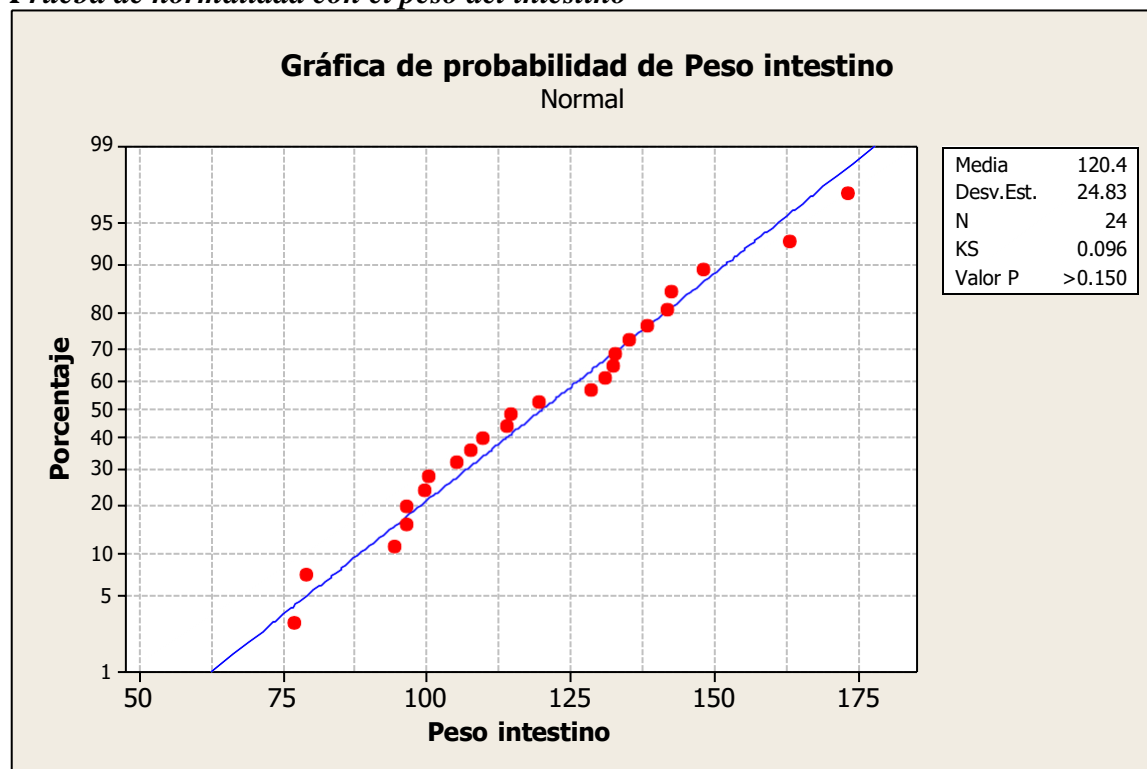
S = 0.720845 R-cuad. = 16.3% R-cuad.(ajustado) = 12.5%

Análisis de varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	2.2276	2.22755	4.29	0.050 *
Error	22	11.4316	0.51962		
Total	23	13.6591			

Anexo 11.

Prueba de normalidad con el peso del intestino



Anexo 12.

Prueba de homogeneidad de varianzas con el peso del intestino

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándares

Tratamiento	N	Inferior	Desv.Est.	Superior
1	6	17.4805	31.4818	104.615
2	6	16.0701	28.9418	96.175
3	6	10.3230	18.5915	61.780
4	6	9.0330	16.2681	54.059

Prueba de Bartlett (distribución normal)

Estadística de prueba = 2.76, valor p = 0.429

Prueba de Levene (cualquier distribución continua)

Estadística de prueba = 1.47, valor p = 0.253

Anexo 13.

Análisis de varianza con el peso del intestino

Fuente	GL	SC	MC	F	P	
Tratamiento	3	1981	660	1.08	0.379	NS
Error	20	12195	610			
Total	23	14177				

S = 24.69 R-cuad. = 13.98% R-cuad.(ajustado) = 1.07%

Anexo 14.

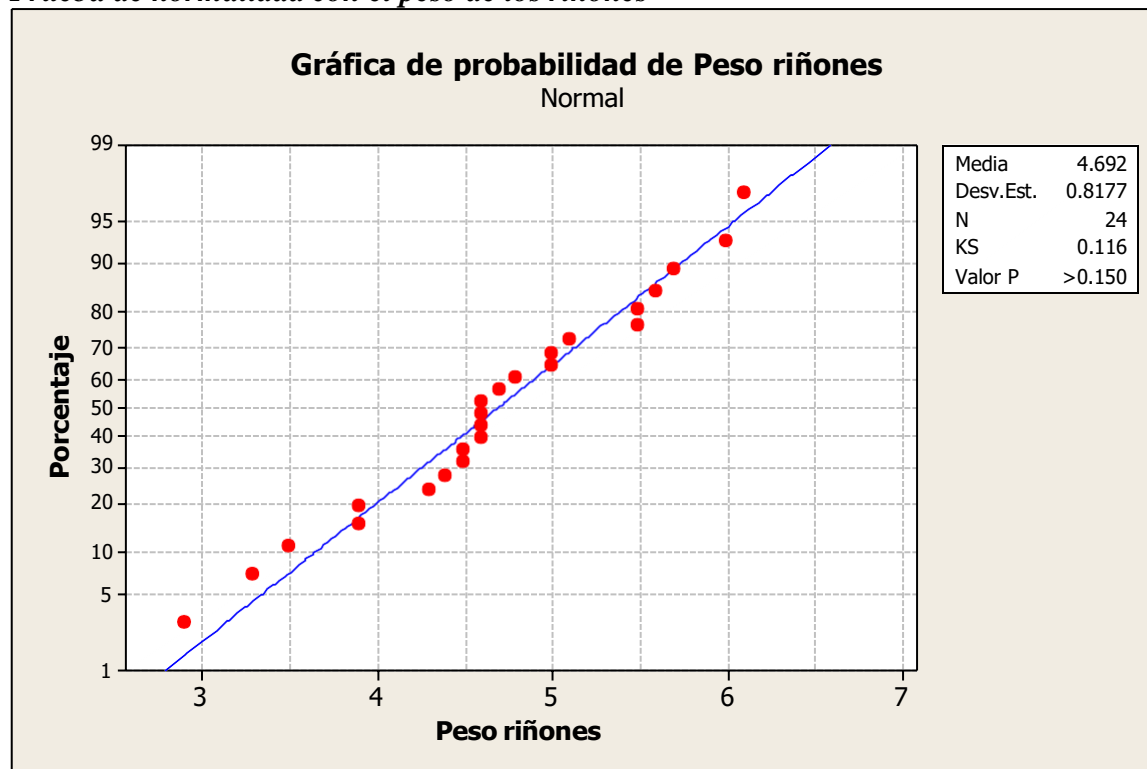
Análisis de varianza con peso relativo del intestino (transformación arco seno)

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	3	17.15	5.72	2.61	0.080
Error	20	43.83	2.19		
Total	23	60.99			

S = 1.480 R-cuad. = 28.13% R-cuad.(ajustado) = 17.35%

Anexo 15.

Prueba de normalidad con el peso de los riñones



Anexo 16.

Prueba de homogeneidad de varianzas con el peso de riñones

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándares

Tratamiento	N	Inferior	Desv.Est.	Superior
1	6	0.647536	1.16619	3.87529
2	6	0.561240	1.01078	3.35884
3	6	0.101881	0.18348	0.60973
4	6	0.386293	0.69570	2.31184

Prueba de Bartlett (distribución normal)

Estadística de prueba = 11.54, valor p = 0.009

Prueba de Levene (cualquier distribución continua)
 Estadística de prueba = 3.49, valor p = 0.035

Anexo 17.

Análisis de varianza con el peso de riñones

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	3	0.882	0.294	0.41	0.751 NS
Error	20	14.497	0.725		
Total	23	15.378			

S = 0.8514 R-cuad. = 5.73% R-cuad.(ajustado) = 0.00%

Anexo 18.

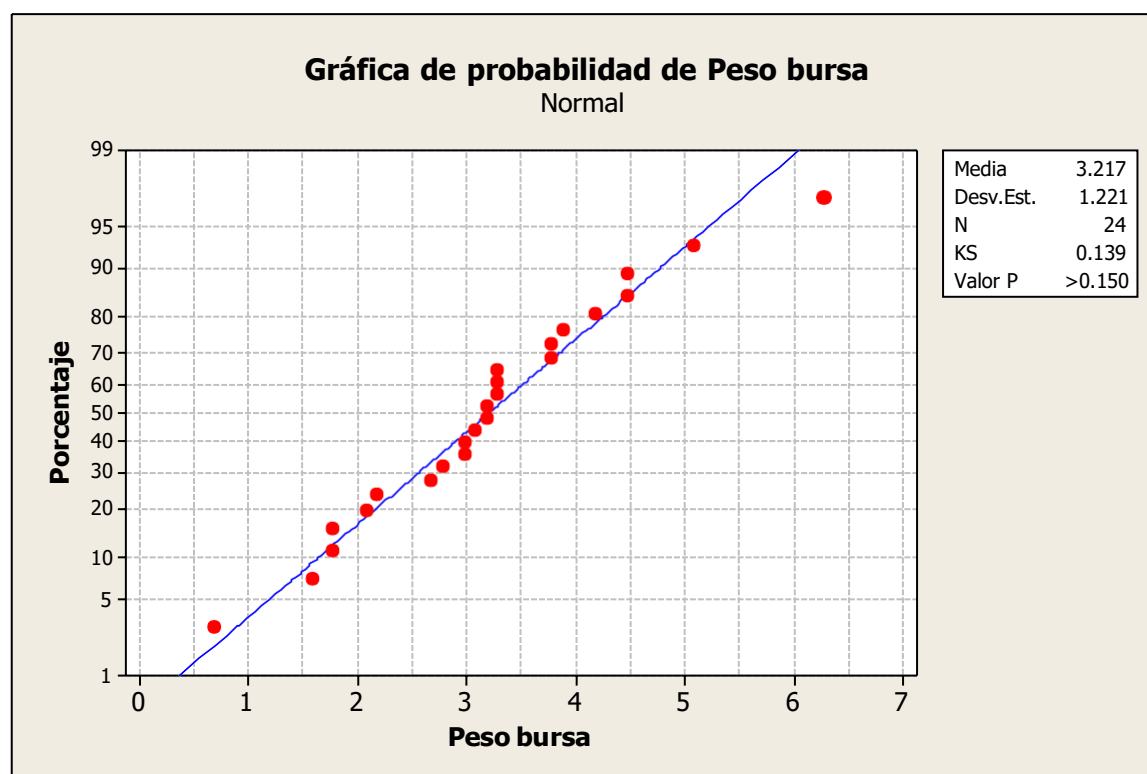
Análisis de varianza con peso relativo de riñones (transformación arco seno)

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	3	0.1387	0.0462	0.62	0.608 NS
Error	20	1.4820	0.0741		
Total	23	1.6207			

S = 0.2722 R-cuad. = 8.56% R-cuad.(ajustado) = 0.00%

Anexo 19.

Prueba de normalidad con el peso de la bursa de Fabricio



Anexo 20.***Prueba de homogeneidad de varianzas con el peso de la bursa de Fabricio***

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándares

Tratamiento	N	Inferior	Desv.Est.	Superior
1	6	0.577841	1.04067	3.45819
2	6	0.937547	1.68849	5.61091
3	6	0.448924	0.80850	2.68666
4	6	0.475602	0.85654	2.84632

Prueba de Bartlett (distribución normal)

Estadística de prueba = 3.46, valor p = 0.326

Prueba de Levene (cualquier distribución continua)

Estadística de prueba = 1.01, valor p = 0.411

Anexo 21.***Análisis de varianza con el peso de la bursa de Fabricio***

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	3	7.67	2.56	1.92	0.159 NS
Error	20	26.61	1.33		
Total	23	34.27			

S = 1.153 R-cuad. = 22.37% R-cuad.(ajustado) = 10.72%

Anexo 22.***Análisis de varianza con el peso relativo de la bursa de Fabricio (transformación arco-seno)***

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	3	1.077	0.359	2.40	0.098
Error	20	2.996	0.150		
Total	23	4.073			

S = 0.3871 R-cuad. = 26.44% R-cuad.(ajustado) = 15.41%

Anexo 23.***Análisis de regresión entre el peso relativo de la bursa de Fabricio (Y) y tratamientos (X)***

La ecuación de regresión es

$$Y_{\text{Bursa}} = 1.953 + 0.1565 X$$

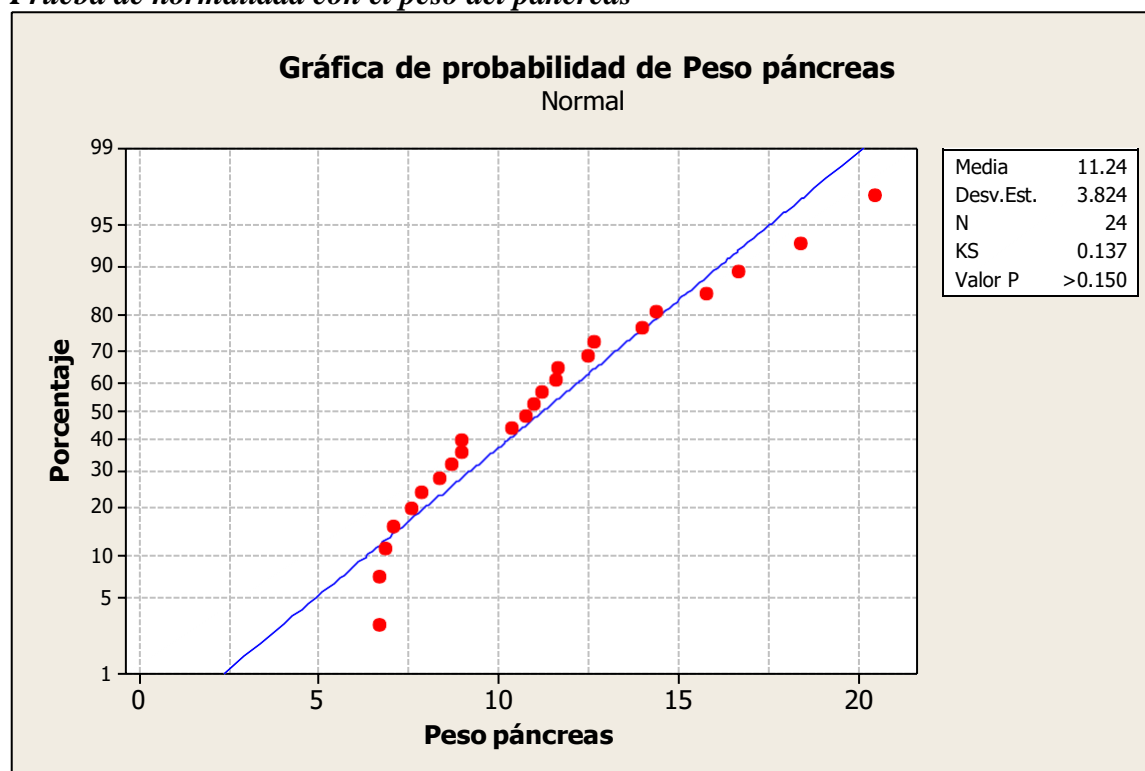
S = 0.389553 R-cuad. = 18.0% R-cuad.(ajustado) = 14.3%

Análisis de varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.73481	0.734814	4.84	0.039 *
Error	22	3.33853	0.151751		
Total	23	4.07335			

Anexo 24.

Prueba de normalidad con el peso del páncreas



Anexo 25.

Prueba de homogeneidad de varianzas con el peso del páncreas

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándares

Tratamiento	N	Inferior	Desv.Est.	Superior
1	6	2.94038	5.29553	17.5972
2	6	2.02244	3.64234	12.1036
3	6	1.17035	2.10776	7.0042
4	6	2.35639	4.24378	14.1022

Prueba de Bartlett (distribución normal)

Estadística de prueba = 3.57, valor p = 0.311

Prueba de Levene (cualquier distribución continua)

Estadística de prueba = 0.57, valor p = 0.641

Anexo 26.***Análisis de varianza con el peso del páncreas***

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	3	17.6	5.9	0.37	0.777 NS
Error	20	318.8	15.9		
Total	23	336.4			

S = 3.993 R-cuad. = 5.23% R-cuad.(ajustado) = 0.00%

Anexo 27.***Análisis de varianza con el peso relativo del páncreas (transformación arco seno)***

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	3	1.579	0.526	1.45	0.259 NS
Error	20	7.283	0.364		
Total	23	8.862			

S = 0.6035 R-cuad. = 17.82% R-cuad.(ajustado) = 5.49%

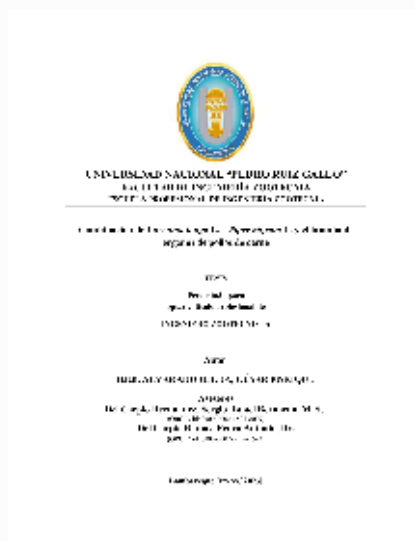


Recibo digital

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: César Enrique Alvarado Ojeda
Título del ejercicio: Quick Submit
Título de la entrega: Combinación de Curcuma longa L. - Piper nigrum L. y el tam...
Nombre del archivo: TESIS_CE_SAR_ALVARADO_OJEDA.pdf
Tamaño del archivo: 858.14K
Total páginas: 55
Total de palabras: 13,128
Total de caracteres: 64,351
Fecha de entrega: 30-ene.-2023 07:44p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entre... 2002912036



© 2023 Turnitin. Todos los derechos reservados.

M. Sc. Sergio R. B. Del Carpio Hernández
Asesor

Dr. Pedro Antonio Del Carpio Ramos
Asesor

Combinación de Curcuma longa L. - Piper nigrum L. y el tamaño de órganos de pollos de carne

por César Enrique Alvarado Ojeda

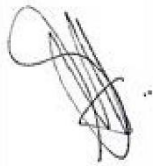
Fecha de entrega: 30-ene-2023 07:44p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2002912036

Nombre del archivo: TESIS_CE_SAR_ALVARADO_OJEDA.pdf (858.14K)

Total de palabras: 13128

Total de caracteres: 64351



M. Sc. Sergio R. B. Del Carpio Hernández
Asesor



Dr. Pedro Antonio Del Carpio Ramos
Asesor

Combinación de Curcuma longa L. - Piper nigrum L. y el tamaño de órganos de pollos de carne

INFORME DE ORIGINALIDAD

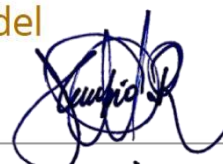
11%	10%	2%	1%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	1library.co Fuente de Internet	5%
2	www.analesranf.com Fuente de Internet	2%
3	revistas.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	www2.unprg.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	eprints.uanl.mx Fuente de Internet	<1%
6	Manuel Paredes, Deysi Chilón, Cristian Hobán, Pedro Ortiz. "Efecto de la sustitución de bacitracina con ajo, arándano o cúrcuma en la dieta sobre el desempeño en crecimiento, características de carcasa, contenido lipídico y estado antioxidante de la carne de pavos", Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 2021 Publicación	<1%



M. Sc. Sergio R. B. Del Carpio Hernández
Asesor



Dr. Pedro Antonio Del Carpio Ramos
Asesor



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA
UNIDAD DE INVESTIGACION PECUARIA

“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”



CONSTANCIA DE SIMILITUD

N° 011-2023-VIRTUAL-UIP-FIZ

EL DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERIA ZOOTECNIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO, HACE CONSTAR:

Que, la Bachiller: **CESAR ENRIQUE ALVARADO OJEDA** de la escuela profesional de Ingeniería Zootecnia, ha cumplido con presentar la **SIMILITUD DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS (TURNITIN)**; como requisito indispensable para la sustentación de la tesis; según detalle: **TITULO: “Combinación de Curcuma longa L. – Piper nigrum L. y el tamaño de órganos en pollos de carne”,**

INDICE DE SIMILITUD: 11%

ASESORES :

Ing. Sergio Rafael Bernardo Del Carpio Hernández, MSc.
Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr.

Se expide la presente, para la tramitación del Título Profesional; dispuesto en la **Directiva para la evaluación de originalidad de los documentos académicos, de investigación formativa y para la obtención de Grados y Títulos de la UNPRG.**

Lambayeque, 27 de marzo de 2023

Atentamente,


Ing. Napoleón Corrales Rodríguez Dr.
Unidad de Investigación Pecuaria



c.c Archivo