



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

**Diferentes proporciones de *Curcuma longa* L. y *Piper nigrum* L. en la
dieta y comportamiento productivo de pollos de carne**

TESIS

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

Autor

Bach. SÁNCHEZ ÁLVAREZ, CHRISTIAN DE JESUS

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 [03/ Febrero/ 2023]

**Diferentes proporciones de *Curcuma longa* L. y *Piper nigrum* L. en la dieta y
comportamiento productivo de pollos de carne**

TESIS

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

INGENIERO ZOOTECNISTA

Autor: Sánchez Álvarez, Christian de Jesús

**Sustentada y aprobada ante el
siguiente jurado**

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



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



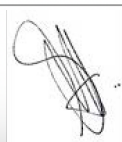
Diferentes proporciones de Curcuma longa L. y Piper nigrum L. en la dieta y comportamiento productivo de pollos de carne

INFORME DE ORIGINALIDAD

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

FUENTES PRIMARIAS

1	1library.co Fuente de Internet	7 %
2	revistas.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1 %
3	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
4	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
5	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
6	repositorio.ucsg.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
7	atrium.lib.uoguelph.ca Fuente de Internet	<1 %
8	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	<1 %



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



Dr. Pedro Antonio Del Carpio Ramos
Asesor

CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Nosotros, Ingenieros Sergio Rafael Bernardo Del Carpio Hernández, M. Sc., y Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr., asesores de tesis del bachiller **Christian de Jesús Sánchez Álvarez**.

Titulada “**Diferentes proporciones de *Curcuma longa* L. y *Piper nigrum* L. en la dieta y comportamiento productivo de pollos de carne**”, luego de la revisión exhaustiva del documento he constatado que tiene un índice de similitud de 11%, verificable en el reporte de similitud del programa Turnitin.

Los suscritos han analizado dicho reporte y han concluido que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. Por lo que, a nuestro 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, 10 de enero de 2023.



Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr.
DNI 16407252
Asesor



Ing. Sergio Del Carpio Hernández, M. Sc.
DNI 40158939
Asesor



Bach. Christian de Jesús Sánchez Álvarez
DNI 72731858
Autor



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA

ACTA DE SUSTENTACION VIRTUAL

N° 003- 2023/FIZ



Siendo las 10:00 am del día viernes 3 de febrero de 2023, de acuerdo a lo dispuesto en la Resolución N° 016-2023-VIRTUAL-FIZ/D de fecha 2 de febrero de 2023, que autoriza la sustentación virtual de la tesis "DIFERENTES PROPORCIONES DE Curcuma longa L. Y Piper nigrum L. EN LA DIETA Y COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE POLLOS DE CARNE", presentado por el bachiller CHRISTIAN DE JESÚS SÁNCHEZ ÁLVAREZ", se reunieron vía plataforma virtual: <https://meet.google.com/qpf-icsw-duy> los miembros de jurado designados con Resolución N° 022-2022-VIRTUAL-FIZ/D de fecha 28 de febrero de 2022: Ing. Antonio Guerrero Delgado M. Sc. (Presidente); Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr. (Secretario); Ing. Allan Joel Arriola 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° 001-2023-VIRTUAL_FIZ/D, de fecha 2 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/vzh-fvai-yro> para deliberar y calificar la sustentación de la tesis: "DIFERENTES PROPORCIONES DE Curcuma longa L. Y Piper nigrum L. EN LA DIETA Y COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE POLLOS DE CARNE", presentado por el bachiller CHRISTIAN DE JESÚS SÁNCHEZ ÁLVAREZ, habiendo acordado APROBAR el trabajo de tesis con la nota en escala vigesimal de 19 equivalente al calificativo de MUY BUENO.

Por lo tanto, el Bachiller en Ingeniería Zootecnia CHRISTIAN DE JESÚS SÁNCHEZ ÁLVAREZ; 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 11:00 am se dio por concluido el presente acto académico firmando en señal de conformidad los miembros de jurado y asesor.

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

Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr.
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

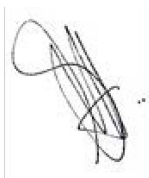
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Sánchez Álvarez, Christian de Jesús, investigador principal, y Del Carpio Hernández, Sergio Rafael Bernardo, M. Sc., y Del Carpio Ramos, Pedro Antonio, Dr., asesores, del trabajo de investigación **Diferentes proporciones de *Curcuma longa* L. y *Piper nigrum* L. en la dieta y comportamiento productivo 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.



Sánchez Álvarez, Christian de Jesús



Del Carpio Hernández, Sergio Rafael Bernardo



Del Carpio Ramos, Pedro Antonio

DEDICATORIA

Dedico la presente tesis:

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más.

A mi madre, Carmen, por ser la persona que me ha acompañado durante todo mi trayecto estudiantil y de vida.

A mi padre, Jesús, quien con sus consejos ha sabido guiarme para culminar mi carrera profesional.

A mi abuelo, Catalino, por apoyarme durante la vida universitaria y ser un ejemplo para mi superación personal.

A mi hermano Paul, por su apoyo incondicional en el transcurso de mi carrera universitaria, por compartir momentos de alegría, tristeza y demostrarme que siempre podré contar con él.

A mis tíos quienes con su ayuda, cariño y comprensión han sido parte fundamental de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi agradecimiento a todas las personas que, directa e indirectamente, apoyaron la realización del experimento que se plasma en el presente documento, que es evidencia de la investigación realizada como tesis.

A los Ingenieros Sergio R. B. Del Carpio Hernández y Pedro A. Del Carpio Ramos, por toda la colaboración brindada durante todas las fases de la investigación.

Finalmente, a Juliana Rocío, porque cada una con sus valiosas aportaciones hicieron posible este proyecto y por la gran calidad humana que me ha demostrado con su amistad.

Resumen

La cúrcuma (*Curcuma longa*) ha sido ampliamente estudiada debido a una serie de propiedades benéficas para los animales que se explotan con fines zootécnicos; sin embargo, la capacidad de absorción de sus componentes es muy reducida a nivel intestinal y es necesario optar por alguna estrategia o estrategias que permitan mejorarla. La pimienta negra (*Piper nigrum*) ha mostrado propiedades adyuvantes para la absorción de una serie de principios, por lo que es necesario determinar en qué medida lo haría con la cúrcuma, sobre todo en la actualidad que se busca reemplazar con igual o mayor eficiencia a los antibióticos promotores del crecimiento. Se realizó un ensayo de alimentación con 100 pollos Cobb 500 de un día de edad, en cuatro grupos de tratamientos: (1) dieta testigo, (2) dieta testigo + 0.1% de una combinación cúrcuma: pimienta (98:02); (3) dieta testigo + 0.1% de una combinación cúrcuma: pimienta (96:04) y (4) dieta testigo + 0.1% de una combinación cúrcuma: pimienta (94:06); para evaluar los efectos sobre indicadores del rendimiento del crecimiento en 42 días experimentales. El consumo de alimento acumulado se incrementó en 3% por presencia de cualquiera de las combinaciones. En los primeros 21 días las combinaciones superaron ($P < 0.05$) al testigo en el incremento de peso; las cifras acumuladas (1-42 días) de los tratamientos con las combinaciones superaron al testigo alrededor de 9%. La eficiencia de utilización del alimento fue entre 11 y 17% mejorada con las combinaciones en los primeros 21 días y en el acumulado hasta 7% con el tratamiento 3. El mérito económico siguió la misma tendencia que la conversión. Los resultados mostraron la conveniencia de emplear la combinación, sobre todo en la proporción 96:04%.

Palabras clave: Combinación cúrcuma: pimienta; Alimentación; Pollos de carne.

Abstract

Turmeric (*Curcuma longa*) has been widely studied due to a series of beneficial properties for animals that are exploited for zootechnical purposes; however, the absorption capacity of its components is very low at the intestinal level and it is necessary to opt for some strategy or strategies that allow it to be improved. Black pepper (*Piper nigrum*) has shown adjuvant properties for the absorption of a series of principles, so it is necessary to determine to what extent it would do with turmeric, especially now that it seeks to replace with equal or greater efficiency antibiotic growth promoters. A feeding trial was carried out with 100 one-day-old Cobb 500 chickens, in four treatment groups: (1) control diet, (2) control diet + 0.1% of a turmeric: pepper combination (98:02); (3) control diet + 0.1% of a turmeric: pepper combination (96:04) and (4) control diet + 0.1% of a turmeric: pepper combination (94:06); to evaluate the effects on growth performance indicators in 42 experimental days. Accumulated feed consumption increased by 3% due to the presence of any of the combinations. In the first 21 days, the combinations exceeded ($P < 0.05$) the control in weight gain; the accumulated figures (1-42 days) of the treatments with the combinations exceeded the control around 9%. The feed utilization efficiency was between 11 and 17% improved with the combinations in the first 21 days and accumulated up to 7% with treatment 3. The economic merit followed the same trend as the conversion. The results showed the convenience of using the combination, especially in the proportion 96:04%.

Keywords: Turmeric: pepper combination; Feeding; Broiler chickens.

ÍNDICE

Nº Cap.	Título del Capítulo	Nº Pág.
	Resumen/ Abstract	ix
	INTRODUCCIÓN	01
I	ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO	
	1.1. Tipo y Diseño de Estudio	05
	1.2. Lugar y Duración	05
	1.3. Tratamientos Evaluados	05
	1.4. Animales Experimentales	05
	1.5. Alimento Experimental	06
	1.6. Instalaciones y Equipo	07
	1.7. Técnicas Experimentales	08
	1.8. Variables Evaluadas	09
	1.9. Evaluación de la Información	09
II	MARCO TEÓRICO	
	2.1. Antecedentes Bibliográficos	11
	2.1.1. Sobre la cúrcuma y la pimienta	11
	2.1.2. Respuesta productiva a la cúrcuma y pimienta	16
	2.2. Bases Teóricas	29
III	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
	3.1. Consumo de Alimento	31
	3.2. Peos Corporal y Cambios en el Peso	33
	3.3. Conversión Alimenticia	37
	3.4. Mérito Económico	41
IV	CONCLUSIONES	42
V	RECOMENDACIONES	43
	BIBLIOGRAFÍA	44
	ANEXOS	48

ÍNDICE DE TABLAS

Nº	Título	Pág. Nº
1	<i>Composición porcentual (insumos) de la ración testigo para cada fase de crianza</i>	07
2	<i>Esquema del análisis de la varianza del DCA</i>	10
3	<i>Consumo de alimento de pollos de carne que recibieron combinaciones de cúrcuma: pimienta en el alimento</i>	31
4	<i>Cambios en el peso vivo, peso y rendimiento de carcasa de pollos de carne que recibieron combinaciones de cúrcuma: pimienta en el alimento</i>	33
5	<i>Conversión alimenticia de pollos de carne que recibieron combinaciones de cúrcuma: pimienta en el alimento</i>	37
6	<i>Mérito económico de pollos de carne que recibieron combinaciones de cúrcuma: pimienta en el alimento</i>	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	Título	Pág. Nº
1	<i>Comparativo porcentual entre tratamientos para consumo de alimento en periodos diferentes</i>	32
2	<i>Comparativo porcentual entre tratamientos para el incremento de peso de 1-21 días de edad</i>	34
3	<i>Comparativo porcentual entre tratamientos para el incremento de peso de 22 a 42 días de edad</i>	35
4	<i>Comparativo porcentual entre tratamientos para el incremento de peso de 1 a 42 días de edad</i>	35
5	<i>Comparativo porcentual entre tratamientos para conversión alimenticia de 1-21 días</i>	38
6	<i>Comparativo porcentual entre tratamientos para conversión alimenticia de 21-42 días</i>	39
7	<i>Comparativo porcentual entre tratamientos para conversión alimenticia de 1-42 días</i>	39

ANEXOS

Nº	Título	Pág. Nº
1	Prueba de normalidad con el incremento de peso 1 – 21 días de edad	48
2	Prueba de homogeneidad de varianzas con el incremento de peso 1 – 21 días	48
3	ANOVA unidireccional: Incremento de peso 1-21 días vs. Tratamiento	49
4	Prueba de normalidad con el incremento de peso de 22 – 42 días	49
5	Prueba de homogeneidad de varianzas con el incremento de peso de 22 – 42 días	49
6	ANOVA unidireccional: Incrm. 22-42 días vs. Tratamiento	50
7	Prueba de normalidad con el incremento de peso de 1 – 42 días	50
8	Prueba de homogeneidad de varianzas con el incremento de peso de 1 – 42 días	50
9	ANOVA unidireccional: Incremento de peso 1-42 días vs. Tratamiento	51

INTRODUCCIÓN

La acción fitobiótica y sus efectos sobre los animales domésticos de interés zootécnico corresponden a un concepto relativamente reciente en la industria de la producción animal, aun cuando algunos trabajos de investigación pioneros hayan tratado hace buen tiempo con relación a su efecto sobre algunos indicadores productivos en diferentes especies animales. Según Alghirani et al. (2021), aproximadamente cincuenta mil de los cuatrocientos veintidós mil tipos de plantas con flores se emplean con fines medicinales en todo el mundo; así mismo, indican que los humanos los vienen empleando por siglos para tratar diferentes males y como aditivos en la alimentación animal.

Se puede sostener, sin lugar a equivocación, que a partir del inicio de la campaña para prohibir el empleo de antibióticos promotores del crecimiento (APC) en la última década del siglo XX en los países desarrollados se generó (y aún continúa) una fuerte investigación buscando alternativas de reemplazo; tal que, prácticamente se considera que el concepto antes referenciado, por lo menos, se consolidó a inicios del siglo XXI. La investigación ha resaltado para estos productos las siguientes características: naturales, libres de residuos, menos tóxicos y se les asume como los promotores del crecimiento ideales en las dietas de los animales en comparación con los antibióticos fármacos; dependiendo el tipo e intensidad de su acción de su contenido de compuestos químicos (metabolitos secundarios), que constituyen un grupo particularmente grande de compuestos (Alghirani et al., 2021).

Es importante considerar el contexto de la industria avícola como para considerar la trascendencia de realizar la investigación en la búsqueda de un adecuado reemplazo de los APC. Se debe tener en cuenta que la avicultura es de rápido crecimiento, sobre todo en países en vías de desarrollo como el Perú. Se ha indicado, considerando información de FAO, que

en el mundo existen más de 23 mil millones de aves, por lo que se asumen tres por persona, situación que se ha incrementado en más de cinco veces de lo que sucedía hace cinco décadas; lo que se refleja en el incremento de la producción de carne y huevos. Así, en 2016 la producción global de carne de ave fue de 116 millones de toneladas, incrementando a 120.5 millones en 2017 y a 122.5 millones en 2018, lo que representa un incremento de 1.6% de 2017 a 2018. Comparativamente, la población humana está creciendo a una tasa de 1.4% al año; esperándose que para 2050 alcance los 9 mil 700 millones (Alghirani et al., 2021).

Se indica que este incremento sostenido en la producción mundial de carne de ave se debe al incremento, paralelo, en el consumo; pero la población se ha inclinado por la carne de ave debido a que, económicamente, es más accesible y saludable (magrura). En países en vías de desarrollo la carne de pollo se ha convertido en un componente importante de la canasta básica, tal que un incremento en su precio ocasiona un desbalance grande en la economía popular. Toda esto motiva a que las unidades productivas sean cada vez más eficientes, explotando aves de elevada calidad genética para producir con eficientes conversiones alimenticias y excelentes normas de manejo.

Con el empleo de fármacos, como los APC, se redujo considerablemente la tasa de mortalidad de las aves y mejoró la eficiencia de utilización del alimento, cooperando en que la industria avícola sea más rentable y económica en comparación con otras industrias cárnicas. Su empleo como promotores del crecimiento significó incrementos en la eficiencia de utilización del alimento y del rendimiento del crecimiento de 3 a 5%, respectivamente. Sin embargo, los efectos beneficiosos sobre la producción se vieron cuestionados por los problemas generados en las mismas aves y en la salud pública. Básicamente vinculados con la resistencia de la flora y fauna a los antibióticos (El-Shall et al., 2022). La prevalencia de estas súper bacterias y protozoarios ha ido incrementando debido, principalmente, al mal uso;

sin embargo, diferentes opiniones han sugerido que los genes de la resistencia a los antibióticos podrían transferirse a los humanos. Existe una data consistente de diferentes instituciones supra estatales y órganos de gobierno del mundo desarrollado que han prohibido el empleo de APC y estas prohibiciones llegarán al mundo en desarrollo.

Frente a este panorama, se ha implementado un fuerte programa mundial para determinar alternativas a los APC, allí es donde cobran mucho interés los principios contenidos en diferentes especies vegetales (orégano, romero, tomillo, cúrcuma, pimienta, etc.) que además de mostrar acción de control contra bacterias de tipo patógeno también actúan como antioxidantes, desinflamantes, estimuladores del aparato inmunológico, etc., de las aves; dado que en su acción contra las bacterias se les puede considerar como antibióticos y se optó por denominarlos fitobióticos. Alghirani et al. (2021) indicaron que *los fitobióticos tienen una combinación compleja de compuestos bioactivos*, lo que les permite ejercer diferentes tipos de efectos como los anteriormente indicados.

Sin embargo, el empleo de especias y hierbas no es nuevo para la humanidad; la arqueología ubica su uso hace, por lo menos, 60 mil años (paleolítico) y ha continuado ampliando su empleo hacia los efectos medicinales; los registros han continuado con los sumerios (5 mil años) y las antiguas culturas (egipcia, india, china, griega y romana) que tenían sus propias listas de plantas medicinales. Incluso en el comercio han sido trascendentes para la civilización, su comercio tuvo su auge con la introducción de la Ruta de la Seda (alrededor del 210 a. C.) y aún continúa, aunque los exportadores se han incrementado (Martines-Aispuro et al., 2020; Garnier y Shahidi, 2021). Por lo que, en la actualidad se les está buscando formas de acción y de interacción que podrían ser útiles.

Investigación realizada en el extranjero (Shoba et al., 1998; Anand et al., 2007; Mirzaei et al., 2017) y en nuestro medio (Vidarte, 2021) indicaron que la piperina puede

actuar como un mejorador de la absorción de curcumina, aunque en ratas y humanos con efectos de diversa magnitud, pero no en pollos de carne; en esta investigación, de acuerdo con lo reportado por Vidarte, se asumió que debería obtenerse incremento en los indicadores productivos de los pollos de carne. No obstante, se generó la duda relacionada con que si el incremento en la proporción de pimienta permitiría mayor absorción de la curcumina y mejorarían los indicadores productivos. Planteándose el siguiente problema de investigación: ¿Podrá potenciarse el efecto benéfico sobre la conversión alimenticia y el rendimiento en vivo de los pollos de carne al combinar diferentes proporciones de cúrcuma y pimienta en la dieta?

Se asumió como hipótesis la siguiente: Combinaciones crecientes de cúrcuma y pimienta negra adicionadas a la dieta de los pollos de carne permitirán potenciar el efecto benéfico de la cúrcuma sobre el consumo de alimento, incremento de peso, conversión alimenticia, y mérito económico.

Se consideró los siguientes objetivos:

Objetivo general

Determinar y evaluar el comportamiento productivo en vivo de pollos de carne que reciben combinaciones crecientes de cúrcuma-pimienta negra en la dieta.

Objetivos específicos

- Determinar y evaluar el consumo de alimento
- Determinar y evaluar el cambio en peso corporal
- Determinar y evaluar la conversión alimenticia
- Determinar y evaluar el mérito económico

I. ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO

1.1. Tipo y Diseño de Estudio

La presente investigación es experimental, dadas las características de manejo de la variable independiente (proporción creciente de pimienta en combinación con cúrcuma) y la observación de su efecto sobre variables dependientes (consumo de alimento, cambios en el peso, conversión alimenticia, rendimiento de carcasa, etc.); además es propositiva, dado que pretende proponer una solución a un problema de investigación (mejorar el rendimiento en vivo de pollos de carne mejorando la eficiencia de absorción de nutrientes sin emplear APC) y es cuantitativa por cuanto el efecto se expresa en cantidades (kilos de peso incrementado, kilos de alimento necesarios para incrementar un kilo de peso corporal, etc.), para la descripción teórica detallada del tipo y diseño de estudio se hace la referencia a Maletta (2015), Hernández et al. (2010), Bunge (1972).

1.2. Lugar y Duración

La fase experimental (fáctica) se llevó a cabo en una crianza familiar comercial de la ciudad de Tumbes, distrito del mismo nombre, provincia de Tumbes, departamento de Tumbes. La ciudad de Tumbes se encuentra a 16 kilómetros, hacia el este de la ciudad de Chiclayo; aunque la temperatura ambiental es ligeramente mayor, reúne las condiciones climáticas para la crianza del pollo de carne.

La crianza tuvo una duración efectiva de 42 días, implicando una campaña completa con períodos de inicio, crecimiento y acabado.

1.3. Tratamientos Evaluados

El ensayo se implementó con cuatro tratamientos dietéticos, como se indica a continuación:

T₁: Testigo positivo (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.

El efecto de las variables intervinientes (dieta, sexo, densidad, valor nutricional de la dieta, etc.) se mantuvo constante.

1.4. Animales Experimentales

Se empleó 100 pollos Cobb 500 de un día de edad, de ambos sexos, en similar condición corporal y de salud, provenientes de una compañía incubadora de la ciudad de Trujillo.

Los pollitos fueron trasladados por vía terrestre a la ciudad de Chiclayo y de allí a la ciudad de Tumbes.

1.5. Alimento Experimental

Dado que se trató de un ensayo de alimentación, el alimento se formuló para que todas las dietas fueran isoproteicas e isoenergéticas; así como los aportes de los suplementos vitamínicos y minerales.

Se estimó que las raciones suministraron 21% de proteína y 3.0 Mcal de energía metabolizable (EM) para la fase de inicio; 20% de proteína y 3.1 Mcal de EM para la fase de crecimiento; 19% de proteína y 3.2 Mcal de EM para la fase de acabado. La composición porcentual de insumos se presenta en la Tabla 1.

La cúrcuma (*Curcuma longa*) y la pimienta negra (*Piper nigrum*) se adquirieron en el mercado mayorista de la ciudad de Chiclayo y se acondicionaron (harina) en el laboratorio de nutrición de la Facultad de Ingeniería Zootecnia de la Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Para el caso de los tratamientos 2, 3 y 4 se combinó 980 gramos de cúrcuma y 20 gramos de pimienta, 960 gramos de cúrcuma y 40 gramos de pimienta, y 940 gramos de cúrcuma y 60 gramos de pimienta, respectivamente; de cada kilo así preparado se tomó la

cantidad necesaria para utilizar en los tratamientos. El 0.1% de la combinación para cada uno de los tratamientos (2, 3 y 4) se hizo reemplazando la misma proporción de maíz, lo que no alteró la relación energía: proteína de la fórmula.

Tabla 1.
Composición porcentual (insumos) de la ración testigo para cada fase de crianza

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

1.6. Instalaciones y Equipo

Se contó con lo necesario para la crianza, así como para la conducción del ensayo; dentro de lo que se indica:

- Corrales, hechos con madera y con cama de cascarilla de arroz.
- Comederos tipo bandeja y tolva y bebederos tipo sifón.
- Balanza tipo reloj.
- Balanza electrónica, con una precisión de 0.01 g.
- Cintas de plástico.

- Planillas de registros para pesos corporales, suministro y residuo de alimento.
- Además del equipo típico de una granja avícola.

1.7. Técnicas Experimentales

En un espacio suficiente y limpio se confeccionaron los corrales empleando tablas de madera para las divisiones. Inmediatamente se procedió a la desinfección (amonio cuaternario y glutaraldehído), se colocó cascarilla de arroz (profundidad de 5 cm) como material de cama, se volvió a rociar el desinfectante y se procedió a realizar un vacío sanitario, cinco días antes de la llegada de los pollitos.

Llegados los pollitos, se asignaron aleatoriamente en los corrales; enseguida se procedió a la identificación y pesada individual. Las pesadas se repitieron cada semana. Todos los pesos se registraron en planillas y posteriormente se pasaron a un archivo Excel. Se mantuvo vigilancia sobre los rótulos de identificación con la finalidad de evitar confusiones entre los individuos.

Se les alimentó mediante el suministro de cantidades pesadas de alimento, procurando siempre que el consumo sea *ad libitum*; las cantidades consumidas se determinaron por diferencia entre la cantidad ofrecida y el residuo. En los primeros diez días se utilizó comederos de bandeja y progresivamente se reemplazaron por tolvas. El agua se suministró los 42 días en bebederos de sifón.

El alimento fue preparado manualmente, en el piso (limpio y desinfectado) empleando una palana y una balanza; los insumos se adquirieron en un proveedor de la ciudad de Chiclayo. Para garantizar la homogeneidad de la mezcla de insumos se procedió a realizar un proceso progresivo; es decir, primero se combinaron los insumos que estaban en menor proporción en la fórmula y progresivamente se fue incorporando el resto. Finalizado el

mezclado se procedió a depositar la ración en costales de polipropileno rotulados para evitar confusiones en la distribución del alimento.

Durante toda la fase de crianza se realizó un control estricto de las condiciones de la cama para evitar complicaciones sanitarias. Así mismo, se vacunó a los pollos (gota ocular) contra New Castle + Bronquitis y Gumboro. No se permitió el ingreso de personas ajenas al ensayo. Se controló moscas y roedores. En ningún momento los animales recibieron maltrato.

1.8. Variables Evaluadas

La información generada durante la crianza permitió generar y evaluar las siguientes variables:

1. **Consumo de alimento**, g. Diferencia de peso entre cantidad suministrada y cantidad de residuo.
2. **Cambios en el peso corporal**, g. Diferencia de peso entre la pesada actual y la inmediata anterior.
3. **Conversión alimenticia**, kg/ kg. Kilos consumidos de alimento entre kilos incrementados de peso corporal.
4. **Mérito económico**, soles/ kg. Cantidad de dinero invertido en alimento por kilo incrementado de peso corporal.

1.9. Evaluación de la Información

El planteamiento estadístico de las hipótesis fue el siguiente:

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

H₁: AL MENOS UNA MEDIA DIFIERE DEL RESTO

Como consecuencia de la contrastación una de ellas debe ser rechazada; la contrastación se hizo a través de la aplicación del diseño de datos completamente al azar, que respondió al 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.

En la aplicación de las herramientas estadísticas se toleró una máxima probabilidad de 5% de cometer error de tipo I.

El análisis estadístico incluyó:

- Prueba de Kolmogorov-Smirnov y Levene de homogeneidad de varianzas, para determinar si se cumple con la normalidad y homocedasticidad con los pesos iniciales y los incrementos de peso.
- Análisis de varianza con los incrementos de peso como se detalla en la Tabla 2. Sólo cuando el valor de F fue significativo se aplicó la dócima de Tukey.

Tabla 2.
Esquema del análisis de la varianza del DCA

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F
Media	Myy	1	M	
Tratamientos	Tyy	t – 1 = 3	T	T/ E
Residual	Eyy	t(r-1)= 96	E	
TOTAL	$\sum Y^2$	tr = 100		

En todo el proceso se siguió las recomendaciones de Ostle (1979) y Scheffler (1981); se utilizó el software estadístico Minitab 15.

La información relacionada con el consumo de alimento, conversión alimenticia y mérito económico se evaluó a través de comparativos porcentuales entre tratamientos.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Bibliográficos

2.1.1. Sobre la cúrcuma y la pimienta

Se ha realizado una considerable cantidad de investigación con relación a las especias que se emplean como fitoquímicos o fitobióticos, tanto de su descripción general como de sus efectos, información publicada en revisiones como en meta análisis (Guil-Guerrero et al., 2017; Vinus et al., 2018; Shohe y Vidyarthi, 2020; Singh et al., 2020; Ogbuewu et al., 2020, 2022; Abd El-Ghany, 2020; Lagua y Ampode, 2021; Chandran et al., 2022; El-Shall et al., 2022; Ramteke et al., 2022).

En términos generales, con relación a la pimienta, Garnier y Shahidi (2021) indican lo siguiente:

La pimienta negra es el nombre de la especia derivada de la molienda de la fruta inmadura cocida y seca, conocida como grano de pimienta, de la inflorescencia de la vid *Piper nigrum* [...]. Al igual que la pimienta negra, la fruta inmadura seca, sin cocer, del grano de pimienta se emplea para producir pimienta verde; mientras que las semillas de la fruta madura se usan para producir pimienta blanca. Como especia, la pimienta negra es la más común de las tres y es una de las especias más utilizadas en el mundo. Además, la pimienta negra es la especia más comercializada a nivel mundial, debido a su título como “Reyna de las especias”. La pimienta negra, comúnmente denominada simplemente pimienta, es originaria de la India y en la actualidad se cultiva ampliamente en muchas regiones tropicales. Su uso se remonta a tiempos prehistóricos como una de las especias más antigua conocidas.

La pimienta negra contiene fenoles, flavonoides, alcaloides y terpenos [...]. Las propiedades bioactivas de la pimienta negra se atribuyen a los fenoles, flavonoides y alcaloides, el consenso es que la piperina (un alcaloide) es el principal compuesto bioactivo de la pimienta negra [...]. Es importante señalar que el aceite de pimienta negra no contiene piperina ya que es un compuesto altamente volátil [...].

Los terpenos son los responsables del sabor de la pimienta negra y son, principalmente, δ -3 careno (27.8%), DL-limoneno (18.1%), 2- β -pineno (16.9%), α -pineno (15.0%), 1-felandreno (6.4%) y β -mirceno (5.4%).

Puvaca (2022) realizó una revisión relacionada con los principios bioactivos de la pimienta y su modo de acción; indicando que es:

...una planta de la familia de las piperáceas, muy utilizada como agente aromatizante en los alimentos. Su aroma característico se debe a los aceites volátiles de las células del pericarpio. En la India se le ha utilizado tradicionalmente para el tratamiento de la malaria y epilepsia en la China. Además, tiene una actividad antiinflamatoria que se manifiesta al estimular la producción de una citocina antiinflamatoria como la (IL-10). Por otro lado, la pimienta la expansión de los genes que codifican la óxido nítrico sintasa (iNOS) y la ciclooxigenasa-2 (COX-2), estas estimulan la producción de muchos mediadores de citocinas inflamatorias como [interleucina-4(IL-4), interleucina-10 (IL-10), interleucina-13 (IL-13), interferón-alfa (α -IFN)] y el factor de crecimiento de transformación b-TGF.

La piperina (Bioperina; N-[(E, E-piperoil)piperidina; Piperina (alifática); 1-[(2E, 4E)-5-(1,3-benzodioxol-5-yl)penta-2,4-dienoil]piperidina y etc.), que pertenece a la familia de los alcaloides, representa el componente principal del fruto seco de *Piper nigrum*. Se ha informado que la piperina tiene varios efectos farmacológicos, como antidiarreico y antihepatotóxico. Algunos estudios han demostrado que la piperina posee un efecto antiinflamatorio y analgésico. Además, tiene una alta actividad antioxidante y se utiliza para el tratamiento del Alzheimer. La modificación química en la estructura de la piperina a ácido pipérico fue confirmada por la aparición del grupo carboxilo durante la hidrólisis; el ácido pipérico tiene una alta actividad anti hiper lipídica. Recientemente, la piperina y sus derivados han sido evaluados por sus efectos inhibidores contra el epimastigote y el amastigote. Otras acciones incluyen: protección contra estrés oxidativo, disminución de la peroxidación lipídica mitocondrial, estimulación de enzimas digestivos, incremento de la secreción de ácido gástrico, actividad estimulante del crecimiento, balance de los niveles sanguíneos de colesterol en pollos, digestibilidad de la grasa en nutrición animal.

La pimienta negra alcanzó gran notoriedad debido a que se descubrió su propiedad como adyuvante (facilita la absorción intestinal de otras sustancias) como ha sido indicado por Anand et al. (2007); Mirzaei et al. (2017), Garnier y Sahidi (2021). Que se ha empleado con éxito junto con el resveratrol (variedad de funciones farmacológicas), ginsenósido Rh2 (un compuesto bioactivo en *Panax ginseng*), extracto de *Tagetes patula* (antioxidante y anti hiperlipidémico), raloxifeno (un fármaco para la osteoporosis y el cáncer de mama) y muchos más. Además, se ha demostrado que la biodisponibilidad oral de la piperina puede mejorarse 3.65 veces usando nano suspensión; por lo que, se ha indicado, que las capacidades de mejora biológica de la piperina también pueden mejorarse utilizando tecnología emergente.

Con relación a la cúrcuma, Garnier y Shahidi (2021) han indicado que es una planta cuyo rizoma se utiliza como especia, que es originaria del sur y sureste asiático, prosperando en climas cálidos y con abundantes precipitaciones; para sus constituyentes y características indicaron que:

La curcumina es el principal compuesto bioactivo de la cúrcuma y se cree que es responsable de la mayoría de las propiedades fisiológicas de la planta. En consecuencia, la mayor parte de la investigación sobre la cúrcuma se centra en la curcumina. La cúrcuma contiene otros compuestos, incluidos péptidos (turmerina), aceites esenciales (d-a-felandreno, cineol, d-borneol, d-sabineno y ácido valérico), curcuminoides (demetoxicurcumina, ciclo curcumina y bisdemetoxicurcumina) y componentes volátiles (turmerona, atlantona y zingibereno).

En otro acápite, los autores hacen referencia a la biodisponibilidad de la curcumina, indicando que:

...tiene baja biodisponibilidad debido a su baja absorción y rápida eliminación sistémica. Para evitar la baja biodisponibilidad, se han implementado varias técnicas para aumentarla; estas incluyen nano emulsión, encapsulación liposomal, complejos

de curcumina de fosfolípidos y exosomas de leche. Además, formulaciones como Teracurmin® y Meriva® han resultado eficaces en dosis bajas. Otra opción prometedora es el uso de adyuvantes u otros productos naturales, como la piperina, para aumentar la biodisponibilidad de la curcumina. Por lo tanto, los métodos efectivos de administración son esenciales para obtener las propiedades beneficiosas de la curcumina.

Chandran et al. (2022) realizaron una mini revisión relacionada con los beneficios potenciales de la suplementación dietética de cúrcuma sobre la salud y productos avícolas, indicando que:

La cúrcuma es una medicina natural comúnmente utilizada y dispone de numerosas características farmacológicas. Con relación a su composición bioquímica, 69.4% son carbohidratos, 6.3% proteína, 5.1% grasa, 3.5% minerales y 13.1% es humedad. También contiene casi 5% de aceites esenciales y 5% de curcumina; ésta es soluble en agua y éter, pero se puede dispersar en etanol y otros solventes orgánicos. Otros ingredientes bioactivos son dimetoxicurcumina, tetrahidrocurcuminoides y bis-metoxicurcumina.

La curcumina es un componente poli fenólico bioactivo que exhibe efectos antibacterianos, antiinflamatorios, anticarcinogénicos, antiproliferativos y antioxidantes. La curcumina se relaciona con la producción de bilis y el metabolismo lipídico del hígado; en consecuencia, se asume que los ingredientes activos en la cúrcuma promueven la función hepática reduciendo los niveles de colesterol hepáticos y séricos teniendo, así, la habilidad para controlar los niveles de colesterol y los perfiles lipídicos.

Además, la curcumina incrementa la liberación de insulina y la captación de ácidos grasos, disminuye la lipogénesis e incrementa los niveles de óxido nítrico. Habiéndose reportado casi 326 actividades biológicas de la cúrcuma.

La curcumina tiene el potencial de reducir el ciclo ácido del estómago, como resultado de esto se incrementa el azúcar en la sangre liberada por las células del cuerpo, ocasionando niveles bajos de azúcar en las células del cuerpo que inducen

al hambre en los pollos; por lo tanto, el consumo de alimento por parte de los pollos aumentaría considerablemente y provocaría mayor rendimiento en carcasa en un período corto.

En la revisión actualizada realizada por El-Shall et al. (2022) se detalla el rol de fitoquímicos en el control de la coccidiosis aviar, toda vez que este problema sanitario causa grandes problemas económicos en la industria avícola; sosteniendo lo siguiente:

La coccidiosis aviar es un trastorno parasitario importante en los pollos que resulta del [accionar] del apicomplejo intracelular protozario *Eimeria* que se dirige al tracto intestinal ocasionando una enfermedad devastadora. El ciclo de vida de *Eimeria* es complejo y consta de etapas, intracelular y extracelular, que inducen una potente respuesta inflamatoria que ocasiona daño tisular asociado con estrés oxidativo y peroxidación lipídica, hemorragia diarreica, crecimiento deficiente, mayor susceptibilidad a otros agentes patógenos y, en casos graves, mortalidad. Se han empleado varios fármacos anticoccidiales y vacunas para prevenir y controlar este trastorno; sin embargo, se ha informado de muchos inconvenientes. Los residuos de medicamentos que preocupan a los consumidores han dirigido la investigación hacia compuestos alternativos naturales, seguros y efectivos.

La medicina fitoquímica/ herbolaria es una de estas alternativas a los medicamentos anticoccidiales, que se considera una forma atractiva de combatir la coccidiosis cumpliendo con la regulación “Libre de Químicos Anticoccidiales”. Se han informado las propiedades anticoccidiales de varios productos herbales naturales (o sus extractos). El efecto de los aditivos a base de hierbas sobre la coccidiosis aviar se basa en la disminución de la producción de ooquistes mediante la inhibición o deterioro de la invasión, replicación y desarrollo de las especies de *Eimeria* en los tejidos intestinales de los pollos; la reducción de los recuentos de ooquistes debido a la presencia de compuestos fenólicos en los extractos de hierbas que reaccionan con las membranas citoplasmáticas y causan la muerte de las células coccidiales; mejorar el grado de peroxidación lipídica intestinal; facilitar la reparación de lesiones epiteliales; y la disminución de la permeabilidad intestinal

reducida por las especies de *Eimeria* a través de la regulación al alza del recambio epitelial.

Entre los diferentes productos fitoquímicos se considera a la cúrcuma, cuyos principios actúan sobre *E. tenella*, *E. acervulina* y *E. máxima*.

Como consecuencia de la revisión, los investigadores concluyen que los efectos beneficiosos de la cúrcuma han sido objeto de estudios en las últimas décadas. Mediante el empleo de nano portadores, el público está cada vez más interesado en la utilización eficiente de la curcumina. Indicaron que, en términos de producción y resistencia a enfermedades, estos métodos son ventajosos; por lo tanto, la cúrcuma parece ser una solución efectiva para numerosos problemas que enfrenta el sector avícola, abriendo una gran cantidad de nuevas opciones de investigación.

2.1.2. Respuesta productiva a la cúrcuma y pimienta

Sharma et al. (2021) determinaron que los extractos metanólicos y etilacético de pimienta negra, hinojo, cúrcuma, comino negro, jengibre y laurel, poseen considerable actividad antibacteriana contra *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus vulgaris*, *Salmonella typhi* y *Escherichia coli*; sugiriendo que tienen potencial de uso como fitogénicos promotores del crecimiento o aditivos alimenticios que pueden permitir la obtención de mejoras en indicadores productivos de los animales.

Al-Muhammadowi y Jassim Hammoudi (2022) evaluaron el efecto de la adición de diferentes niveles de cúrcuma en pollos de carne de la línea Ross 308, se implementaron siete tratamientos: 0, 0.3, 0.6, 0.9, 1.2, 1.5 y 1.8% de cúrcuma en la dieta. Respectivamente para los tratamientos en el orden mencionado se obtuvo 2499.97, 2540.10, 2582.50, 2637.53, 2551.20 y 2569.87 gramos de peso corporal a la sexta semana ($P < 0.05$); 2457.73, 2499.62, 2542.02, 2597.05, 2530.15, 2510.72 y 2529.39 gramos de ganancia acumulada de peso

($P < 0.05$); 3846.53, 3838.07, 3784.50, 3952.00, 3860.87, 3827.93 y 3909.20 gramos de alimento consumido; 1.56, 1.53, 1.48, 1.52, 1.52, 1.52 y 1.54 de conversión alimenticia. Los investigadores concluyeron en que es conveniente el empleo de cúrcuma para mejorar el rendimiento de los pollos, principalmente en la proporción de 0.9%.

Los efectos de microorganismos efectivos (EM), cúrcuma en polvo (TP) y su combinación (EM-TP) sobre el rendimiento, características de la carcasa y beneficio económico se estudiaron en pollos de carne por Kinati et al. (2022), quienes implementaron cuatro tratamientos dietéticos: CTL = control; EM = CTL + 1 ml/litro de microorganismos efectivos; TP = CTL + 1% TP; EM-TP = CTL + 0.5 ml/litro EM + 0.5% TP; en 42 días experimentales (21 días de Inicio y 21 de Acabado). Respectivamente para los tratamientos en el orden mencionado se obtuvo, para todo el período de crianza, 3841, 4524.10, 3751.20 y 4184.1 gramos de alimento ingerido; 1710.1, 1928.37, 1634.99 y 1957.3 gramos de peso incrementado ($P < 0.01$); 2.60, 2.36, 2.39 y 2.31 de conversión alimenticia. Los hallazgos indicaron que se obtuvo mayor retorno neto del tratamiento EM-TP y el más bajo de TP; en conclusión, la suplementación de microorganismos efectivos (1 ml/litro) y la combinación (EM-TP) fue mejor en términos de ganancia de peso, retorno neto y menor grasa abdominal. Los autores indicaron que el incremento significativo logrado por EM-TP puede deberse al efecto sinérgico de la óptima actividad antioxidante de cúrcuma que puede estimular la síntesis proteica por el sistema enzimático del ave y los microorganismos efectivos en el intestino que estimulan la actividad enzimática productiva del ave. Resultó evidente, así, que la cúrcuma es selectiva en su acción antimicrobiana, no actuando sobre microorganismos beneficiosos.

Shawky et al. (2022) ejecutaron una investigación para determinar cómo la adición de cúrcuma en polvo a la dieta de pollos de carne Cobb afectó la productividad e inmunidad.

Se conformaron dos grupos de tratamientos: T₁, control y T₂, 5 gramos de cúrcuma en polvo/kg de ración. Respectivamente para los tratamientos en el orden mencionado se obtuvo: 192.8 y 192.71 gramos ($P>0.05$) de peso inicial; 2054.8 y 2216.1 gramos ($P<0.05$) de peso final; 1824.59 y 1915.30 gramos ($P<0.05$) de peso incrementado; 2.44 y 2.22 de conversión alimenticia ($P<0.05$). Los autores manifestaron que la suplementación de cúrcuma en polvo mejoró el crecimiento, lo que pudo deberse al mantenimiento de la salud intestinal y estimulación de enzimas digestivos mejorando así la utilización de nutrientes para incrementar peso. Así mismo, basándose en su revisión bibliográfica, indicaron que la influencia positiva pudo deberse al hecho de que la cúrcuma incrementó la longitud de vellos intestinales y disminuyó el pH intestinal; además de disminuir las poblaciones de microbios patogénicos e incrementar el conteo de lactobacilos, mejorando la liberación enzimática, así como la producción de bilis, lo que mejora la digestión de la grasa.

En el trabajo de Hrncar et al. (2021) se planteó como objetivo analizar diferentes niveles de Musculaton® (L-lisina, L-metionina, extracto de cúrcuma y extracto de mejorana) sobre el rendimiento y características de la carcasa de pollos de carne Ross 308 sometidos a los efectos de cuatro tratamientos: control, 0.75, 1.00 y 1.25% de Musculaton en el agua de bebida, desde los 22 a los 35 días de engorde. Respectivamente, en el orden mencionado de tratamientos, se obtuvo: 2172.89, 2241.64, 2268.13 y 2236.14 gramos de peso vivo a los 42 días ($P<0.05$); 2126.46, 2195.55, 2221.59 y 2190.16 gramos de peso acumulado incrementado. Los autores concluyeron que el producto comercial puede utilizarse como promotor no antibiótico del crecimiento en la alimentación de pollos de carne.

Según Zhang et al. (2021), en las últimas décadas la incidencia de estrés oxidativo se ha incrementado debido a la demanda por la producción intensiva e intereses económicos en la avicultura. Este incremento en estrés oxidativo se origina a partir de un desbalance en la

producción excesiva de radicales libres y la limitada capacidad búfer rédox, que conduce a daño tisular y celular. También indicaron que puede ser inducido por muchos factores tales como alta temperatura, contaminación del alimento, infección de parásitos y exposición xenobiótica. Manifestaron que la bisdimetoxicurcumina (BDC) puede eliminar radicales libres y regular el balance redox celular como resultado de su propiedad antioxidante y es mucho más estable que la curcumina en medio fisiológico. Estos investigadores condujeron un estudio para investigar los efectos benéficos de la BDC sobre el rendimiento del crecimiento, potencial redox de glutatión, defensa de enzimas antioxidantes y expresión de genes de pollos desafiados con lipopolisacáridos (LPS); generaron cuatro grupos de tratamientos, en un arreglo factorial (2x2) con el tratamiento BDC (con 0 y 150 mg/ kg de BDC) y tratamiento LPS (inyección salina estéril o 1 mg de LPS/ kg de peso). En el orden mencionado de grupos experimentales se obtuvo de 1-15 días: 24.83, 26.39, 25.40 y 25.84 gramos de ganancia diaria promedio; 33.73, 36.13, 34.62 y 35.80 gramos de ingestión diaria promedio de alimento; 1.36, 1.37, 1.36 y 1.39 de conversión alimenticia; para las mismas variables, en el orden mencionado, de los 16 a 20 días se obtuvo: 55.16, 44.41, 57.99 y 51.05 gramos ($P<0.01$); 78.83, 70.24, 82.08 y 75.63 gramos; 1.43, 1.58, 1.42 y 1.40. Los investigadores concluyeron que los resultados demostraron que BDC ejerce protección antioxidante sobre el daño del intestino delgado inducido por LPS; que el incremento del rendimiento del crecimiento puede atribuirse a la mejorada homeostasis redox debido a la suplementación dietética de BDC después del desafío de LPS.

Eko et al. (2020) evaluaron el rendimiento del crecimiento, cualidades de carcasa, peso de órganos y hematología de pollos de carne Agritech que recibieron cúrcuma en polvo. Implementaron cuatro tratamientos con proporciones crecientes de cúrcuma (0, 1.5, 3.0 y 4.5%) en polvo, por 56 días de edad. Obtuvieron pesos finales de 2137, 2193, 1833 y 1551

gramos ($P<0.05$), ganancia de peso corporal de 2057, 2113, 1753 y 1471 gramos ($P<0.05$), ingestión de alimento de 4197, 4261, 3868 y 3773 gramos ($P<0.05$), conversión alimenticia de 2.04, 2.02, 2.21 y 2.56 ($P<0.05$). Los autores concluyeron mencionando que el empleo de hasta 1.5% de cúrcuma en polvo en la dieta propició mejor rendimiento en los pollos de carne.

Ekine et al. (2020) condujeron un estudio para investigar los efectos de la suplementación dietética con cúrcuma en polvo, como promotor natural del crecimiento, sobre el rendimiento y perfil bioquímico sérico en pollos de carne. Se emplearon pollos Ross entre los 14 y 56 días de edad distribuidos en los siguientes tratamientos: (T1) dieta control, (T2, T3, T4, T5) que además de la dieta control incluyeron 0.25, 0.50, 0.75 y 1% de cúrcuma en polvo. Respectivamente para los tratamientos en el orden mencionado se obtuvo 2950, 2700, 2150, 2750 y 3050 gramos de peso final ($P<0.05$); 429.18, 389.16, 301.66, 396.66 y 445 gramos de ganancia de peso semanal ($P<0.05$); 2.69, 2.97, 3.91, 2.91 y 2.59 para conversión alimenticia ($P<0.05$). Los autores concluyeron indicando que 1% de cúrcuma en la dieta de los pollos de carne mejoró la eficiencia de utilización del alimento y, de esta manera, se mejoró la ganancia de peso y no se mostró alteración significativa en los enzimas séricos y perfil lipídico de los pollos.

Yadav et al. (2020) desarrollaron un estudio con el objetivo de evaluar los efectos de la curcumina sobre pollos de carne Cobb 500 desafiados (C) y no desafiados (NC) con *Eimeria*. El ensayo se realizó entre los 12 y 20 días de edad con los siguientes grupos experimentales: No desafiado control (NCC), NC + 100 mg de curcumina/ kg, NC + 200 mg de curcumina/ kg, desafiado control (CC), C + 100 mg de curcumina/ kg, y C + 200 mg de curcumina/ kg. Los pollos en los grupos C se inocularon oralmente con 50000 oocistos de *E. máxima*, 50000 oocistos de *E. tenella* y 25000 oocistos de *E. acervulina* en el día 14. La

permeabilidad intestinal (día 19), indicadores de rendimiento del crecimiento y puntaje de lesiones intestinales se midieron y registraron el día 20. Respectivamente en el orden mencionado de grupos experimentales se obtuvo: 784.20, 806.56, 806.33, 658.11, 635.67 y 639.37 gramos de peso corporal; 484.05, 506.34, 505.78, 357.14, 335.27 y 339.72 gramos de ganancia de peso corporal; 680.51, 673.54, 684.54, 600.41, 571.76 y 577.26 gramos de alimento ingerido; 1.419, 1.331, 1.354, 1.687, 1.715 y 1.703 de conversión alimenticia. El rendimiento del crecimiento fue influenciado por el desafío de *Eimeria* ($P<0.001$). Los grupos C presentaron una reducción significativa de peso corporal, ganancia de peso corporal, ingestión de alimento e incremento en la conversión alimenticia en comparación con los grupos NC. Aunque los indicadores del rendimiento del crecimiento no fueron significativos entre las dietas de tratamiento; sin embargo, hubo una mejora numérica en la conversión alimenticia por inclusión de curcumina a dosis de 100 y 200 mg/ kilo en los grupos NC.

Nascimento et al. (2019) condujeron un estudio para evaluar los efectos de la cúrcuma sobre el rendimiento del crecimiento, integridad intestinal y actividad antimicrobiana con pollos de carne colonizados por *Salmonella typhimurium*. Los pollos se inocularon oralmente con 1.2×10^4 ufc de *S. typhimurium* por mL en 0.5 mL de solución salina tamponada al 0.85%. La cúrcuma se añadió al alimento de los pollos en 0, 1, 2 y 3% por 35 días. Respectivamente para los tratamientos en el orden mencionado, a los 21 días, se obtuvo: pesos finales de 849.18, 859.38, 813.10 y 789.72 gramos ($P<0.05$), ganancia de peso de 805.27, 815.46, 769.24, y 745.73 gramos ($P<0.05$), ingestión de alimento de 1186.97, 1184.22, 1188.59 y 1143.22 gramos ($P<0.05$), conversión alimenticia de 1.47, 1.42, 1.55 y 1.54 ($P<0.05$). A los 35 días, en el mismo orden de % de cúrcuma y variables del rendimiento se obtuvo: 1786.01, 1861.20, 1753.44, 1724.34 gramos ($P<0.05$); 1742.11, 1817.27, 1709.54, 1680.35 gramos

($P<0.05$); 5500.9, 5613.46, 5514.32, 5412.49 gramos ($P<0.05$); 2.04, 1.93, 2.02 y 2.02 ($P<0.05$). Los investigadores concluyeron que la inclusión de 1% de *C. longa* en el alimento de los pollos mejoró el rendimiento, preservó la integridad intestinal e inhibió la colonización intestinal por *Salmonella typhimurium* cuando se inoculó el primer día de vida. Los pollos que recibieron alimento con 3% de cúrcuma tuvieron un peor rendimiento, con reducción del consumo de alimento, independientemente de la infección bacteriana.

Olabode et al. (2018) realizaron un estudio con la finalidad de evaluar el rendimiento del crecimiento y características hematológicas de pollos de carne en Inicio alimentados con dietas suplementadas con harina procesada de cúrcuma. Los pollos, de la línea Agritech, fueron sometidos a los efectos de cuatro tratamientos: 0, 0.5, 1.0 y 1.5% de cúrcuma procesada. La suplementación de harina de cúrcuma procesada en la dieta de pollos de carne, en inicio, influyó significativamente ($P<0.05$) el peso corporal final, la ingestión diaria promedio de alimento, la ganancia diaria promedio de peso y la conversión alimenticia. Los grupos de tratamientos que contuvieron harina procesada de cúrcuma presentaron pobre rendimiento en todos los indicadores evaluados cuando se compararon con el control. No obstante, los autores indicaron que puede utilizarse hasta 1.5% en el alimento y que su empleo como fitoaditivo es seguro.

Arslam et al. (2017) realizaron un estudio para investigar los efectos de la cúrcuma sobre el rendimiento del crecimiento, respuesta inmune, colesterol sérico y características de la carcasa en pollos de carne; emplearon pollos Hubbard de un día hasta los 35 días de edad agrupados en cuatro tratamientos: (1) control, (2) 0.5, (3) 1, y (4) 1.5% de cúrcuma en la dieta. Lograron pesos corporales de 1457.96, 1472.53, 1565.30 y 1576.30 gramos ($P<0.05$), incremento de peso de 1411.40, 1426.71, 1518.22 y 1529.35 gramos ($P<0.05$), consumo de alimento de 2620.85, 2463.76, 2521.50 y 2483.99 gramos ($P<0.05$) y conversión alimenticia

de 1.85, 1.76, 1.68 y 1.62 ($P < 0.05$); con la mayor proporción de cúrcuma se logró mayor incremento de peso, menor consumo y conversión alimenticia más eficiente, siendo recomendable su empleo.

Como se ha podido evidenciar por los resultados de relativamente recientes trabajos de investigación la cúrcuma no ha perdido actualidad con relación al rol que puede desempeñar en el proceso de reemplazo de los APC; al contrario, se investiga para incrementar su potencialidad en función de la sinergia que podría desarrollar con otros productos. Uno de tales es la pimienta para la que también se ha reportado acción fitobiótica.

Choudhary et al. (2022) evaluaron promotores del crecimiento fitogénicos para pollos. Se implementaron cuatro tratamientos: T₁, testigo; T₂, semillas de *Nigella sativa* (300 g/ton); T₃ y T₄ recibieron pimienta negra y hojas de *Ocimum sanctum*, respectivamente, (300 g/ ton). Las diferencias en peso promedio fueron significativas en las seis semanas experimentales; las diferencias en ganancia de peso fueron altamente significativas en las semanas I, II, III, IV y VI. Así mismo, en todas las semanas las diferencias en consumo de alimento fueron significativas. Los tres fitogénicos manifestaron efectos altamente significativos sobre la conversión alimenticia en las fases de inicio, acabado y en el período acumulado (2.29, 2.10, 2.03 y 1.97, respectivamente para los tratamientos en el orden mencionado).

Akter et al. (2021) realizaron un trabajo con el objetivo de determinar el efecto de un suplemento dietético de extracto de Neem (*Azadirachta indica*) y cúrcuma (*Curcuma longa*) en el agua de bebida como agente promotor del crecimiento sobre el rendimiento de pollos de carne, entre los días 1 y 30 de edad. Se implementó dos tratamientos: T₁, control y T₂, con 2% de extracto de neem y cúrcuma en el agua. Respectivamente para los tratamientos en el orden mencionado el peso inicial fue de 160 y 163.5 g; el peso final de 1761 y 1865 g

($P<0.001$); ganancia de peso de 1720 y 1824 g ($P<0.001$); el consumo de alimento de 3430 y 3320 g ($P<0.001$), y la conversión alimenticia de 1.99 y 1.82. Los investigadores concluyeron que la suplementación con 2% de la combinación (1:1) del extracto en el agua mejoró el rendimiento, la utilización del alimento y rendimiento de carcasa, y puede servir como un reemplazo efectivo de los promotores del crecimiento de origen químico en la producción de pollos de carne.

Nagar et al. (2021) realizaron un estudio con el objetivo de investigar el efecto de cúrcuma en polvo y un simbiótico como alternativa al APC sobre el rendimiento del crecimiento de pollos de carne por seis semanas. Los tratamientos implementados fueron: T₁, control (dieta basal); T₂, con 0.02% de APC; T₃, con 0.5% de cúrcuma; T₄, con 0.05% de simbiótico, y T₅, con 0.25% de cúrcuma y 0.025% de simbiótico. Respectivamente para los tratamientos en el orden mencionado se obtuvo: 2004.37, 2098.85, 2185.10, 2349.14 y 2392.94 gramos de peso final ($P<0.05$); 1965.58, 1926.90, 2146.27, 2309.41 y 2353.41 gramos de peso incrementado ($P<0.05$); 3742.44, 3750.07, 3820.74, 3916.90 y 3911.87 gramos de alimento consumido ($P<0.05$); 1.80, 1.71, 1.68, 1.60 y 1.58 de conversión alimenticia ($P<0.05$). Los resultados mostraron efecto sinérgico entre la cúrcuma y el simbiótico, propiciando mejor conversión alimenticia y que puede emplearse como alternativa a los APC.

Pham et al. (2022) investigaron en pollos de carne los efectos de una combinación encapsulada de ácidos orgánicos con aceites esenciales (EOA) como alternativa al antimicrobiano promotor del crecimiento (AGP) sobre el rendimiento y salud intestinal de pollos de carne infectados con enteritis necrótica (NE). Los pollos Arbor Acres machos (1 día de edad) se distribuyeron aleatoriamente en seis grupos de tratamiento: Control negativo no infectado (A), Control positivo infectado con NE (D); infectado con NE con dieta basal

suplementada con 250 mg/ kg de bacitracina metileno disalicilato (BMD) más 90 mg/ kg de monensina; e infectados con 200, 500 y 800 mg/ kg de EOA (grupos E, F, G y H, respectivamente). La suplementación de EOA a 200 y 500 mg/ kg mejoró considerablemente la tasa de conversión alimenticia, redujo las lesiones intestinales, el nivel sérico de dextrano de isotiocinato de fluoresceína y la carga de *C. perfringens* en el ciego e hígado de los pollos infectados con enteritis necrótica y fue similar al AGP. Respectivamente para los tratamientos en el orden mencionado, de 1 a 42 días de edad, obtuvieron: 2774, 2546, 2904, 2596, 2566 y 2476 gramos de ganancia de peso corporal ($P<0.01$); 4344, 4161, 4494, 4089, 4140 y 4044 gramos de alimento consumido ($P=0.002$); 1.54, 1.63, 1.52, 1.57, 1.61 y 1.62 de conversión alimenticia ($P<0.01$).

Raheem et al. (2021) realizaron un estudio con el objetivo de investigar la respuesta inmune a *Nigella sativa* y *Curcuma longa* en pollos de carne bajo estrés biológico contra *Pasteurella multocida*. Se implementaron cinco grupos experimentales; a los grupos 1 y 2 (control negativo y positivo, respectivamente), a ambos grupos se les suministró una dieta simple sin aditivos alimenticios naturales, pero al grupo 2 se le dio la infección el día 28. Los grupos 3A y 3B recibieron 2% de semilla en polvo de *N. sativa*; los grupos 4A y 4B recibieron 1% de *C. longa* en polvo, y los grupos 5A y 5B recibieron 2% de *N. sativa* y 1% de *C. longa* en el alimento desde el día 1. Los grupos 3B, 4B y 5B fueron desafiados con *P. multocida*. Respectivamente para los grupos 1, 2, 3A, 3B, 4A, 4B, 5A y 5B se obtuvo: 1140, 518, 1100, 1210, 1134, 923, 1134 y 1110 gramos de alimento consumido; 523, 205, 624, 586, 584, 415, 720 y 590 gramos de peso incrementado; 2.17, 2.52, 1.76, 2.06, 1.94, 2.22, 1.57 y 1.88 de conversión alimenticia. Los investigadores concluyeron que la suplementación con aditivos (*C. longa* y *N. sativa*) mejora el estado inmunitario, la conversión alimenticia, la

digestibilidad y el crecimiento general de los pollos y demuestra su eficacia contra *P.multocida*. Su uso conjunto fue mejor que su empleo por separado.

Widjastuti et al. (2021) realizaron un estudio con el objetivo de encontrar la mejor dosis de combinación de jengibre y cúrcuma con una proporción 1:1 que podría producir el mejor rendimiento y calidad de la carcasa. Se implementaron cuatro tratamientos: R₀, ración basal; R₁, ración basal + 0.25% jengibre + 0.25% cúrcuma; R₂, ración basal + 0.5% de jengibre + 0.5% de cúrcuma; R₃, ración basal + 0.75% de jengibre + 0.75% de cúrcuma. Respectivamente para los tratamientos en el orden mencionado, hasta los 35 días de edad, se obtuvo: 2803.90, 2537.60, 2814.00 y 2420.19 gramos de alimento consumido (P<0.05); 1428.60, 1505.70, 1555.7 y 1401.32 gramos de peso corporal ganado (P<0.05); 1.96, 1.69, 1.56 y 1.83 de conversión alimenticia (P<0.05). Los resultados del estudio mostraron el potencial de la combinación de jengibre y cúrcuma en la ración basal, afectando significativamente el rendimiento de los pollos y que pueden comportarse como antibióticos naturales provenientes de hierbas; la adición de hasta 1% de la combinación tendría efectos positivos sobre el rendimiento.

Sugiharto et al. (2020) investigaron el efecto de la cúrcuma y pimienta acidificadas o su combinación sobre el crecimiento y calidad de la carne de pollos broiler. Se implementó cuatro grupos experimentales: CONT (dieta control), TRMC (dieta suplementada con 1% de cúrcuma acidificada), BLPR (1% de pimienta negra acidificada) y TRPR (1% de cúrcuma acidificada y 1% de pimienta negra acidificada), hasta los 35 días de edad. Respectivamente para los tratamientos en el orden mencionado, entre 1 y 21 días, se obtuvo: 633, 639, 566, y 573 gramos de incremento de peso (P<0.01); 963, 942, 975 y 938 gramos de alimento consumido; 1.53, 1.48, 1.73 y 1.64 de conversión alimenticia (P<0.01). En el período de 22 a 35 días, en el mismo orden de tratamientos, 897, 883, 838 y 775 gramos de incremento de

peso ($P<0.01$); 2111, 1929, 2061 y 2041 gramos de alimento consumido; 2.37, 2.19, 2.50 y 2.65 de conversión alimenticia ($P<0.04$). en el mismo arreglo de presentación, para el período acumulado (1 – 35 días) se obtuvo: 1530, 1522, 1404 y 1348 gramos de peso incrementado ($P<0.01$); 3075, 2870, 3036 y 2980 gramos de alimento consumido; 2.02, 1.89, 2.18 y 2.21 de conversión alimenticia ($P<0.01$). Los autores concluyeron que se produjo una sobre acidificación sobre las especias que pudo interferir con su eficacia para mejorar el rendimiento en vivo; no obstante, la cúrcuma acidificada actuó positivamente sobre los indicadores del rendimiento evaluados.

Al Rubaee (2020a) realizó un ensayo para evaluar el impacto de pimienta y cúrcuma sobre el rendimiento de pollos Ross 308, alimentados bajo los siguientes tratamientos: (T1) testigo; (T2) 0.2% de cúrcuma, (T3) 0.4% de cúrcuma; (T4) 0.2% de pimienta; (T5) 0.4% de pimienta, y (T6) 0.2% de cúrcuma + 0.2% de pimienta. No se encontró diferencias significativas en peso corporal entre todos los tratamientos a través de las semanas 1 – 4 de edad, pero T1 y T3 registraron el peso más bajo a las cinco semanas de edad. Tampoco hubo diferencias significativas en las variaciones de ganancia de peso en las semanas 2, 3 y 4; pero, en la quinta semana y en el valor acumulado T1 y T4 tuvieron la menor ganancia de peso. No hubo diferencias significativas para el consumo de alimento a la edad de dos semanas; T6 y T3 registraron el mayor consumo a la edad de 4 y 5 semanas y para el período de 2 – 5 semanas. La conversión alimenticia mostró que control tuvo el valor numérico más alto en todos los períodos del ensayo; T6 y T4 mostraron las mejores conversiones de todo el ensayo. Se concluyó que la combinación de ambos productos propició mejor rendimiento y más eficiente conversión alimenticia.

Con tratamientos y pollos similares a la publicación anterior, Al Rubaee (2020b) publicó resultados relacionados con algunos aspectos sanguíneos y respuesta del sistema

inmune al considerar cúrcuma y pimienta, solas y en combinación, en la alimentación. Los resultados no mostraron diferencia entre los componentes sanguíneos, pero la combinación de ambas especias ocasionó mejores respuestas del sistema inmune.

Aikpitanyi et al. (2019) realizaron un estudio para examinar el crecimiento y características de la carcasa de pollos de carne alimentados con dietas con aditivos de kion (*Zingiber officinale* L.) y pimienta negra (*Piper guineense* Schum & Thonn). Se implementaron cuatro tratamientos: T1, control; T2, 0.5% de kion en polvo; T3, 0.5% de pimienta negra en polvo; T4, 0.25% de kion y 0.25% de pimienta. Respectivamente para los tratamientos en el orden mencionado se obtuvo: 1957.16, 2434.12, 2335.42, 2337.28 gramos de peso final a la octava semana de edad ($P<0.05$); 1821.77, 2299.09, 2198.92 y 2205.16 gramos de incremento acumulado de peso ($P<0.05$); 2.43, 2.23, 2.31 y 2.28 de conversión alimenticia ($P<0.05$). Los autores concluyeron que la adición de los aditivos naturales de plantas mejoró los valores de los indicadores del rendimiento en comparación con la dieta control.

Singh et al. (2019) evaluaron combinaciones duales de hierbas como alternativa fitogénica a los APC en pollos de carne. Los tratamientos (5) dietéticos comprendieron la dieta basal como control (C); grupo que recibió el antibiótico oxitetraciclina 0.1 g/ kg (AB); 1.5% de ajo en polvo + 0.5% de pimienta negra (GB); 1.5% de ajo en polvo + 0.5% de canela en polvo (GC) y dieta basal con 1.5% de ajo en polvo + 1.0% de hojas completas de aloe vera en polvo (GA); el ensayo duró cinco semanas. Respectivamente para los tratamientos en el orden mencionado se obtuvo 1168.8, 1222.1, 1278.5, 1320.5 y 1310.8 gramos de peso final ($P<0.05$); 1132.1, 1184.5, 1241.5, 1283.2 y 1273.1 gramos de peso incrementado ($P<0.05$); 66.08, 67.05, 70.53, 74.04 y 74.27 gramos de alimento/ pollo/ día ($P<0.05$); 2.04, 1.98, 1.99, 2.02 y 2.04 de conversión alimenticia. Los resultados revelaron que la inclusión

de la combinación de hierbas mejoró la ganancia de peso; la combinación de ajo + pimienta fue la que más se aproximó a la lograda por el antibiótico.

Adegoke et al. (2018) condujeron un ensayo experimental de 56 días para investigar el rendimiento y perfil bioquímico sanguíneo de pollos de carne que recibieron cúrcuma (*Curcuma longa*) en polvo (T) y pimienta (*Capsicum frutescens*) en polvo (C) como antioxidantes. Tres niveles de T- (0, 200 y 400 g/ 100 kg de dieta basal) y tres niveles de C- (0, 100 y 200 g/ 100 kg de dieta basal) se emplearon para formular nueve tratamientos dietéticos (incluyendo la dieta basal (B)) y suministrados a cada agrupamiento de dos fases, starter (3-4 semanas) y finalizador (5-8 semanas) en un diseño al azar. La ingestión de alimento y la ganancia de peso fueron mayores ($P<0.05$) en los pollos que recibieron la dieta B+400T+200C en la fase de acabado. Los investigadores indicaron que el incremento significativo en la ingestión de alimento en los pollos que recibieron 4 g/ kg de cúrcuma en polvo puede deberse a la documentada óptima actividad antioxidante de la cúrcuma para estimular la actividad enzimática de los pollos; mencionaron que la cúrcuma, pimienta y otros antioxidantes pueden estimular la función de enzimas pancreáticas (lipasas, amilasas y proteasas). La investigación mostró, en conclusión, que todos los aditivos dietéticos pueden influenciar positivamente a los órganos y sistemas de salud.

2.2. Bases Teóricas

La investigación (Guil-Guerrero et al., 2017; Vinus et al., 2018; Shohe y Vidyarthi, 2020; Singh et al., 2020; Ogbuewu et al., 2020, 2022; Abd El-Ghany, 2020; Laguna y Ampode, 2021; Chandran et al., 2022; El-Shall et al., 2022; Ramteke et al., 2022) ha mostrado la conveniencia del empleo de especias para poder reemplazar a los APC y disminuir las probabilidades del desarrollo de resistencia a los antibióticos. Entre las especias, tiene un lugar especial la cúrcuma (*Curcuma longa*), cuyo empleo como suplemento del alimento ha

mostrado resultados positivos en el entorno intestinal de los animales y del hombre; sin embargo, la investigación también ha mostrado que su absorción es relativamente pequeña, lo que limitaría su acción a nivel del metabolismo (Mirzaei et al., 2017; Garnier y Sahidi, 2021; Chandran et al., 2022); así, se limitarían varias de sus acciones determinadas *in vitro*, como por ejemplo el efecto colerético y colagogo que es muy importante para animales de rápido crecimiento como el pollo de carne, ya que se utiliza en su alimentación aceites para incrementar el aporte energético.

En consecuencia, el problema radica en mejorar la absorción de los principios contenidos en la cúrcuma (curcumina) para mejorar la respuesta de algunos indicadores del rendimiento animal, principalmente la eficiencia de utilización del alimento para ganar peso (conversión alimenticia).

En esta investigación se partió de la teoría que la pimienta (*Piper nigrum*), que ha sido indicada como adyuvante para diferentes principios (Shoba et al., 1998; Anand et al., 2007; Mirzaei et al., 2017; Vidarte, 2021), en proporciones mayores a las normalmente utilizadas permita mejor absorción de la curcumina contenida en la cúrcuma, lo que se reflejaría en mejores indicadores productivos de los pollos.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Consumo de Alimento

Los resultados relacionados con el consumo de alimento, de pollos de carne que recibieron una combinación (en diferentes proporciones) de cúrcuma y pimienta en polvo, se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3.

Consumo de alimento de pollos de carne que recibieron combinaciones de cúrcuma: pimienta en el alimento

Ítem	Tratamiento			
	1	2	3	4
Días experimentales	42	42	42	42
Pollos	25	25	25	25
APC	Sí	No	No	No
Cúrcuma: Pimienta, %	---	98:02	96:04	94:06
Consumo/ pollo/ período, g:				
Inicio	703.4	725.0	708.0	703.2
Crecimiento	1303.6	1428.8	1444.4	1454.4
Acabado	2400.04	2399.6	2407.4	2414.
Acumulado	4407.04	4545.4	4559.8	4571.6

En el período comprendido entre los días 1 y 14, sólo el tratamiento 2 mostró un consistente mayor (3.1%) consumo de alimento en comparación con el tratamiento testigo; en tanto que los tratamientos 3 y 4 fueron muy parecidos al testigo, porcentualmente la diferencia fue mínima (+0.7 y -0.03%, respectivamente). En el período comprendido entre los 15 y 28 días todos los tratamientos que recibieron la combinación de cúrcuma: pimienta estuvieron definidamente por encima del testigo en 9, 10.8 y 11.6%, respectivamente para los tratamientos 2, 3 y 4. En el período comprendido entre los días 29 y 42, debido a una cierta restricción del consumo por ser la fase final de la crianza, el consumo de los cuatro tratamientos fue muy parecido. Para el consumo acumulado (1-42 días), los tratamientos 2,

3 y 4 superaron al testigo en 3.1, 3.5 y 3.7%, respectivamente. Esta diferencia se atribuye a lo ocurrido en el segundo período de 14 días.

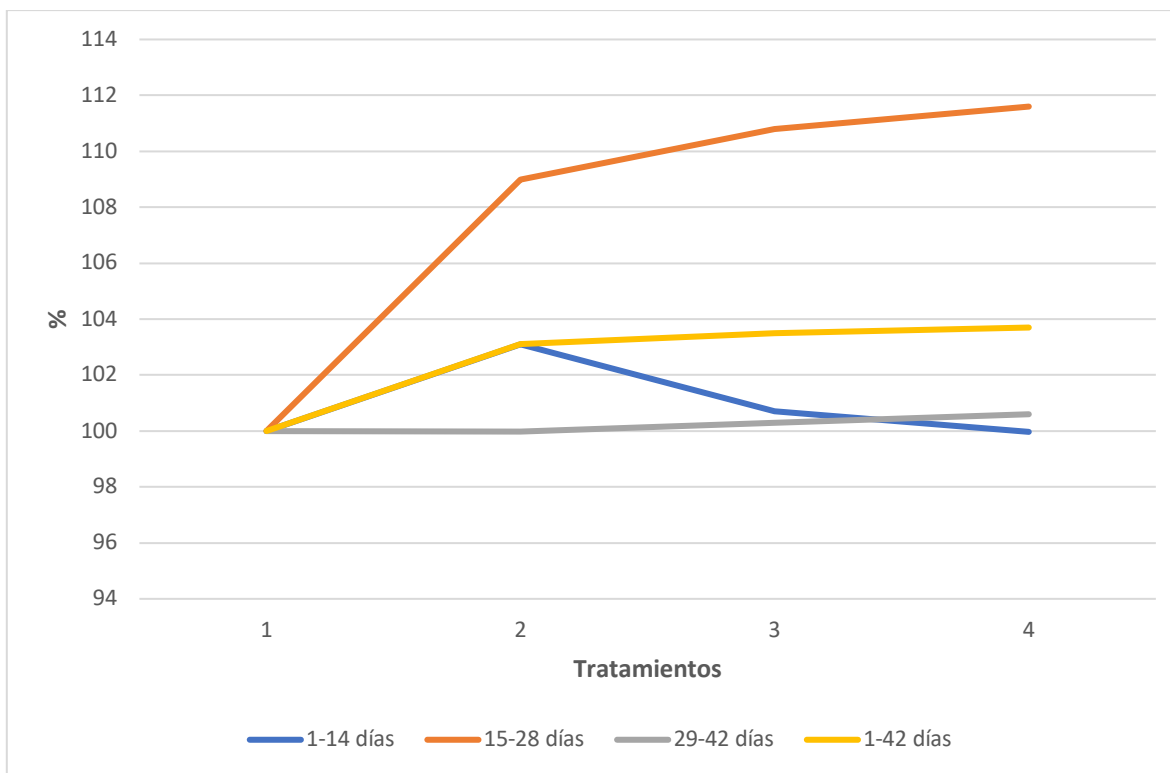


Figura 1.
Comparativo porcentual entre tratamientos para consumo de alimento en periodos diferentes

En la Figura 1 se ilustra el comportamiento en el consumo de alimento según tratamientos; en el segundo período (15-28 días) se apreció que la presencia de la combinación cúrcuma: pimienta motivó un consistente incremento en el consumo. Debido a la elevada proporción (94% o superior) de cúrcuma en la combinación ensayada, se puede asumir que las diferencias en el consumo fueron motivadas por la cúrcuma. Aun cuando la una considerable cantidad de investigaciones se han realizado empleando cúrcuma o derivados de ella en alimentación animal, principalmente pollos de carne, han centrado sus análisis en aspectos de conversión alimenticia. Al-Muhammadawi y Jassim Hammoudi (2022) no encontraron que la cúrcuma genere efecto estimulador sobre el consumo de

alimento; en tanto que Eko et al. (2020) y Olabode et al. (2018) si encontraron efectos positivos sobre el consumo, en el caso de Eko et al. el consumo mejoró sólo hasta el 1.5% de cúrcuma, con mayores proporciones el consumo se vio afectado, probablemente por interferencia de la mayor cantidad de principios que le dan un sabor mordiente a la cúrcuma. Así mismo, investigadores citados por Laguna y Ampode (2021) reportaron mejoras en el consumo en pollos bajo condiciones de estrés por calor y que recibieron cúrcuma.

3.2. Peso Corporal y Cambios en el Peso

Los resultados del peso y cambios en el peso de pollos de carne que recibieron una combinación de cúrcuma y pimienta, en diferentes proporciones, se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4.
Peso vivo y cambios en el peso de pollos de carne que recibieron combinaciones de cúrcuma: pimienta en el alimento

Ítem	Tratamiento			
	1	2	3	4
Días experimentales	42	42	42	42
Pollos	25	25	25	25
APC	Sí	No	No	No
Cúrcuma: Pimienta, %	00	98:02	96:04	94:06
Peso/ pollo/ período, g.:				
Inicial	45.20	49.64	48.80	40.60
21 días	539.8	669.8	649.2	614.2
42 días	1816.4	1981.7	2010.4	1969.2
Cambios de peso/ pollo/ período, g.:				
1-21 días	494.6 ^b	620.2 ^a	600.4 ^a	575.0 ^a
22-42 días	1276.6 ^a	1311.9 ^a	1361.2 ^a	1355.0 ^a
1-42 días	1771.2 ^a	1932.0 ^a	1961.6 ^a	1930.4 ^a

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

Realizadas las pruebas de normalidad y de homogeneidad de varianzas (anexos) para los incrementos de peso en los períodos evaluados y en los acumulados se pudo determinar que en todos los casos hubo normalidad y homocedasticidad. Aplicado el análisis de la varianza se encontró que las diferencias entre los tratamientos fueron significativas (P=0.031), en el período de 1-21 días, los tratamientos que recibieron combinaciones

cúrcuma: pimienta fueron superiores al testigo y estadísticamente iguales entre ellos; en el comparativo porcentual (Figura 2) se pudo determinar que los tratamientos 2, 3 y 4 superaron al testigo en 25.4, 21.4 y 16.3%, respectivamente. Se apreció que conforme se acrecentó la proporción de pimienta en la combinación el incremento de peso tendió a disminuir.

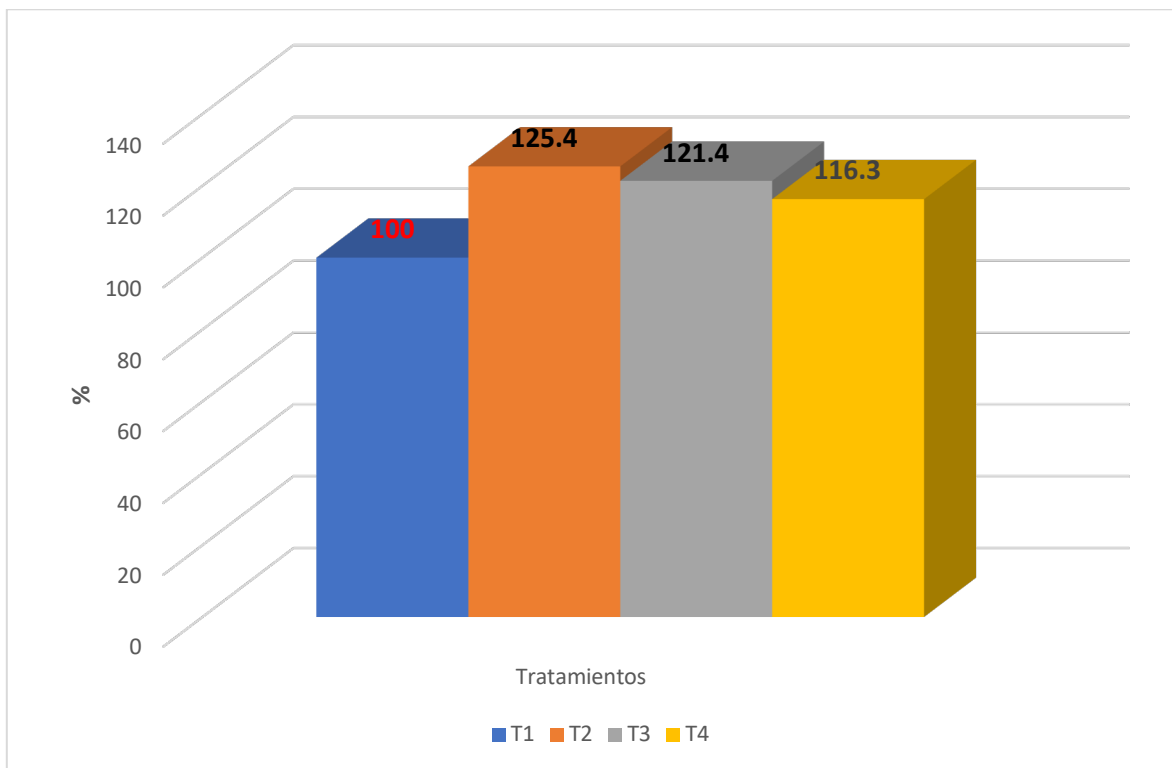


Figura 2.
Comparativo porcentual entre tratamientos para el incremento de peso de 1-21 días de edad

En el período de mayor edad (22-42 días), las diferencias no alcanzaron significación estadística ($P > 0.05$); si bien los tratamientos que recibieron las combinaciones estuvieron por encima del testigo, las proporciones fueron de menor magnitud en comparación con las del período anterior (1-21 días). Los tratamientos 2, 3 y 4 superaron al testigo (figura 3) en 2.8, 6.6 y 6.1% respectivamente. Se notó que con las combinaciones en las que la pimienta estuvo en mayor proporción el incremento de peso se comportó mejor. Es posible que esta haya sido una respuesta amenguada por la restricción del consumo que se dio al final del ensayo.

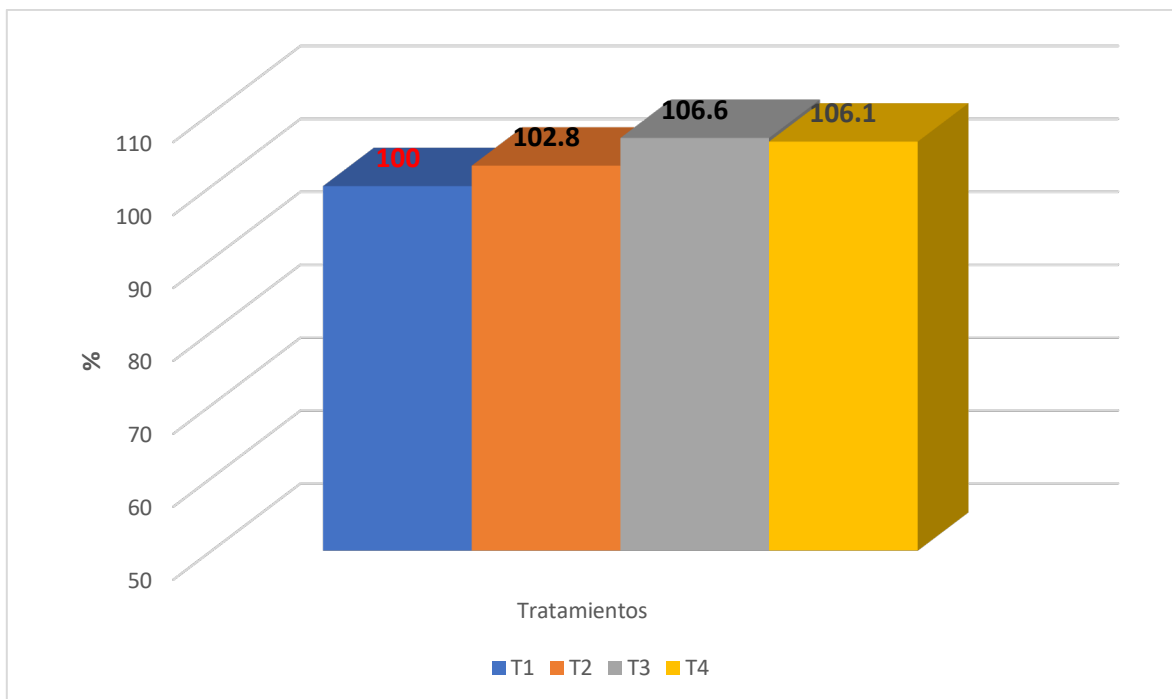


Figura 3.
Comparativo porcentual entre tratamientos para el incremento de peso de 22 a 42 días de edad

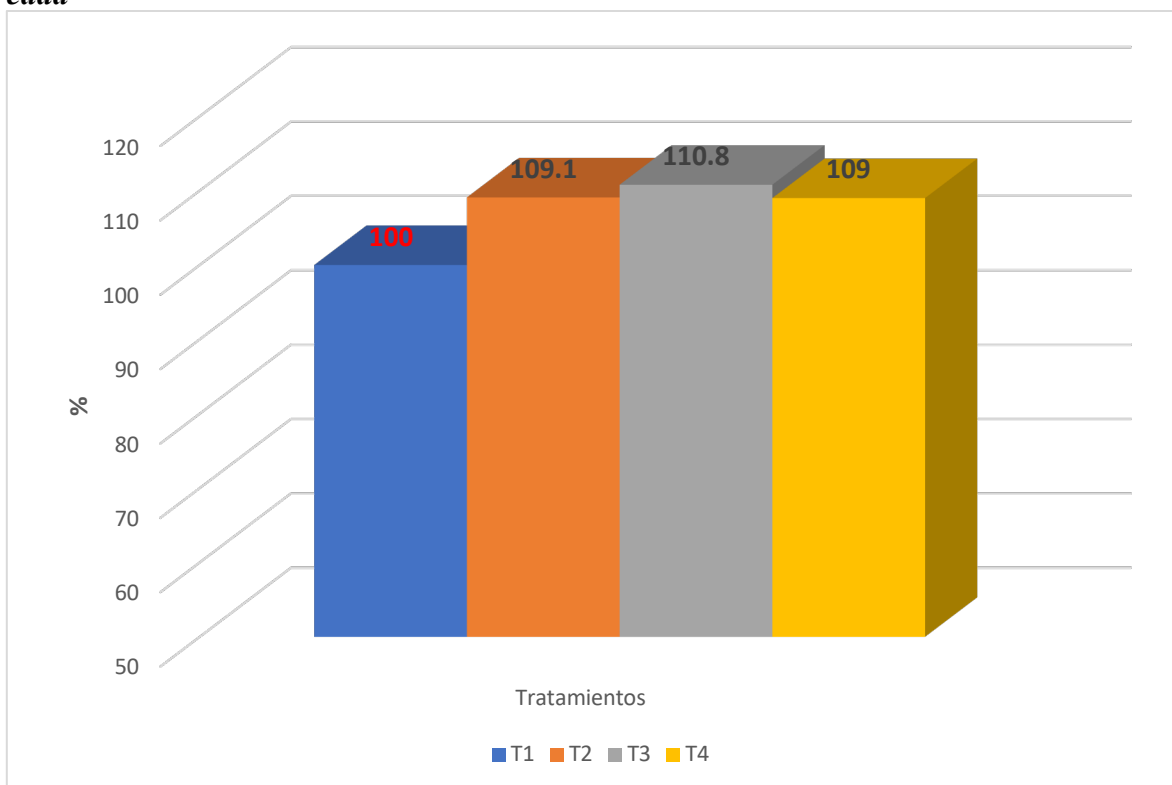


Figura 4.
Comparativo porcentual entre tratamientos para el incremento de peso de 1 a 42 días de edad

Las diferencias entre tratamientos para el incremento acumulado no alcanzaron significación estadística ($P>0.05$); sin embargo, los tratamientos que recibieron las diferentes proporciones de la combinación obtuvieron incrementos consistentemente mejores (Figura 4) en comparación con el testigo en 9.1, 10.8 y 9% respectivamente para los tratamientos 2, 3 y 4.

Es importante notar que Vidarte (2021), trabajando con pollos del mismo origen y línea, encontró que con solo cúrcuma los incrementos de peso estuvieron ligeramente por debajo del testigo, pero cuando empleó la combinación 98:2 de cúrcuma: pimienta logró mejorar la tendencia; sin embargo, sin alcanzar significación estadística. En el presente ensayo se lograron mejoras consistentes en el incremento de peso acumulado con las tres proporciones ensayadas, lo que comprueba que la pimienta es un adyuvante para la mejor absorción de la curcumina, al permitir mejor respuesta metabólica (trabajo hepático principalmente) que se manifestó a través de mayores incrementos de peso corporal, en el que la grasa sería un componente reducido.

Respuestas positivas en el incremento de peso de pollos de carne al emplear cúrcuma como única especia o en combinación con otro producto (natural o industrial) han sido reportadas por diferentes investigadores (Al-Muhammadawi y Jassim Hammaoudi, 2022; Choudhary et al., 2022; Kinati et al., 2022; Shawky et al., 2022; Akter et al., 2021; Hrncar et al., 2021; Nagar et al., 2021; Widjastuti et al., 2021; Zhang et al., 2021; Eko et al., 2020; Ekine et al., 2020; Sugiharto et al., 2020; Aikpitanyi et al., 2019; Singh et al., 2019; Adegoke et al., 2018; Arslam et al., 2017) quienes han indicado que buena parte de su acción se debe a la acción antioxidante, antibacteriana, colerética y colagoga, además de presentar acción antibacteriana sobre especies patógenas o patogénicas.

3.3. Conversión Alimenticia

Los resultados de conversión alimenticia, obtenidos con pollos de carne que recibieron combinación de cúrcuma: pimienta (en diferentes proporciones) en el alimento, se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5.
Conversión alimenticia de pollos de carne que recibieron combinaciones de cúrcuma: pimienta en el alimento

Ítem	Tratamiento			
	1	2	3	4
Días experimentales	42	42	42	42
Pollos	25	25	25	25
APC	Sí	No	No	No
Cúrcuma: Pimienta, %	00	98:02	96:04	94:06
Conversión alimenticia/ período:				
1-21 días	2.301	1.905	1.959	2.054
22-42 días	2.562	2.493	2.486	2.502
1-42 días	2.488	2.353	2.325	2.368

La mayor eficiencia de utilización del alimento para incrementar peso corporal se dio en el período comprendido entre 1 – 21 días de edad; los tratamientos 2, 3 y 4 que recibieron las combinaciones cúrcuma: pimienta fueron superiores a la del testigo en 17.2, 14.9 y 10.7%, respectivamente (Figura 5). En el siguiente período (22-42 días) la superioridad, en el mismo orden de tratamientos, fue de 2.7, 3 y 2.3% (Figura 6). En tanto que la conversión alimenticia para todo el ensayo (1-42 días) mostró ventajas de 5.4, 6.5 y 4.8% sobre el testigo, en el mismo orden de tratamientos (Figura 7).

El comportamiento de la eficiencia de utilización del alimento en los primeros 21 días de vida fue sorprendente, indicando que el efecto conjunto de las especias se dio en la edad más joven; lo que permitió que la eficiencia acumulada en la utilización del alimento sea de alrededor de 5% o superior, cantidad que es importante en la crianza del pollo de carne. Cuando se inició la campaña para la prohibición del empleo de APC se indicó que se podría

perder alrededor de 5% de eficiencia en la utilización del alimento y que sería una pérdida que podría arrinconar a la producción avícola cerca de la quiebra. Por lo que se puede asumir que la combinación ensayada no sólo evita la pérdida mencionada, sino que, al contrario, permitió una superioridad de 5% por encima del APC.

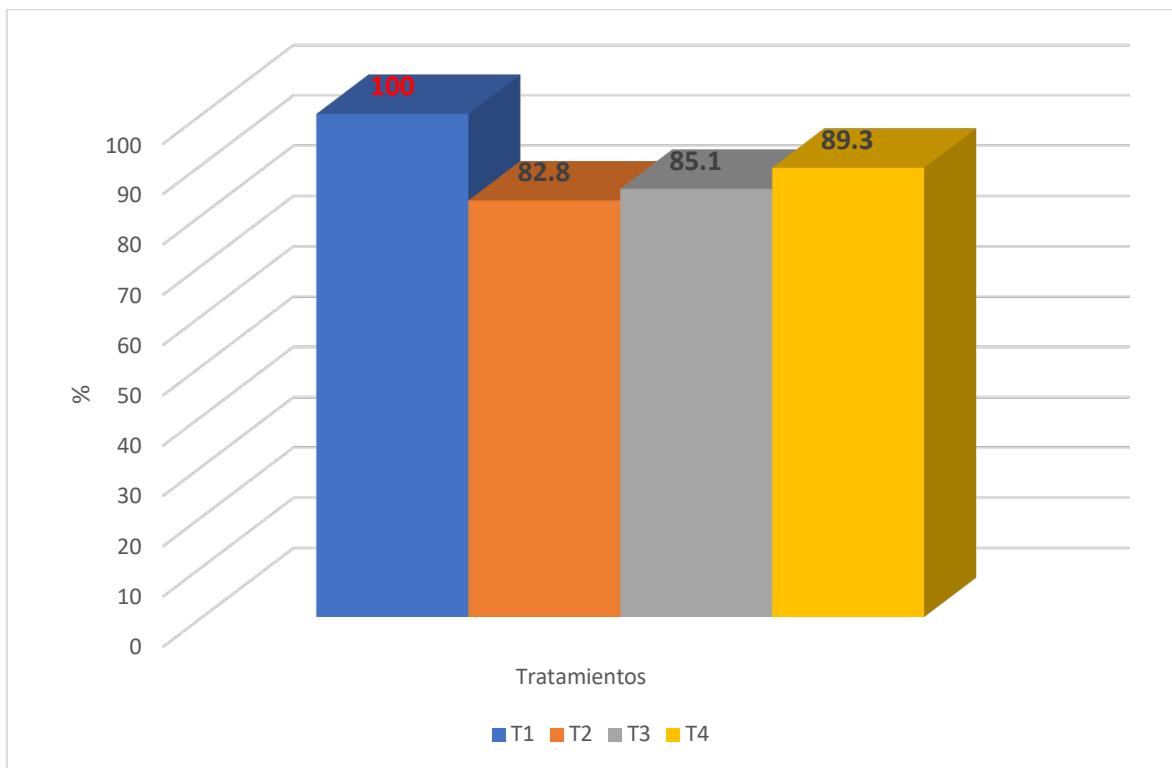


Figura 5.
Comparativo porcentual entre tratamientos para conversión alimenticia de 1-21 días

En la investigación realizada por Vidarte (2021), se comparó una combinación (98:02) de cúrcuma: pimienta contra la cúrcuma sola, asumiéndose que una posible mejora en la conversión alimenticia se podría relacionar con las condiciones intestinales; sin embargo, no difirieron en morfometría por lo que al encontrar mayor eficiencia en la utilización del alimento con la combinación se determinó que se debía a que los principios de la cúrcuma al ser mejor absorbidos (acción adyuvante de la pimienta) habría permitido un mejor comportamiento metabólico productivo. En el presente ensayo se ha podido determinar que la acción positiva se dio en mayor proporción en edades más tempranas.

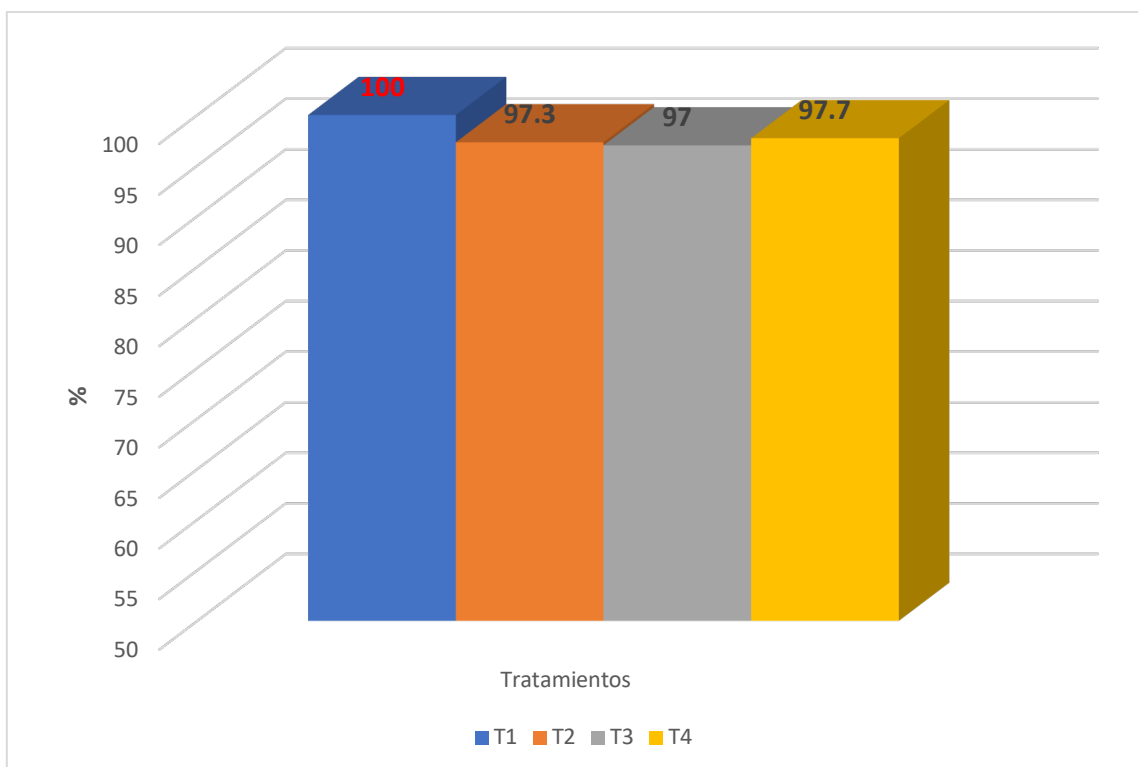


Figura 6.
Comparativo porcentual entre tratamientos para conversión alimenticia de 21-42 días

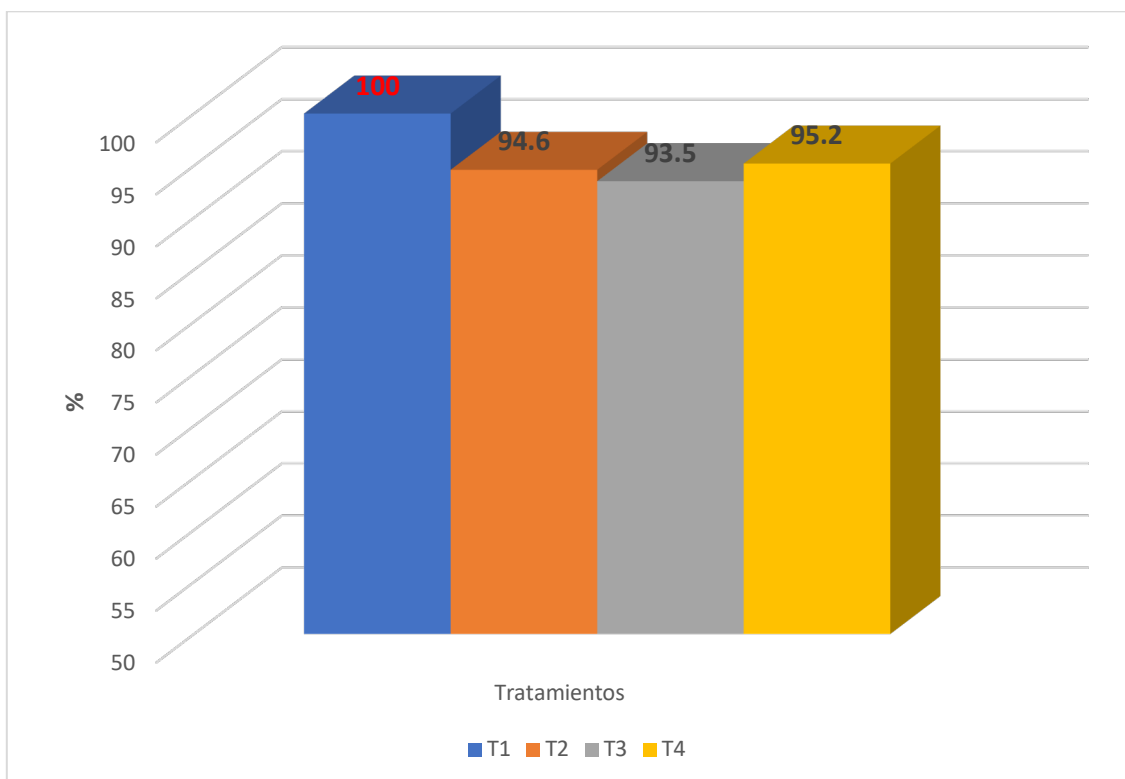


Figura 7.
Comparativo porcentual entre tratamientos para conversión alimenticia de 1-42 días

En la abundante información recopilada por Chandran et al. (2022) se indica que la curcumina realiza una importante serie de procesos a nivel del metabolismo, entre los que se encuentran el colagogo y el colerético (hacer que el hígado produzca más bilis y que la vesícula sea más activa en la evacuación de la bilis) lo que permitiría la mejor utilización de los principios lipídicos (energéticos) que son portados en el alimento. En consecuencia, sostenemos la teoría que indica que la curcumina permitiría mejor utilización de la energía en los procesos de síntesis de tejido corporal, siempre que pueda ingresar al organismo en cantidades apropiadas, para lo que ayudaría la piperina; lo que muestran los resultados obtenidos aquí y contrastados con los obtenidos por Vidarte (2021). Concordando con Shoba et al. (1998), Anand et al. (2007), Mirzaei et al. (2017) y Garnier y Shahidi (2021).

El efecto benéfico de la cúrcuma sobre la conversión alimenticia de pollos de carne, de diferentes edades, condiciones de manejo y desafío sanitario, ha sido reportados por Kinati et al. (2022), Shawky et al. (2022), Eko et al. (2020), Ekine et al. (2020), Yadav et al. (2020), Nascimento et al. (2019), Olabode et al. (2018), Arslam et al. (2017), entre otros. Sin embargo, también diferentes investigadores han considerado que el efecto positivo de la curcumina podría ser superior si se lograra que su absorción sea mayor, ya que está bien documentado que buena parte de la curcumina no es absorbida a través del epitelio intestinal, como ha sido reportado por diferentes investigadores referenciados por Sugiharto et al. (2020). Se descubrió que la pimienta negra (*Piper nigrum*) se comporta como adyuvante para mejorar la absorción de otros agentes terapéuticos (Garnier y Shahidi, 2021); por lo tanto, la piperina podría comportarse como un mejorador de la absorción de curcumina, lo que fue indicado por Shoba et al. (1998) buscando mejorar el efecto de curcumina en algunos problemas de salud de humanos, en tanto que Vidarte (2021) obtuvo resultados prometedores de la combinación en el rendimiento de pollos de carne.

Con los resultados obtenidos se corrobora que la combinación funciona positivamente sobre el rendimiento de pollos de carne, siendo necesario investigar sobre formas alternas de su empleo y tratar aspectos relacionados con la carcasa.

3.4. Mérito Económico

Los resultados de mérito económico acumulado de pollos de carne que recibieron combinaciones de cúrcuma: pimienta en la dieta se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6.

Mérito económico de pollos de carne que recibieron combinaciones de cúrcuma: pimienta en el alimento

Ítem	Tratamiento			
	1	2	3	4
Días experimentales	42	42	42	42
Pollos	25	25	25	25
APC	Sí	No	No	No
Cúrcuma: Pimienta, %	00	98:02	96:04	94:06
Consumo total de alimento, Kg.	110.18	113.64	114.0	114.29
Inversión total en alimento, s/.	299.70	309.10	310.10	310.90
Incremento total de peso, Kg.	44.28	48.30	49.04	48.26
Mérito económico, s/. por kg	6.77	6.40	6.32	6.44

Al realizar el comparativo con el comportamiento de la conversión alimenticia, ambas tendencias son muy parecidas. Por lo tanto, los comentarios expresados al realizar la discusión de la eficiencia alimenticia son valederos para los resultados obtenidos con el mérito económico.

En términos generales, el empleo de cualquiera de las combinaciones cúrcuma: pimienta fue económicamente más eficiente que el testigo; el mejor comportamiento se dio con el tratamiento que utilizó la combinación 96: 04. Una mejora en la eficiencia económica de 6.6% en la crianza del pollo de carne es muy importante, dado que la producción del pollo de carne se mueve entre márgenes beneficio: costo, muy estrechos.

IV. CONCLUSIONES

Finalizada la presente investigación, bajo las condiciones en las que se realizó, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. La hipótesis planteada no fue rechazada, las combinaciones (cúrcuma: pimienta) adicionadas al alimento permitieron potenciar el efecto benéfico de la cúrcuma en los indicadores productivos del pollo de carne.
2. Las combinaciones cúrcuma: pimienta permitieron que el consumo acumulado de alimento se incrementara entre 3 y 4% en comparación con el tratamiento testigo.
3. Las combinaciones cúrcuma: pimienta fueron más eficientes ($P < 0.05$) en los incrementos de peso en el período comprendido entre 1-21 días; aun cuando las diferencias no fueron significativas entre los 22-42 días las combinaciones dieron lugar a incrementos entre 2 y 6% superiores. En el incremento de peso acumulado la ventaja de las combinaciones estuvo por encima del 9%, sobre todo en la combinación 96: 04.
4. La eficiencia de utilización del alimento para incrementar peso vivo fue superior en los tratamientos en los que se incluyó las combinaciones; con la combinación 96: 04 la conversión alimenticia acumulada fue 6.5% mejor que la lograda por el testigo.
5. El mérito económico siguió la misma tendencia que la conversión alimenticia.

V. RECOMENDACIONES

- 1.** Emplear la combinación cúrcuma: pimienta en la proporción 96: 04 por permitir la obtención de mejores indicadores productivos en los pollos de carne.
- 2.** Realizar investigación con relación a indicadores que miden el rendimiento y calidad de la carcasa.
- 3.** Implementar ensayos de alimentación para medir el rendimiento en otras especies de interés zootécnico.

BIBLIOGRAFÍA

- Abd El-Ghany, W. A. (2020). Phyto-biotics in poultry industry as growth promoters, antimicrobials and immunomodulators – A Review. *Journal of World's Poultry Research*, 10(4): 571-579. <https://dx.doi.org/10.36380/jwpr.2020.65>
- 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-Muhammadawi, N. a. and Jassim Hammoudi, S. (2022). Effect of adding different levels of therapeutic curcuma on productive traits in broiler chickens. *Archives of Razi Institute*, 77(6): 2059-2064. DOI: 10.22092/ARI.2022.358198.2177
- Al Rubaee, M. A. M. (2020a). 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).
- Al Rubaee, M. A. M. (2020b). Some blood traits and immune system response to cubeb (*Piper cubeba*) and turmeric (*Curcuma longa*) feeding in broiler chickens. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Sciences*, 553, 012042. Doi: 10.1088/1755-1315/553/1/012042
- 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.
- Chandran, d., Shoju, C. P., Sharun, K., R, Sureshkumar, Emran, T. B., Mitra, s., da Silva, L. E., Tuli, H. S., and Dhama, K. (2022). Potential health benefits of dietary *Curcuma longa* (Turmeric) supplementation on health and production of poultry: A Mini-review. *The Indian Veterinary Journal*, 99(02): 07-13. <https://www.researchgate.net/publication/359418014>
- 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>
- Ekine, O. A., Udoudo, E. F., and George, O. S. (2020). Influence of turmeric (*Curcuma longa*) as feed additive on the performance, serum enzymes and lipid profile of broiler chickens. *Nigerian Journal of Animal Science*, 22(2): 57-63.
<https://www.ajol.info/index.php/tjas>
- 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.s.20200803.14
- El-Shall, N. A., El-Hack, M. E. A., Albaqami, N. M., Khafaga, A. F., Taha, A. E., Swelum, A. A., El-Saadony, M. T., Salem, H. M., El-Tahan, A. M., Abu Qamar, S. F., El-Tarabily, K. A., and Elbestawy, A. R. (2022). Phytochemical control of poultry coccidiosis: a review. *Poultry Science*, 101:101542.
<https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101542>
- Garnier, A. and Shahidi, F. (2021). Spices and herbs as immune enhancers and a anti-inflammatory agents: a review. *Journal of Food Bioactives*, 14: 20-52. Doi:10.31665/JFB.2021.14266
- Guil-Guerrero, J. L., Ramos, L., Zñiga 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>
- Lagua, E. B. and Ampode, K. M. B. (2021). Turmeric powder: Potential alternative to antibiotics in broiler chicken diets. *Journal of animal Health and Production*, 9(3):243. <http://dx.doi.org/10.17582/journal.jahp/9.3.243.253>
- 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
- Martines-Aispuro, J. A., Figueroa-Velasco, J. L., Sánchez-Torres, M. T., and Cordero-Mora, J. L. (2020). Unconventional plants as a source of phytochemicals for broiler chicken. *Agroproductividad*, 13(9): 21-25. <https://doi.org/10.32854/agrop.vi.1604>
- 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>
- Nagar, M. K., Shende, K., Dhuria, R. K., Mauzer, H., and Surendra. (2021). Effect of turmeric (*Curcuma longa*) powder and symbiotic as alternative to antibiotic growth

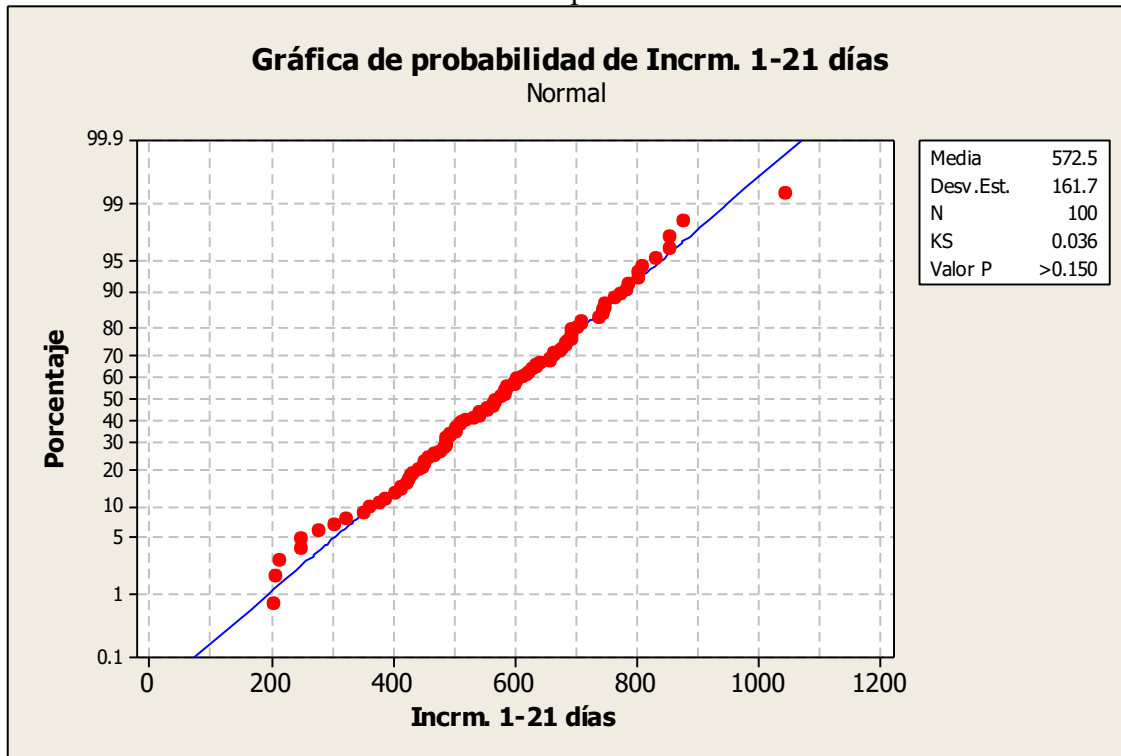
- promoter on the growth performance and mortality of broiler chicks. *Journal of Animal Research*, 11(1): 167-172. Doi: 10.30954/2277-940X.01-2021.22
- Nascimento, G. M., Cervi, R. C., Santos, J. B., Mota, B. P., Leonídio, A. R. A., Leandro, N. S. M., Café, M. B., and Andrade, M. A. (2019). Effects of *Curcuma longa* on the intestinal health of chicks infected with *Salmonella typhimurium*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 48: e20180197, <https://doi.org/10.1590/rbz4820180197>
- Ogbuewu, I. P. and Mbayiorgu, C. A. (2020). Meta-analysis of the hypocholesterolemic potentials of turmeric (*Curcuma longa*) in broiler chickens. *Applied Ecology and Environmental Research*, 18(6): 8009-8021. http://dx.doi.org/10.15666/acer/1806_80098021
- Ogbuewu, I. P. and Mbayiorgu, C. A. (2022). Meta-analysis of dietary turmeric (*Curcuma longa* L.) supplementation on the enhancement of broiler chicken productivity. *Applied Ecology and Environmental Research*, 20(2): 1837-1851. http://dx.doi.org/10.15666/acer/2002_18371851
- Olabode, A. D., Adetutu, I. S., Agu, C. I., Ugwuowo, L. C., Oyuoloruntaye, T. J., and Okelola, O. E. (2018). Growth performance and hematological characteristics of starter broiler fed diets supplemented with turmeric (*Curcuma longa*) meal. *Nigerian Journal of Animal Production*, 45(5): 79-83.
- Ostle, B. (1979). Estadística Aplicada. Limusa. México: D.F.
- Pham, V. H., Abbas, W., Huang, J., He, Q., Zhen, W., Guo, Y., and Wang, Z. (2022). Effect of blending encapsulated essential oils and organic acids as an antibiotic growth promoter alternative on growth performance and intestinal health in broilers with necrotic enteritis. *Poultry Science*, 101: 101563. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101563>
- Puvaca, N. (2022). Bioactive compounds in dietary spices and medicinal plants. *Journal of Agronomy, Technology and Engineering Management*, 5(2): 704-711. <https://doi.org/10.55817/UHFO5592>
- Raheem, M. A., Jiangang, H., Yin, D., Xue, M., Rehman, K., Rahim, M. A. R., Gu, Y., Fu, D., Song, X., Tu, J., Khan, I. M., Tipu, M. Y., and Qi, K. (2021). Response of lymphatic tissues to natural feed additives, curcumin (*Curcuma longa*) and black cumin seeds (*Nigella sativa*), in broilers against *Pasteurella multocida*. *Poultry Science*, 100: 101005. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.01.028>
- Ramteke, r., Gendley, M. K., Dubey, M., Dutta, G. K., and Jain, A. (2022). Effect of turmeric and coriander powder as phytobiotic feed supplement in poultry production – A Review. *Just Agriculture*, 2(8): 1-13. e-ISSN: 2582-8223.
- Scheffler, C. (1981). Bioestadística. Fondo Educativo Interamericano. EE. UU. de N. A.
- Sharma, N., Sharma, T., and Choudhary, J. (2021). Antimicrobial activity of some herbal feed additives. *The Pharma Innovation Journal*, 10(4): 392-394. <https://doi.org/10.22271/tpi.2021.v10.i4f.5964>
- Shawky, S., Fathalla, S., Orabi, S., El-Mosalhi, H., Abu-Alya, I. (2022). Turmeric powder supplementation in broiler diet improves growth performance and immunity via increasing mRNA expression of growth hormone, insulin like growth factor-1, interferon gamma and interleukin 12. *Research Square*, 1-13. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1745068/v1>
- Singh, J., Kaur, P., Sharma, M., Mehta, 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.
- Singh, D. N., Shukla, P. K., Singh, A., Sirohi, R., Singh, Y., Mamta. (2020). Phytogetic products: A valuable resources for pig and poultry nutrition, health and management. *Journal of Animal Feed Science and Technology*, 8(2): 41-46. <http://dx.doi.org/10.21088/jafst.2321.1628.8220.6>
- 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>
- 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.
- Vinus, Dalal, R., Sheoran, N., Maan, N. s., and Tewatia, B. S. (2018). Potential benefits of herbal supplements in poultry feeds: A review. *The Pharma Innovation Journal*, 7(6): 651-656. ISSN(E): 2277-7695.
- 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.
- Yadav, S., Teng, P.-Y., Santos, T., Gould, R. L., Craig, S. W., Fuller, A. L., Pazdro, R., and Kim, W. K. (2020). The effects of different doses of curcumin compound on growth performance, antioxidant status, and gut health of broiler chickens challenged with *Eimeria* species. *Poultry Science*, 99: 5936-5945. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.08.046>
- Zhang, J., Han, H., Zhang, L., and Wang, T. (2021). Dietary bisdemethoxycurcumin supplementation attenuates lipopolysaccharide-induce damages on intestinal redox potential and redox status of broilers. *Poultry Science*, 100:101061. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101061>

ANEXOS

Anexo 1.

Prueba de normalidad con el incremento de peso 1 – 21 días de edad



Anexo 2.

Prueba de homogeneidad de varianzas con el incremento de peso 1 – 21 días

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándares

Tratamiento	N	Inferior	Desv.Est.	Superior
1	25	129.203	176.408	270.822
2	25	117.781	160.814	246.882
3	25	121.175	165.447	253.995
4	25	86.608	118.251	181.540

Prueba de Bartlett (distribución normal)

Estadística de prueba = 4.02, valor p = 0.259

Prueba de Levene (cualquier distribución continua)

Estadística de prueba = 1.07, valor p = 0.364

Anexo 3.

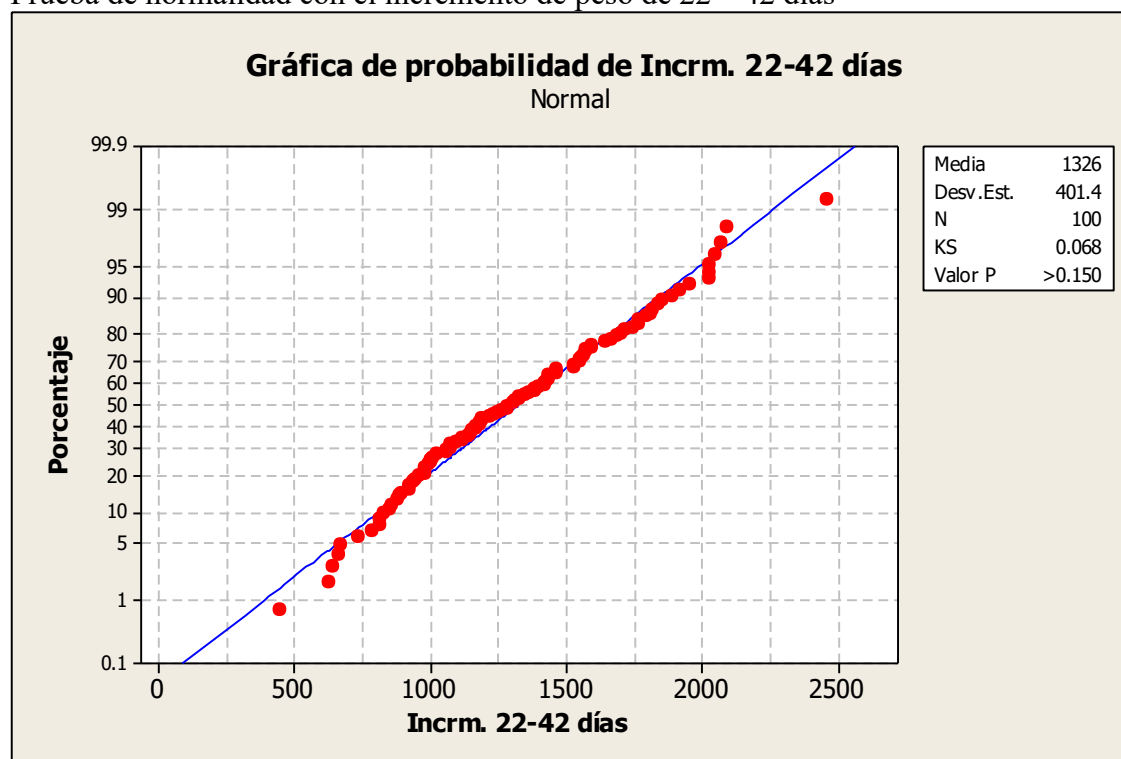
ANOVA unidireccional: Incremento de peso 1-21 días vs. Tratamiento

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	3	228118	76039	3.09	0.031
Error	96	2360086	24584		
Total	99	2588205			

S = 156.8 R-cuad. = 8.81% R-cuad.(ajustado) = 5.96%

Anexo 4.

Prueba de normalidad con el incremento de peso de 22 – 42 días



Anexo 5.

Prueba de homogeneidad de varianzas con el incremento de peso de 22 – 42 días

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándares

Tratamiento	N	Inferior	Desv.Est.	Superior
1	25	288.192	393.485	604.081
2	25	295.636	403.649	619.684
3	25	332.200	453.572	696.326
4	25	270.252	368.991	566.476

Prueba de Bartlett (distribución normal)

Estadística de prueba = 1.08, valor p = 0.783

Prueba de Levene (cualquier distribución continua)

Estadística de prueba = 0.45, valor p = 0.717

Anexo 6.

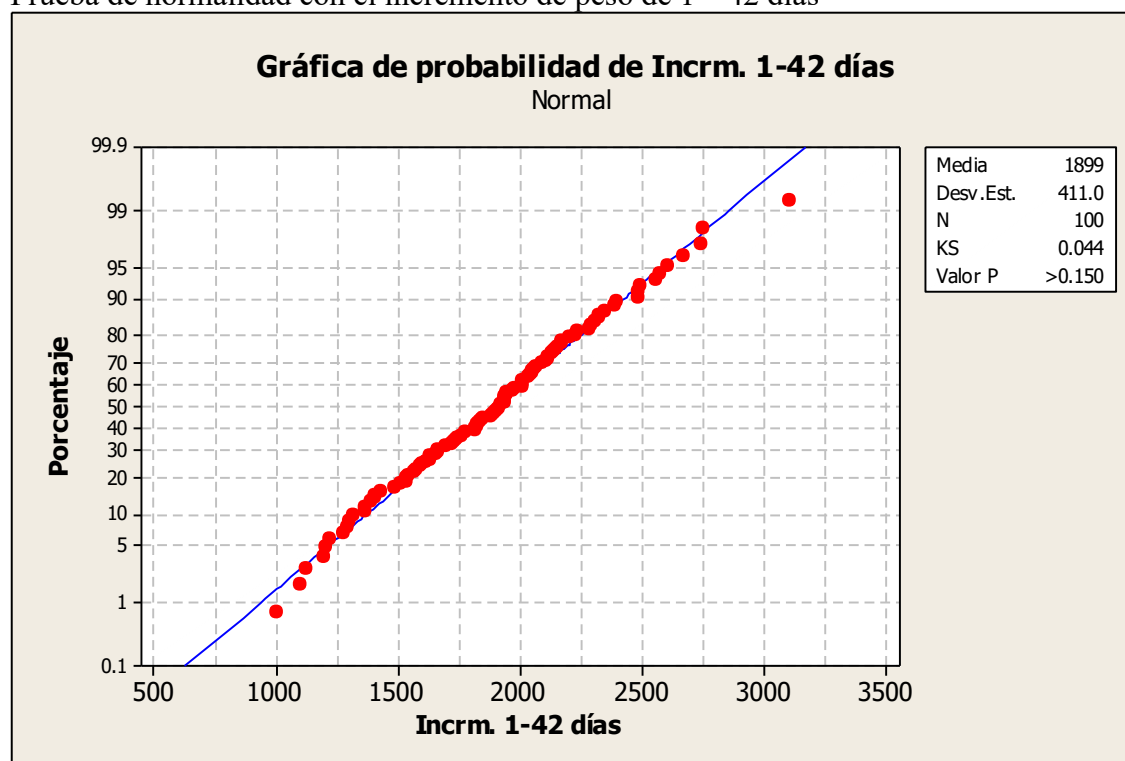
ANOVA unidireccional: Incremento de peso 22-42 días vs. Tratamiento

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	3	117991	39330	0.24	0.869
Error	96	15831481	164911		
Total	99	15949472			

S = 406.1 R-cuad. = 0.74% R-cuad.(ajustado) = 0.00%

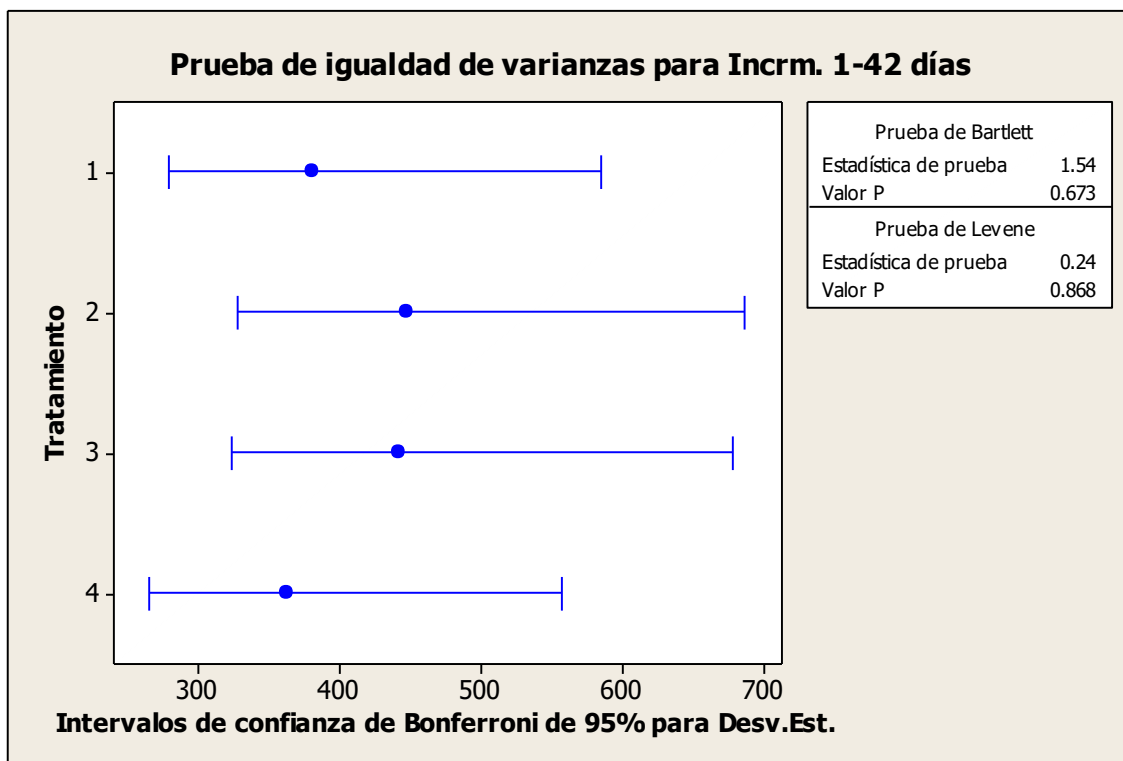
Anexo 7.

Prueba de normalidad con el incremento de peso de 1 – 42 días



Anexo 8.

Prueba de homogeneidad de varianzas con el incremento de peso de 1 – 42 días



Anexo 9.

ANOVA unidireccional: Incremento de peso 1-42 días vs. Tratamiento

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	3	558290	186097	1.11	0.351
Error	96	16163175	168366		
Total	99	16721465			

S = 410.3 R-cuad. = 3.34% R-cuad.(ajustado) = 0.32%