

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIAS

**EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE CÚRCUMA (*Curcuma longa* L.) EN LA DIETA
DE POLLOS DE CARNE COBB 500® SOBRE LOS PARÁMETROS
PRODUCTIVOS Y LA PIGMENTACIÓN DE LA PIEL.**

Por:

SANDIVIER LARA

REPÚBLICA DE PANAMÁ

2023

**EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE CURCUMA (*Curcuma longa L.*) EN LA DIETA
DE POLLOS DE CARNE COBB 500® SOBRE LOS PARÁMETROS
PRODUCTIVOS Y LA PIGMENTACIÓN DE LA PIEL.**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO A EVALUACIÓN PARA OPTAR POR
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA.**

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIAS

**PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL
DEBE SER OBTENIDO EN LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.**

APROBADO POR:

Ing. Mario Arjona S. M. Sc. (Director) _____

Ing. Víctor Sánchez M. Sc. (Asesor) _____

Ing. Carlos Solís, PhD. (Asesor) _____

REPÚBLICA DE PANAMÁ

2023

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia doy gracias a Dios, porque día a día me dio la fuerza espiritual para continuar con mi proyecto de tesis, por todas las bendiciones que ha derramado sobre mí y sobre todo, la oportunidad que me brinda para seguir adelante en mi preparación académica.

A mi familia y amigos, que tras las dificultades siempre me apoyaron y me alentaron a seguir adelante.

Un agradecimiento muy especial al Ing. M.Sc. Mario Arjona Smith, por guiarme en este proceso, por su paciencia y colaboración, ya que, con su experiencia y profesionalismo, me brindó innumerables enseñanzas.

A todos los profesionales, que me compartieron sus invaluable conocimientos de una manera desinteresada.

Sandivier E. Lara A.

DEDICATORIA

A mis Abuelos (Samuel Lara y Adelina Valdés Lara), quienes con su esfuerzo siempre me han apoyado todos los días de mi vida, con sus consejos y recomendaciones; por tolerarme y su infinita paciencia, porque nunca me dejaron solo y por siempre inculcarme los valores y dejarme el mejor regalo del mundo que fue mi educación.

A mis padres Samuel Lara y Alida Abrego, que siempre de una a otra manera fueron pilares de superación en mi vida, por ser ejemplo en mi vida, y por todos los momentos compartidos a lo largo de mi educación.

A todos los miembros de mi familia y amigos, que nunca se cansaron de aconsejarme, de darme su apoyo y me alentaron a diario.

A todas las personas especiales que me han dado su apoyo y comprensión en todo momento.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
INDICE DE CONTENIDO.....	v
INDICE DE CUADROS.....	viii
INDICE DE GRAFICAS.....	ix
INDICE DE FIGURAS.....	x
INDICE DE ANEXOS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. OBJETIVOS.....	3
1.1.1. OBJETIVO GENERAL.....	3
1.1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Línea de Pollos Cobb 500®.....	4
2.1.2. Alimentación de Pollos de la línea Cobb500®.....	5
2.2. Pigmentación del pollo.....	6
2.2.1. Factores que afectan la pigmentación.....	7

2.3. Aspectos generales de la Cúrcuma (<i>C. longa L.</i>)	8
2.3.1. Taxonomía de la Cúrcuma.....	9
2.3.2. Propiedades de la Cúrcuma.....	9
2.3.3. La cúrcuma en la alimentación del pollo de engorde.....	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS.	11
3.1. Ubicación geográfica.....	11
3.2. Población experimental y tratamientos.....	12
3.3. Dietas experimentales.....	12
3.4. Actividades realizadas en campo.....	14
3.4.1. Delimitación de las parcelas experimentales.....	14
3.4.2. Adecuación de las parcelas experimentales.....	15
3.4.3. Manejo sanitario	16
3.5. Diseño experimental.....	19
3.5.1. Análisis Estadístico.....	19
3.6. Variables evaluadas.....	20
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
4.1 Etapa 1: de 0 a 21 días (INICIO).....	22
4.2 Etapa 2: 21 a 42 días (CRECIMIENTO).....	23
4.3 Etapa 3: 42 a 49 días (ENGORDE).....	26

4.4 Ciclo completo.....	29
4.5 Medición colorimétrica de la piel.....	32
V. CONCLUSIONES.....	37
VI. RECOMENDACIONES.....	37
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	38
VIII. ANEXOS.....	48

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Guía de desarrollo de pollos Cob500®.....	4
Cuadro 2: Requerimientos nutricionales recomendados para la línea Cobb 500®.....	6
Cuadro 3: Composición porcentual y costos de la dieta formulada para la etapas de inicio, crecimiento y engorde.....	13
Cuadro 4: Manejo sanitario según el procedimiento estándar de la FCA.....	17
Cuadro 5: Parámetros productivos de pollos de engorde alimentados con adición de cúrcuma, durante la etapa 1.....	21
Cuadro 6: Parámetros productivos de pollos de engorde alimentados con adición de cúrcuma, durante la etapa 2, o de crecimiento.....	23
Cuadro 7: Parámetros productivos de pollos de engorde alimentados con adición de cúrcuma, durante la etapa 3, o de engorde.....	26
Cuadro 8: Parámetros productivos de pollos de engorde alimentados con adición de cúrcuma, durante el ciclo completo.....	30
Cuadro 9: Pigmentación de la piel en los pollos vivos.....	33
Cuadro 10: Pigmentación de la piel de los pollos sacrificados.....	33
Cuadro 11: Pigmentación de la carne de los pollos.....	34

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfico 1: Efecto de la inclusión de cúrcuma en la dieta sobre el peso vivo (PV) y la ganancia de peso (GDP) de pollos de carne de 21 a 42 días.....	24
Gráfico 2: Efecto de la inclusión de cúrcuma en la dieta sobre conversión alimenticia de pollos de carne de 21 a 42 días	25
Gráfico 3: Efecto de la inclusión de cúrcuma en la dieta sobre el peso vivo (PV) de pollos de carne de 42 a 49 días	27
Gráfico 4: Efecto de la inclusión de cúrcuma en la dieta sobre el peso vivo (PV), la ganancia de peso (GDP) y nivel de consumo (NC) de pollos de carne de 1 a 49 días	31
Gráfico 5: Efecto de la inclusión de cúrcuma en la dieta sobre la conversión alimenticia (CA) de pollos de carne de 1 a 49 días.....	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Delimitación de las parcelas experimentales.....	15
Figura 2: Fumigación y desinfección de las parcelas, antes de la llegada de los pollos.....	16
Figura 3: Adición de cascarilla de arroz, dentro de las parcelas experimentales.....	16
Figura 4: Ingreso de las aves a las parcelas experimentales.....	17
Figura 5: Preparación de la ración de alimento con adición de cúrcuma.....	18
Figura 6: Alimentación de los pollos, después del respectivo pesaje del alimento.....	18
Figura 7: Diagrama de distribución al azar de cada tratamiento	19

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Pigmentación de la piel de los pollos, con adición de 0.5% de cúrcuma.....	47
Anexo 2: Color de la carne de los pollos con adición de 0.5% de cúrcuma	48
Anexo 3: Pigmentación de la piel de los pollos, con adición de 1.5% de harina de cúrcuma.....	48
Anexo 4: Color de la carne de los pollos, con adición de 1.5% de harina de cúrcuma.....	49
Anexo 5: Resultados de la Pigmentación de la piel de los pollos, con la adición de 1.5% de cúrcuma.....	49

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos de la adición de diferentes niveles de cúrcuma en la dieta de pollos de engorde Cobb 500®. Este estudio se desarrolló en el módulo de producción avícola del Centro de Enseñanza e Investigación Agropecuaria de Chiriquí (CEIACHI), en total se utilizaron 60 aves en un diseño completamente al azar con 4 tratamientos y 3 repeticiones de 5 aves cada una. La evaluación tuvo una duración de 49 días, donde semanalmente se recopiló información del peso, ganancia de peso, nivel de consumo y conversión alimenticia para evaluar la repuesta del pollo a los diferentes niveles de inclusión de cúrcuma en la dieta (T1=0.5%, T2=1%, T3=1.5%). Los resultados muestran efectos positivos sobre las variables nivel de consumo, y ganancia de peso conforme se incrementa el nivel de cúrcuma, lo que refleja una mejor conversión alimenticia. Por otro lado, la pigmentación de la piel del animal vivo no se ve afectada por la inclusión de cúrcuma, sin embargo, la pigmentación de la piel del pollo sacrificado y su carne mejoró. Se concluye que el nivel de 1.5% de adición de harina de cúrcuma presenta mayores efectos positivos en las variables estudiadas.

Palabras claves: Cúrcuma, pollo de engorde, pigmentación, nivel de inclusión.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effects of adding different levels of turmeric to the diet of Cobb 500® broilers. This study was developed in the avian production module of the Chiriquí Agricultural Teaching and Research Center (CEIACHI), a total of 60 birds were used in a completely randomized design with 4 treatments and 3 repetitions of 5 birds each. The evaluation lasted 49 days, where weekly data on weight, weight gain, level of consumption and feed conversion were collected to evaluate the response of the chicken to the different levels of inclusion of turmeric in the diet (T1=0.5 %, T2=1%, T3=1.5%). The results show positive effects on the variables level of consumption, and weight gain as the level of turmeric increases, which reflects a better feed conversion. On the other hand, the skin pigmentation of the live animal is not affected by the inclusion of turmeric, however the skin pigmentation of the slaughtered chicken and its meat improve. It is concluded that the level of 1.5% addition of turmeric flour presents greater positive effects on the variables studied.

Keywords: turmeric, broilers, pigmenting, levels of inclusion.

I. INTRODUCCIÓN

La carne de pollo se considera como una alta fuente de proteínas, aminoácidos, vitaminas y minerales, importantes para el correcto funcionamiento del organismo humano, es catalogada como una de las carnes más consumidas en la mayoría de los países del mundo (FAO, 2019).

Según datos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE 2021) se estima que la producción de proteínas cárnicas tendrá un aumento significativo cercano al 14% para el año 2030, debido principalmente al crecimiento de la producción avícola, el cual se estima será de aproximadamente 17.8%, en comparación con la producción de carne de res, y cerdo que tendrán un aumento del 5.9% y 13.1%, respectivamente. Estos incrementos en su producción se deben principalmente al bajo costo de su carne en comparación al precio de otras como la de res, cerdo y pescado, que durante los últimos años han presentado un incremento significativo en su valor (Valdés, 2018). Sin embargo, pese al incremento en el consumo de pollo, favorecido por su bajo costo, los consumidores también buscan que ciertas características físicas estén presentes, una de ellas es la pigmentación de la piel, la cual juega un rol fundamental en la comercialización y aceptación del producto final, debido a que el color de la carne es un signo irrefutable de frescura, calidad, y alto valor nutritivo, en este sentido Hernández (2018) señala que la carne de coloración amarilla, tiene mayor demanda, en comparación con aquella que presenta una coloración más blanca.

Oñate y Romero (2016), informaron que con el objetivo de satisfacer las demandas de los consumidores y conseguir una adecuada pigmentación de la piel, los avicultores han empleado diferentes técnicas que incluyen la adición de productos como parte de la dieta (antibióticos, probióticos, prebióticos y algunos colorantes químicos [E102 tartrazina y E105]), sin tomar en consideración los efectos perjudiciales (alergias, asma, miopía, migraña, hiperactividad en niños, e incluso posibles cánceres, insomnio y urticaria) que algunos de éstos pueden causar a la salud del consumidor final. Por ello, en la actualidad, se ha despertado un fuerte interés en la utilización de diversas fuentes naturales de pigmentos provenientes de especies vegetales, tales como la cúrcuma (*C. longa*) el achiote (*Bixa orellana*), entre otros, que no sólo contribuyen a mejorar la pigmentación de la piel, sino a disminuir los costos de producción, y de una u otra manera a mejorar su calidad organoléptica (Choque, 2008).

Por lo antes planteado, en el presente estudio se evaluó el impacto de la inclusión de tres niveles de cúrcuma sobre los parámetros productivos, pigmentación de la piel y carne de pollos de engorde Cobb 500.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General

- Evaluar el efecto de la inclusión de cúrcuma (*C. longa L*) sobre los parámetros productivos y pigmentación de la piel y carne de pollos Broilers Cobb500.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Determinar la influencia del uso dietario de harina de cúrcuma, sobre el desempeño productivo de pollos de engorde Cobb500®.
- Determinar los niveles de pigmentación de la piel y carne de los pollos Cobb 500®, alimentados con diferentes niveles de inclusión de harina de cúrcuma en la dieta.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Línea de Pollos Cobb 500®

Es una línea de pollos de engorde, reconocidos en el mundo por su extraordinaria eficiencia alimenticia y capacidad de desarrollarse con dietas bajas en nutrientes (Vantress, 2007). Se caracteriza por ser la más eficiente del mundo, al poseer menor conversión alimenticia, mayor tasa de crecimiento y la capacidad de desarrollarse con una nutrición de baja densidad y menor precio.

En el cuadro 1 se muestran los parámetros zootécnicos y sus promedios aproximados para esta línea de pollos.

Cuadro 1: Guía de desarrollo de pollos Cobb 500®

Edad (días)	Peso g	GD¹ G	GDP² g	CA³ g	CDA⁴ g	CAA⁵ g
7	185.23	28.15	26.33	409.51	34.96	167.07
14	465.35	53.12	33.14	528.91	68.10	542.53
21	943.87	78.09	44.95	573.86	111.23	1193.11
28	1529.53	85.81	54.48	636.51	152.09	2139.25
35	2193.27	99.43	62.65	694.62	189.32	3355.51
42	2860.20	93.07	68.10	760.45	216.10	4792.42

1: Ganancia diaria de peso; 2: Ganancia diaria promedio; 3: Conversión alimenticia; 4: Consumo diario de alimento, 5: Conversión alimenticia acumulada.

Fuente: Vantress (2012)

2.1.2. Alimentación de Pollos de la línea Cobb500®

De acuerdo con Vantress (2013), los componentes nutricionales básicos requeridos por las aves son: agua, aminoácidos, energía, vitaminas y minerales, los cuales son proporcionados a través de las dietas, con el objetivo de mantener un adecuado nivel de salud y producción.

En este tipo de explotaciones, la alimentación abarca cerca del 50 al 70% de los costos de producción, los que se encuentran relacionados con la cantidad y calidad del alimento ofrecido en función de mejorar la producción, también pudiera estar relacionado con que a lo largo del tiempo se han agregado diversas sustancias (secuestrantes de micotoxinas, antibióticos, probióticos, vitaminas, minerales, pigmentantes y colorantes), con la finalidad de conservar en mejor estado el alimento, contribuir en la buena salud y desenvolvimiento productivo del ave, y así obtener un buen producto y a gran escala (Ravindran, 2013).

En el caso de los pollos Cobb, según informaciones de Vantress (2018) el aumento de la proteína y los aminoácidos en la dieta de estos, aunque incrementa los costos de producción, contribuye al crecimiento acelerado y al mayor rendimiento de carne de pechuga.

La guía de requerimientos alimenticios necesarios para la línea Cobb 500 se muestran en el cuadro 2.

Cuadro 2: Requerimientos nutricionales recomendados para la línea Cobb

500®

		Inicio	Crecimiento	Terminación
EM	Kcal/kg	3023	3166	3202
PB	%	21.5	19.5	18.0
Aminoácidos digestibles				
Lisina	%	1.17	1.10	0.97
Metionina	%	0.50	0.48	0.43
Metionina + cistina	%	0.86	0.84	0.77
Treonina	%	0.85	0.80	0.73
Triptofano	%	0.21	0.19	0.17
Arginina	%	1.39	1.30	1.20
Minerales				
Calcio	%	0.90	0.88	0.84
Fósforo disponible	%	0.45	0.42	0.40
Sodio	%	0.20	0.17	0.16
Cloro	%	0.20	0.20	0.20
Potasio	%	0.65	0.65	0.65
Especificación Mínima				
Ácido linoléico	%	1.25	1.25	1.25
Colina	Mg/kg	400	350	300

EM; energía metabolizable, PB; proteína bruta

Fuente: Adaptado de Cobb Broiler Nutrition Guide (2003).

2.2. Pigmentación del pollo.

La pigmentación de la piel representa una de las características más importantes para el consumidor final a la hora de elegir y adquirir la carne,

debido a que el color se asocia directamente con la frescura del producto, calidad y salud del animal, así como un alto valor nutritivo y mejor sabor. De acuerdo con González y Vicente (2007) los alimentos en su forma natural y procesada, presentan un color característico bien definido mediante el cual el consumidor los identifica, por esto, el color que permite determinar el contenido de pigmentos de un producto, funciona como un índice de calidad.

Según Mollejo (2021), anteriormente los métodos tradicionales donde se criaban los animales en sistemas de semipastoreo, permitían a las aves tener acceso a insectos o plantas con elevado contenido de moléculas pigmentantes, sin embargo, los métodos actuales no permiten a las aves tener libre acceso a fuentes naturales de pigmentación. Por esta razón Arnaiz (2020) indicaron que se hace necesario adicionar en el alimento, pigmentantes sintéticos como cantaxantina (canthaxanthin, carotenoide perteneciente a la categoría de xantofilas, su número de aditivo alimentario es EE161g y/o de origen natural tales como caléndula (*Tagetes erecta*), achiote (*B. orellana*), o la cúrcuma.

2.2.1. Factores que afectan la pigmentación

La pigmentación de los pollos de engorde, según informaciones de Fernández (2015), no dependerá únicamente de las concentraciones y/o fuentes de pigmentos que se adicionen en el alimento, sino también de la interacción de una serie de factores, entre los que se incluye:

- A. Sexo:** Debido al contenido de grasa subcutánea, las hembras pigmentan mejor que los machos.
- B. Genética de la parvada:** No todas las parvadas tienen la misma eficiencia para pigmentar al grado deseable.
- C. Estado de Salud:** Cualquier enfermedad o patología que afecte la mucosa intestinal (enteritis y coccidiosis subclínica), disminuyen o impiden la correcta absorción de las xantofilas presentes en la alimentación de las aves.
- D. Factores nutricionales:** Los niveles, tipo y calidad de grasas presentes en la dieta, inciden directamente en la óptima absorción y fijación en la epidermis de las xantofilas, debido a que estas son lipofílicas (no son solubles en agua).

2.3. Aspectos generales de la Cúrcuma (*C. longa* L).

Originaria del suroeste de la India, también es conocida como azafrán de la India, es una planta herbácea perenne, con rizomas tuberosos de color anaranjado intenso que tienen el total protagonismo de la planta en cuanto a sus usos en el mercado o la industria (Saiz de Cos y Pérez, 2014).

Reconocida comúnmente por sus propiedades medicinales, es usada ampliamente como aromatizante de alimentos, tratamiento de afecciones cutáneas, hepáticas, digestivas y remedio contra el veneno de picaduras (Mesa *et al.*, 2000).

2.3.1. Taxonomía de la Cúrcuma

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Subclase	Zingiberidae
Orden	Zingiberales
Familia	Zingiberaceae
Genero	Curcuma
Especie	<i>C. longa</i> L.

Nombres comunes: Azafrán de la india, azafrán del pobre, palillo, yuquilla, turmérico, jengibrillo, palillo cholón, palillo chuncho, guisador.

2.3.2. Propiedades de la cúrcuma

Según Cabieses (1993) la cúrcuma posee alrededor de 6.3% de proteína, 5.1% de grasas y alrededor de 70% de carbohidratos. En su composición están presentes los pigmentos curcuminoideos, como la curcumina y sus derivados, los cuales según León (1987) poseen acción antiinflamatoria, antioxidante, antimutagénica, desintoxicante, anticarcinogénicas, antiespamódicas, anticoccidial, hepato-protectoras, neuro-protectoras, digestiva y antimicrobiana. Adicionalmente, se ha demostrado que la cúrcuma aumenta las secreciones de

mucina (protege el estómago) y la actividad de la lipasa pancreática, amilasa, tripsina y quimotripsina, por tanto mejora la digestibilidad de los alimentos. Existen también informes sobre el efecto inmuno modulatorio con un mayor recuento de eritrocitos y leucocitos, que restaura la reducción de la respuesta humoral (Mishra, 2016).

2.3.3. La cúrcuma en la alimentación del pollo de engorde

Durante los últimos años, se han realizado diversas investigaciones para determinar los efectos de la cúrcuma sobre los diferentes parámetros zootécnicos de importancia y en el desempeño productivo de las aves con la obtención de resultados positivos. Los informes disponibles indican que las diferentes concentraciones de cúrcuma empleadas en la dieta de los pollos producen incremento del peso corporal, mejor conversión alimenticia y disminución en el consumo de alimento (Segovia, 2020). En cuanto el efecto pigmentante de la curcumina (colorante natural obtenido de los rizomas de la cúrcuma) el estudio de Segovia (2020) mostró que la adición de 1.5% de harina de cúrcuma logró una pigmentación amarillenta en pollos de la línea Cobb 500. De igual forma Gamboa (2016) informó que la adición de 2.0% de cúrcuma en la dieta de los pollos, permite obtener una buena pigmentación y efectos positivos en parámetros como la ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento en canal.

Otros estudios sobre el efecto de diferentes concentraciones de cúrcuma en la pigmentación, concluyen que no hay efectos en el consumo de alimento y

ganancia de peso, pero en la pigmentación, los tratamientos con 0.7 a 1.0 % de harina cúrcuma, presentaron mayor eficiencia (Castañeda, 2018).

Por otro lado, Llerena (2016), obtuvo buenos resultados de pigmentación con el uso de 0.02, 0.03 y 0.04% de cúrcuma en la alimentación de los pollos parrilleros y mejor conversión alimenticia con el uso de 0.04%.

La investigación de Choque (2008), en pollos parrilleros con cuatro niveles de cúrcuma y achiote obtuvo mejores resultados en la pigmentación con la adición de 2% de cúrcuma, sin embargo, con adiciones iguales o superiores a 3% la pigmentación disminuyó y se produjo mayor mortalidad, mientras que con el mismo nivel de adición de achiote la pigmentación se mantuvo y no se presentaron efectos negativos en la mortalidad, debido a que dosis altas de este recurso pigmentante puede aumentar el riesgo de tener úlceras, estimula la vesícula biliar, también puede dañar al hígado cuando se consumen en dosis altas y por periodos prolongados.

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. Ubicación geográfica

El ensayo fue realizado en el módulo de producción avícola de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá, ubicado en la latitud norte: 8° 22' 11" y longitud oeste 82° 21' 49", corregimiento de Chiriquí, Distrito de David, Provincia de Chiriquí, República de Panamá. Según datos de ETESA

(2022) la temperatura mensual promedio es de 27.2°C y la humedad relativa promedio de 75.7%.

3.2. Población experimental y tratamientos.

Para el estudio se utilizaron 60 pollos machos de la línea Cobb 500® con un día de nacidos, distribuidos al azar en cuatro tratamientos experimentales correspondientes a tres niveles de cúrcuma y un tratamiento control, cada tratamiento contó con tres repeticiones de cinco animales. En el caso de los tratamientos con adición de harina de cúrcuma, la misma se mezcló de manera homogénea con el alimento concentrado y se ofreció de tal forma que el máximo de consumo por animal, no excediera los 2.0 g diarios de cúrcuma por kg de peso. Los tratamientos empleados correspondieron a:

- **Tratamiento Control (T0):** sin inclusión de cúrcuma.
- **Tratamiento 1 (T1):** inclusión de **0.5%** de cúrcuma.
- **Tratamiento 2 (T2):** inclusión de **1.0%** de cúrcuma.
- **Tratamiento 3 (T3):** inclusión de **1.5%** de cúrcuma.

3.3. Dietas experimentales

Las dietas utilizadas en este estudio (cuadro 3) son las que se suministran normalmente en las diferentes etapas productivas del programa avícola de esta unidad académica. La harina de cúrcuma, se obtuvo de manera comercial en presentación para consumo humano.

Cuadro 3: Composición porcentual y costos de la dieta formulada para la etapas de inicio, crecimiento y engorde.

INICIO	Cantidad (lb)	Valor unitario.	T0 (0.0)	T1 (0.5)	T2 (1.0)	T3 (1.5)
Maíz quebrado	54.75	0.23	54.75	54.47	54.2	53.92
Pulidura de arroz	9.18	0.13	9.18	9.13	9.08	9.04
Harina de soya	33	0.34	33	32.83	32.67	32.5
Antibiótico premix	0.22	0.00	0.22	0.21	0.21	0.21
Coccidiostato	0.05	5.42	0.05	0.04	0.04	0.04
Cap. Micotox	0.25	2.55	0.25	0.24	0.24	0.24
Biofos	0.4	0.54	0.4	0.39	0.39	0.39
Calcita	0.8	0.06	0.8	0.79	0.79	0.78
Levadura	0.25	0.98	0.25	0.24	0.24	0.23
Lisina	0.25	1.18	0.25	0.24	0.24	0.23
Methionina	0.25	1.82	0.25	0.24	0.24	0.23
Premezcla pollos	0.25	2.25	0.25	0.24	0.24	0.23
Sal cruda	0.35	0.11	0.35	0.34	0.34	0.34
Harina de cúrcuma	0.00	4.29	0	0.5	1	1.5
Costo			27.73	29.58	31.61	33.62
CRECIMIENTO						
CRECIMIENTO	Cantidad (lb)	Valor unitario.	T0 (0.0)	T1 (0.5)	T2 (1.0)	T3 (1.5)
Maíz quebrado	56	0.23	56	55.72	55.44	55.16
Pulidura de arroz	11.5	0.13	11.5	11.44	11.39	11.33
Harina de soya	28.3	0.34	28.3	28.16	28.02	27.88
Grasa vegetal	1.25	0.59	1.25	1.24	1.24	1.23
Antibiótico premix	0.25	0.00	0.25	0.25	0.25	0.25
Coccidiostato	0.25	2.55	0.25	0.25	0.25	0.25
Cap. Micotox	0.25	5.42	0.25	0.25	0.25	0.25
Biofós	0.25	0.54	0.25	0.25	0.25	0.25
Calcita	0.75	0.06	0.75	0.75	0.74	0.74
Levadura	0.25	0.98	0.25	0.25	0.25	0.25
Lisina	0.25	1.18	0.25	0.25	0.25	0.25
Methionina	0.25	1.82	0.25	0.25	0.25	0.25
Premezcla pollos	0.25	2.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Sal cruda	0.4	0.11	0.40	0.40	0.40	0.39
Harina de cúrcuma	1.0	4.29	0	0.50	1.0	1.5
Costo			28.51	30.51	32.51	34.51

ENGORDE	Cantidad (lb)	Valor unitario.	T0 (0.0)	T1 (0.5)	T2 (1.0)	T3 (1.5)
Maíz quebrado	58.1	0.23	58.1	57.81	57.52	57.23
Pulidura de arroz	12	0.13	12	11.94	11.88	11.82
Harina de soya	25.75	0.34	25.75	25.62	25.49	25.36
Grasa vegetal	2.5	0.59	2.5	2.49	2.48	2.46
Cap. Micotox	0.25	2.55	0.25	0.25	0.25	0.25
Biofos	0.45	0.06	0.45	0.45	0.45	0.44
Calcita	0.1	0.54	0.1	0.10	0.10	0.10
Levadura	0.25	0.98	0.25	0.25	0.25	0.25
Premezcla pollos	0.25	2.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Sal cruda	0.35	0.11	0.35	0.35	0.35	0.34
Harina de cúrcuma	1.50	4.29	0	0.50	1.00	1.50
Costo			26.72	28.72	30.74	32.75

El proceso de preparación de la dieta se realizó en la planta de alimentos de esta unidad, y una vez preparada, se mezcló de forma manual con la cúrcuma (Figura 5), en las cantidades requeridas para cada tratamiento.

3.4. Actividades realizadas en campo

3.4.1. Delimitación de las parcelas experimentales

Se delimitaron 12 parcelas experimentales (corrales) de 4.0m² (2.0 x 2.0m), tal como se aprecia en la Figura 1.



Figura 1: Delimitación de las parcelas experimentales.

3.4.2. Adecuación de las parcelas experimentales.

Una vez delimitadas las parcelas experimentales, se realizaron adecuaciones tales como desinfección de la galera (Figura 2), esparcimiento de la cascarilla de arroz en cada una de las parcelas para formar camas de aproximadamente 20 a 30 cm de espesor (Figura 3), instalación de cortinas para el control del viento y temperatura, adecuación de focos como fuente de calor e instalación de comederos y bebederos. Todas estas adecuaciones fueron realizadas previo a la entrada de los animales.



Figura 2: Fumigación y desinfección de parcelas, antes de la entrada de los animales.



Figura 3: Adición de cascarilla de arroz, dentro de las parcelas experimentales.

3.4.3. Manejo sanitario.

Las unidades experimentales llegaron con un día de edad (Figura 4). Se tomó una muestra representativa del 40% de la población, correspondiente a 24 animales, los cuáles fueron pesados con el objetivo de conocer el peso inicial

promedio antes de aplicar los tratamientos. Seguidamente se inició el manejo sanitario (cuadro 4) de acuerdo con el procedimiento estándar que maneja el programa avícola de la FCA.

Cuadro 4: Manejo sanitario según el procedimiento estándar de la FCA.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Agua + azúcar	■																			
Electrolito Chicklyte® ¹	■							■												
Vitamina Chickvit B		■	■	■	■															
Vacuna Gumboro ¹			■																	
Antibiótico Amoxycol ²								■	■	■										
Vacuna Newcastle															■					
Vitamina Nemovit ¹																■	■	■	■	■
Vacuna Viruela aviar																				■

¹ Se suministró a través del agua; ² A razón de 1 cucharada por galón



Figura 4: Ingreso de las aves a las parcelas experimentales

Desde el día uno hasta el final del estudio, se suministró a los animales agua limpia y concentrado a voluntad. El consumo de alimentos (Figura 7) se registró diariamente y de manera semanal se pesó el 40% de las aves, para conocer el peso promedio por tratamiento, y poder evaluar el comportamiento productivo.



Figura 5: Preparación de la ración de alimento con adición de cúrcuma.



Figura 6: Alimentación de los pollos, después del respectivo pesaje del alimento.

3.5 Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), en el cual se distribuyeron 60 animales en cuatro tratamientos (T0, T1, T2 y T3) y tres repeticiones de cinco animales cada una (Figura 7), con un total de 24 animales muestreados por semana.

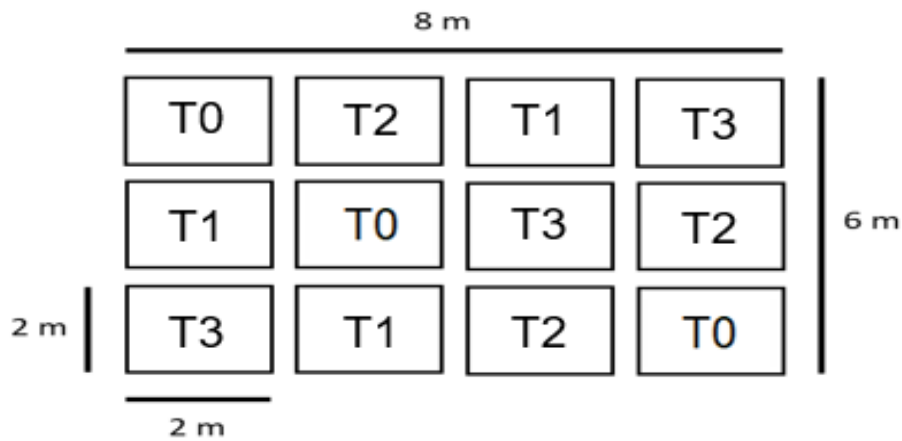


Figura 7: Diagrama de distribución al azar de cada tratamiento.

3.5.1 Análisis Estadístico.

Los resultados obtenidos fueron registrados en el programa Excel (versión 2013). El análisis de los datos incluyó pruebas de normalidad (Shapiro & Wilk 1965) y homocedasticidad (Levene 1960). Los parámetros que cumplieron estos supuestos fueron sometidos a análisis de varianza (ANOVA) y prueba de rangos múltiples de Tukey-Kramer (Kramer 1956), los que no cumplieron con uno o ambos supuestos fueron analizados mediante las pruebas de Kruskal

Wallis y Wilcoxon empleando el software estadístico Infostat (Di-Rienzo *et al.* 2015).

3.6 Variables evaluadas

A. Ganancia de peso: Se realizaron pesajes semanalmente al 40.0% de la población de cada tratamiento.

$$\text{Ganancia de Peso (g)} = \text{Peso final (g)} - \text{Peso inicial (g)}$$

B. Nivel de consumo (N.C): Cantidad de concentrado ingerido por el animal. Se obtuvo de la relación entre el alimento fresco ofrecido diariamente, y el alimento rechazado el cual se pesó al final de cada etapa.

$$\text{Nivel de consumo (g)} = \text{Alimento ofrecido (g)} - \text{Alimento Rechazado (g)}$$

C. Conversión Alimenticia (C.A.): Relación entre el consumo de alimento y la ganancia de peso que tiene el animal en un periodo de tiempo determinado, que en este caso correspondió a cada etapa.

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{Consumo de alimento (g)}}{\text{Ganancia de peso corporal (g)}}$$

D. Mortalidad: Relación entre el número de animales fallecidos y el total de animales al inicio del estudio. Se revisó diariamente la contabilidad y se registró el número de animales fallecidos.

$$\% \text{ Mortalidad} = \frac{\text{Aves muertas}}{\text{Total de aves}} \times 100$$

E. Medición colorimétrica de la piel: Se empleó un colorímetro digital para medir las diversas coloraciones de la piel de los pollos. De acuerdo con Hernández (2018), es la medición matemática de la reflexión de un haz de

luz, de intensidad conocida, por medio de un fotocolorímetro que descompone la luz refractada en 3 dimensiones, en rojos, amarillos y luminosidad, lo que permite dar un valor numérico a cada color, en forma independiente de la apreciación humana. Este mismo autor indicó que el principio de la técnica de fotometría de reflectancia se basa en la emisión de un haz de luz, el cual incide sobre el objeto evaluado y registra el color que “refleja” dicho objeto, de ahí el nombre de colorímetro de reflectancia. El color es detectado por medio de fotoceldas, las cuales actúan como la retina del ojo humano. La medición se realizó en el 40% de la población que corresponde a 24 animales muestreados al final del ciclo. Se consideró la evaluación de presencia del color rojo ya que tanto en la yema de huevo como en la piel del pollo a medida que aumenta la concentración de pigmento, el color pasa de amarillo a naranja a rojo (Fletcher, 1989).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ETAPA 1: DE 0 A 21 DÍAS (INICIO)

En esta etapa no hubo diferencia significativa ($p>0.05$) para las diferentes variables estudiadas (Cuadro 5), lo que indicó que las variables en estudio no fueron afectadas por la inclusión de niveles crecientes de cúrcuma durante las tres primeras semanas de vida.

Cuadro 5: Parámetros productivos de pollos de engorde alimentados con adición de cúrcuma, durante la etapa 1.

	ETAPA 1 DE 0 A 21 DÍAS (INICIO)				
TRATAMIENTOS	PI (g)	PV (g)	GDP (g)	NC (g)	CA
T0 (0%)	40.17	498.17 ^a	458.00 ^a	667.73 ^a	1.45 ^a
T1 (0.5%)	42.50	468.50 ^a	426.00 ^a	773.44 ^a	1.81 ^a
T2 (1.0%)	42.67	479.17 ^a	436.50 ^a	692.96 ^a	1.58 ^a
T3 (1.5%)	39.83	500.50 ^a	460.67 ^a	704.01 ^a	1.52 ^a
p		0.16	0.19	0.09	0.47

PI: peso inicial, **PV:** peso vivo, **GDP:** ganancia de peso, **NC:** nivel de consumo, **CA:** conversión alimenticia

Los resultados obtenidos concuerdan con lo encontrado en diferentes investigaciones por autores como Gamboa (2016) quien evaluó la inclusión de 1 y 2% de cúrcuma como aditivo (pigmentante natural) en dietas a base de sorgo, indicó que durante la etapa de 0 a 21 días, el peso inicial, ganancia de peso, conversión alimenticia y mortalidad, no fueron afectados de manera significativa por la inclusión de cúrcuma. Choudhury *et al.*, (2017) señalaron que durante la primera y segunda semana de vida de pollos alimentados con

inclusiones hasta 0.75% de harina de cúrcuma no se presentan diferencias significativas en la variable de peso corporal. No obstante, Llerena (2016) encontró diferencias significativas en las etapas de inicio y crecimiento para el consumo de alimento, aunque no hubo diferencias entre los tratamientos (0.0%, 0.02%, 0.03% y 0.04% de harina de cúrcuma); sin embargo, en la tasa de conversión alimenticia se presentaron diferencias significativas, el tratamiento con adición de 0.04% de harina de cúrcuma fue aquel que mostró el mejor índice de conversión alimenticia y por tanto mejores ganancias económicas, aspecto que confirma además, que se pueden obtener índices de conversión alimenticia superiores a 2 durante esta etapa. Adicionalmente, autores como Segovia (2020) determinaron también que después de la segunda semana del ciclo, el peso vivo (PV, g) aumentó en los tratamientos con adición de 0.5, 1.0 y 1.5% de harina de cúrcuma; la inclusión de 1.5 % de cúrcuma presentó el mayor incremento del PV, el cual se aceleró a partir de la quinta semana, concluyeron que la adición de harina de cúrcuma es efectiva para obtener mayores incrementos del peso vivo.

4.2. ETAPA 2: 21 A 42 DÍAS (CRECIMIENTO)

Los resultados de la etapa 2 (cuadro 6) muestran diferencias significativas ($p > 0.05$) solamente para la variable nivel de consumo (NC), dichas diferencias se presentan en el nivel alto de cúrcuma (T3, 1.5%) con respecto al resto de los tratamientos, sin embargo, no afectó la conversión alimenticia. Estas

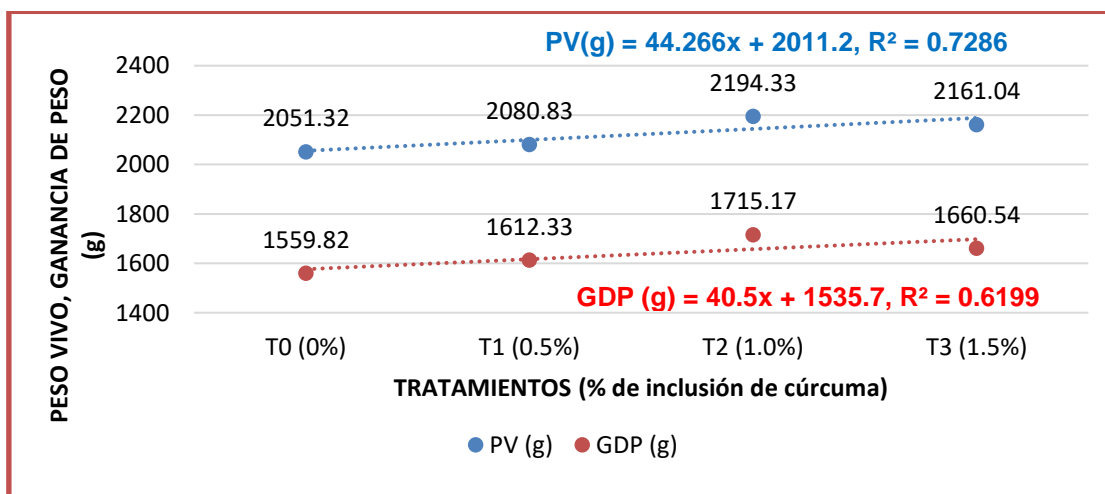
diferencias fueron de 10.60, 16.80 y 9.04% para T0, T1 (0.5) y T2(1.0), tratamientos control, nivel bajo e intermedio de cúrcuma, respectivamente.

Cuadro 6: Parámetros productivos de pollos de engorde alimentados con adición de cúrcuma, durante la etapa 2, o de crecimiento.

ETAPA 2 DE 21 A 42 DÍAS (CRECIMIENTO)				
TRATAMIENTOS	PV (g)	GDP (g)	NC (g)	CA
T0 (0%)	2051.32 ^a	1559.82 ^a	2562.43 ^a	1.64 ^a
T1 (0.5%)	2080.83 ^a	1612.33 ^a	2753.69 ^a	1.70 ^a
T2 (1.0%)	2194.33 ^a	1715.17 ^a	2519.01 ^a	1.46 ^a
T3 (1.5%)	2161.04 ^a	1660.54 ^a	2291.31 ^b	1.37 ^a
p	0.05	0.34	0.02	0.76

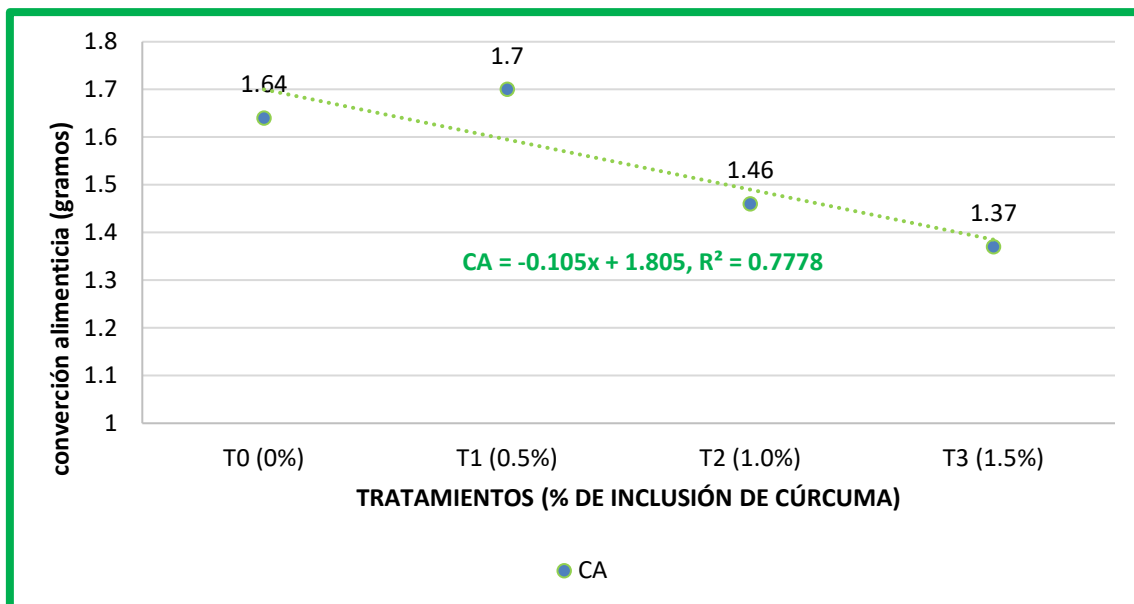
PV: peso vivo, GDP: ganancia de peso, NC: Nivel de consumo, CA: conversión alimenticia.

Aunque la variables PV y GDP (Gráfica 1) no presentan diferencias significativas ($p > 0.05$), los tratamientos con adición de cúrcuma presentaron valores promedios superiores al control en 4.40 y 6.60% respectivamente.



Gráfica 1: Efecto de la inclusión de cúrcuma en la dieta sobre el peso vivo y la ganancia de peso de pollos de carne de 21 a 42 días.

También se observa que independientemente que no hubo diferencias significativas para la variable CA (Gráfica 2), los niveles medio y alto de cúrcuma presentan las mejores conversiones.



Gráfica 2: Efecto de la inclusión de cúrcuma en la dieta sobre conversión alimenticia de pollos de carne de 21 a 42 días.

De manera general, respecto al control, los niveles de cúrcuma mostraron una variación de aproximadamente 8.0%, comportamiento que pudo estar relacionado a un efecto en el tracto digestivo (microvellosidades presentes en el duodeno) que mejoran la absorción de nutrientes y por consiguiente tiene efectos en la conversión alimenticia (Choque, 2008). Por su parte, la GDP (g) mostró que los tratamientos con cúrcuma son 6.20% superiores al testigo.

Adrianzén (2000) y Morán (2014) informaron ligeras reducciones en el consumo de alimentos, debido al efecto fitobiótico de la cúrcuma; de igual manera Clavo (2015) indicó que la adición de cúrcuma, junto a otras especias como romero (*Rosmarinus officinalis*) y canela (*Cinnamomum zeylanicum*), en la dieta para pollos Cobb 500 mostraron un consumo inferior de alimento en comparación con el testigo; sin embargo, Espinoza (2019) informa que no se presenta tal disminución, y en caso contrario con la adición de 0.1 de cúrcuma se logran consumos superiores al tratamiento testigo.

Por otra parte, los demás parámetros estudiados durante esta etapa, no presentaron diferencia significativa, lo cual no concuerda, con lo encontrado por Choudhury *et al.*, (2017), quienes señalan que a partir de la tercera semana, las dietas con adición de 0.5% y 0.75% de cúrcuma en polvo, encontraron hasta un 9% más de peso vivo en comparación con el tratamiento testigo.

4.3 ETAPA 3: 42 A 49 DÍAS (ENGORDE)

El cuadro 7 muestra que durante esta etapa, las variables estudiadas no fueron afectadas ($p > 0.05$) por los niveles crecientes de harina de cúrcuma. Esta es la etapa de terminado y afinamiento del pollo, se infiere que respecto a las fases anteriores, su GDP (g) fue 2.64% por día. Este comportamiento indicó que los tratamientos no fueron determinantes para aumentar o disminuir los índices de producción de la parvada de aves durante esta etapa. Sin embargo, se observa

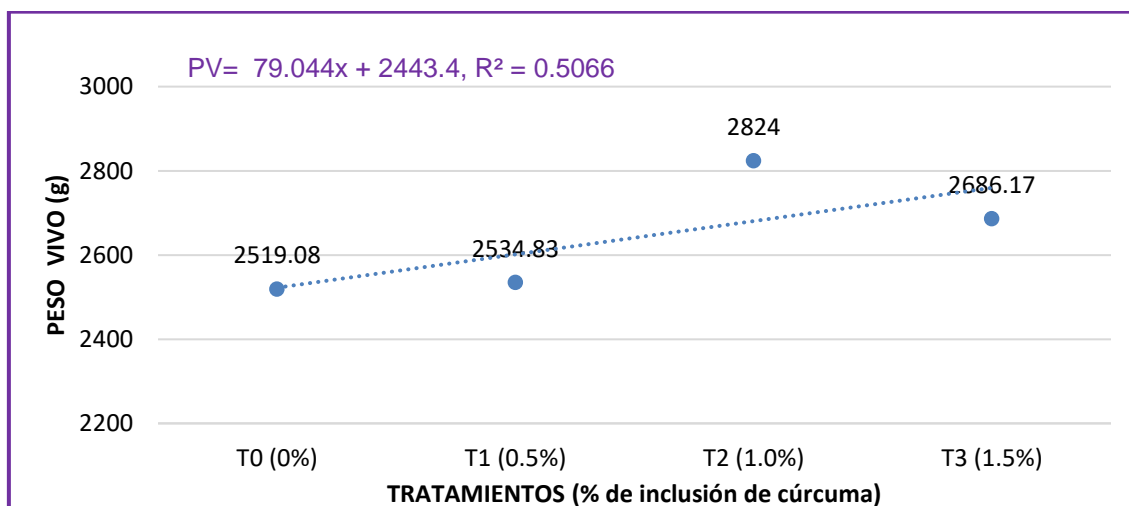
que los mejores valores para las variables en estudio fueron para el nivel intermedio, T1.0% de cúrcuma.

Cuadro 7: Parámetros productivos de pollos de engorde alimentados con adición de cúrcuma, durante la etapa 3, o de engorde.

ETAPA 3 DE 42 A 49 DÍAS (ENGORDE)				
TRATAMIENTOS	PV (g)	GDP (g)	NC (g)	CA
T0 (0%)	2519.08 ^a	467.76 ^a	1186.08 ^a	2.53 ^a
T1 (0.5%)	2534.83 ^a	454.00 ^a	1346.00 ^a	2.96 ^a
T2 (1.0%)	2824.00 ^a	629.67 ^a	1194.00 ^a	1.89 ^a
T3 (1.5%)	2686.17 ^a	525.13 ^a	1214.67 ^a	2.31 ^a
p	0.54	0.0001	0.07	0.01

PV: peso vivo, GDP: ganancia de peso, NC: Nivel de consumo, CA: conversión alimenticia

La variación en el PV (gráfica 3) fue mayor en los tratamientos con el aditivo natural, su incremento promedio fue de 6.45% respecto al testigo.



Gráfica 3: Efecto de la inclusión de cúrcuma en la dieta sobre el peso vivo (PV) de pollos de carne de 42 a 49 días.

En la GDP, los tratamientos con el aditivo natural mostraron una variación de 14.65% en comparación con la dieta control. El mejor valor obtenido en el nivel 1.5% fue superior al tratamiento testigo, nivel bajo y nivel alto de harina de cúrcuma con valores de 34.6%, 38.7 y 20.0%, respectivamente.

Por su parte, en el NC(g) y CA(%), los mejores resultados fueron para el nivel medio de harina de cúrcuma, lo que indicó que los animales sometidos a este tratamiento mostraron menor consumo y mayor eficiencia de conversión del alimento. La variación del nivel intermedio respecto al testigo fue de 25.3%. En la nutrición de pollos, este comportamiento pareciera estar relacionado con el efecto fitobiótico de la cúrcuma, el cual favorece la palatabilidad (Brenes y Roura, 2010), el crecimiento bacteriano beneficioso en las partes bajas del tracto gastrointestinal, efecto que mejora la digestión de nutrientes y por consiguiente el peso del animal (Hernández *et al.*, 2004). Los informes disponibles indican que las diferentes concentraciones de este aditivo, producen incremento del peso corporal, mejor conversión alimenticia y disminución en el consumo de alimento, así como también el incremento de esencias oleosas que activan componentes que poseen actividades antimicrobiales, antifungales y antioxidantes y, consecuentemente, podrían mejorar en el ave la utilización de nutrimentos de la dieta.

Los resultados obtenidos en esta etapa coinciden con lo informado por Clavo (2015), quien describió que los tratamientos con adición de harina de cúrcuma,

fueron superiores al testigo en la etapa de acabado o engorde. Sin embargo, en este estudio no se encontraron diferencias ($p>0.05\%$) en la GDP, lo que se contradice con Mondal *et al.*, (2015) quienes encontraron que el mejor nivel fue el 0.5% de cúrcuma en la dieta.

Con dietas a base de otros recursos energéticos (sorgo) y diferentes niveles de cúrcuma, Gamboa (2016), encontró que el PV al final del ciclo productivo del pollo fue mayor para el tratamiento con 2.0% y menor para el testigo, lo que indica la versatilidad de este aditivo natural para interactuar con diferentes ingredientes y mantener su efecto fitobiótico.

4.4. CICLO COMPLETO

Al analizar el ciclo completo de producción (cuadro 8), se observa que los niveles de cúrcuma no tienen efecto ($p>0.05$) en la ganancia media diaria, peso final y tampoco en la conversión alimenticia. De acuerdo a Cobb-Vantress (2012), el manual de manejo de la línea Cobb 500 indica que el peso de las aves a los 49 días de vida debería ser de 3369 g, sin embargo, en esta investigación fue de 2641 g, aproximadamente 22.0% menos que el estándar para esta línea. Este comportamiento puede atribuirse a las condiciones de temperatura humedad (ITH) predominantes en el área donde se desarrolló el experimento las cuáles mantuvieron temperaturas sostenidas diarias superiores a los 31°C y humedad relativa superiores a 75%. Bajo estas condiciones se conoce que en las aves reducen su consumo de alimentos para ajustar la

producción de calor metabólico. Estas condiciones adversas produce efectos directos en el desempeño del ave que perjudican la ganancia de peso, conversión alimenticia y la función inmune (Díaz, 2008).

Cuadro 8: Parámetros productivos de pollos de engorde alimentados con adición de cúrcuma, durante el ciclo completo.

TRATAMIENTOS	CICLO COMPLETO			
	PV (g)	GDP (g)	NC (g)	CA
T0 (0%)	2519.08 ^a	2478.92 ^a	4416.24 ^a	1.78 ^a
T1 (0.5%)	2534.83 ^a	2492.67 ^a	4873.13 ^a	1.95 ^a
T2 (1.0%)	2824.00 ^a	2780.67 ^a	4405.98 ^a	1.58 ^a
T3 (1.5%)	2686.17 ^a	2646.83 ^a	4209.99 ^b	1.59 ^a
p	0.54	0.56	0.31	0.66
PV: peso vivo, GDP: ganancia de peso, NC: Nivel de consumo, CA: conversión alimenticia				

En esta etapa sólo se observó diferencia significativa ($p < 0.05$) en la variable nivel de consumo (NC) el cual fue menor para el tratamiento con el mayor nivel de inclusión de cúrcuma (1.5%). Por su parte, este tratamiento fue 4.67, 13.61 y 4.45% menor con respecto a T0, T1 y T2. En promedio, los resultados obtenidos en esta variable coinciden con descrito por Sánchez (2019), quien al evaluar niveles crecientes de cúrcuma similares a los de este estudio, encontró que el tratamiento control mostró los menores valores.

La GDP (gráfica 4) en el ciclo completo fue superior para los niveles crecientes de cúrcuma con valores promedio de 2640.0 gramos, mientras que el tratamiento control fue 6.45% menor. Estos resultados pudieran atribuirse a las propiedades de la cúrcuma, especialmente al efecto fitobiótico de este aditivo

natural. Arslan *et al.*, (2017) resaltan que con dosis de hasta 1.5% de cúrcuma se mejoran los valores de GDP, y CA; comportamiento que corresponde con los resultados obtenidos.

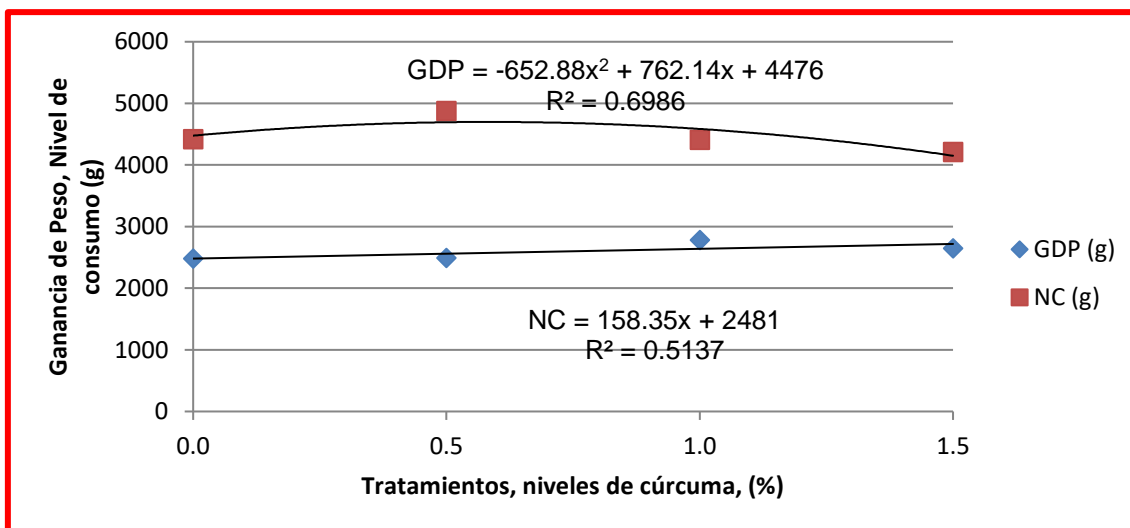


Gráfico 4: Efecto de la inclusión de cúrcuma en la dieta sobre la ganancia de peso (GDP) y nivel de consumo (NC) de pollos de carne de 1 a 49 días.

Estos resultados fueron superiores a los obtenidos por Espinoza (2019) el cual informa que la adición de cúrcuma presenta una ganancia de peso hasta 1.5% más que el tratamiento testigo. Por su parte la GDP también fue superior a la descrita por Clavo (2015), quien informó que los tratamientos con cúrcuma producen GDP 3.4% superiores al control. Sin embargo, este estudio contrasta con lo señalado por Segovia (2020) quien expone que el mayor incremento del peso se obtiene con la adición de 1.5% de harina de cúrcuma. También difiere de lo señalado por Mondal *et al.*, (2015) quienes concluyen que el polvo de

cúrcuma suplementado a un nivel de 0.5% tiene el mayor efecto positivo en el aumento del peso corporal. Respecto a la CA (gráfica 5), Se observa que los menores valores corresponden a los niveles medio y alto de harina de cúrcuma. Entre los tratamientos con los niveles bajo y medio de cúrcuma estos presentan 467.15 g de diferencia, sin embargo no se encontraron diferencias significativas, efecto que pudiera estar relacionado con errores en el manejo de la información, imprecisión de los equipos de pesaje entre otros.

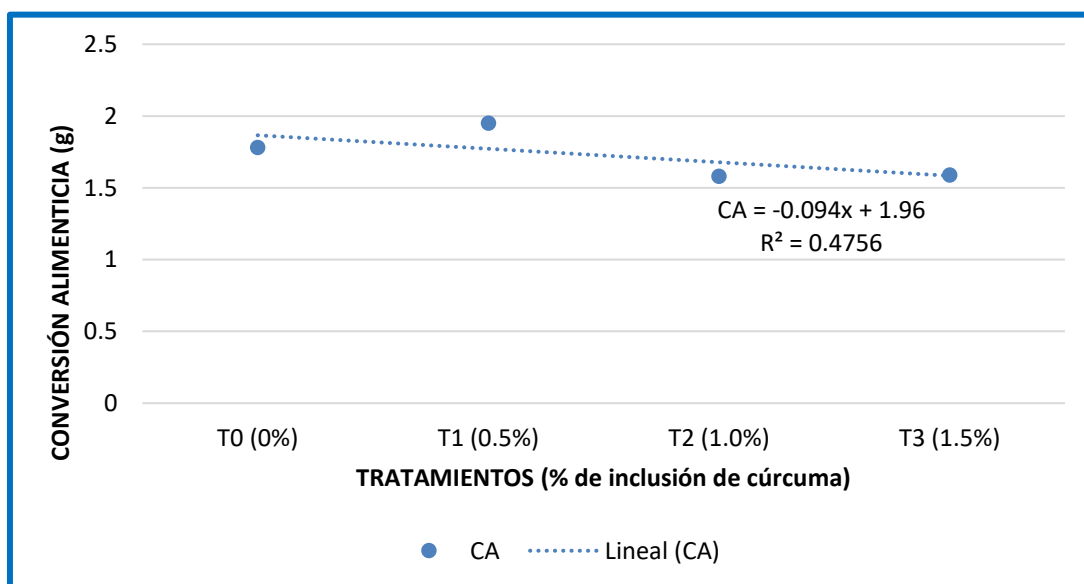


Gráfico 5: Efecto de la inclusión de cúrcuma en la dieta sobre la conversión alimenticia (CA) de pollos de carne de 1 a 49 días.

4.5. MEDICIÓN COLORIMÉTRICA DE LA PIEL

Diversas investigaciones sobre la adición de cúrcuma en pollos han indicado resultados positivos en la pigmentación de la piel. Como se observa en el

cuadro 9 los resultados de este estudio no presentan efectos significativos de la cúrcuma ($p=0.05$) en el comportamiento de la pigmentación de la piel de los animales vivos.

Los valores colorimétricos de este estudio toman el color rojo como referente a la tonalidad amarilla intensa. Las muestras tomadas fueron seleccionadas del área de pechuga y muslos debido a que estas tienen mayor demanda comercial.

Cuadro 9: Pigmentación de la piel en los pollos vivos.

COLOR DE POLLOS VIVOS	
TRATAMIENTOS	ROJO
T0	212.50 ^a
T1	192.67 ^a
T2	194.17 ^a
T3	186.83 ^a

La pigmentación de la piel de los animales sacrificados (Cuadro 10) presentó diferencias significativas ($p<0.05$), sin embargo, los tratamientos T1 y T2 mostraron un comportamiento similar. Los resultados de este estudio mostraron que al incrementar el nivel de cúrcuma la coloración de la piel aumentó, y fue mayor para el T3 con mayor presencia de rojo. Naturalmente los pollos Cobb tienen la piel amarilla, por ello como lo señalan Teeter y Wiernusz (2003) al eliminar toda fuente de pigmento de su alimentación, producirán una piel blanca, razón por la cual la utilización de cúrcuma produce efectos positivos en la pigmentación de su piel.

Cuadro 10: Pigmentación de la piel de los pollos sacrificados.

COLOR DE LA PIEL DE LOS POLLOS	
TRATAMIENTOS	ROJO
T0	191.50 ^c
T1	202.50 ^b
T2	209.17 ^b
T3	221.67 ^a

Los resultados obtenidos en este estudio, muestran coincidencia con el estudio de Segovia (2020) quien en pollos parrilleros con una dieta base y 1.5 % de harina de cúrcuma, encontró una pigmentación amarilla intensa, a diferencia de los demás tratamientos incluido el testigo. A su vez también coinciden con Adrianzén (2000) y Pérez (2000) quienes señalan que la inclusión de cúrcuma, como fuente de pigmentantes para la piel de pollos de carne refleja resultados positivos en la pigmentación.

Respecto a la pigmentación de la carne de los animales sacrificados (Cuadro 11) se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$), donde el color se incrementa conforme se aumenta el nivel de cúrcuma. Con relación a los demás tratamientos, el nivel alto de cúrcuma fue mayor en 19.54, 15.84 y 8.77% para T0, T1 y T2 respectivamente. Este efecto se relaciona con la presencia del componente llamado curcumina, el principal pigmento amarillo que posee la cúrcuma el cual es soluble en grasas, y es responsable de la coloración amarillo-naranja.

Cuadro 11: Pigmentación de la carne de los pollos.

COLOR DE LA CARNE	
TRATAMIENTOS	ROJO
T0	166.67 ^d
T1	178.83 ^c
T2	189.00 ^b
T3	207.17 ^a

Estos resultados coinciden con lo expuesto por Castañeda (2018), que obtuvo mejores resultados de la coloración de carne, con inclusiones de 1.0 % y 0.7 % de cúrcuma. Autores como Rajput *et al.*, (2013), encontraron que la intensidad del color de la piel de la pierna y la pechuga fue mayor en los pollos de engorde suplementados con luteína, seguido por los pollos suplementados con curcumina, en comparación con el control; sin embargo, en el caso del color de la carne del muslo, en las aves suplementadas con curcumina fue más fuerte, que en las aves suplementadas con luteína.

Por su parte, Johannah *et al.*, (2018) demostraron que la adición de 1.0% de extracto de cúrcuma causó una ligera pigmentación amarilla de la piel de los pollos, pero sin ningún efecto en el color de la carne, lo que no coincide con lo encontrado en este estudio, donde la carne de los tratamientos con adición de cúrcuma presentó mayor pigmentación comparado con el control.

Ramos (2018) estudió diferentes niveles de cúrcuma en una ración para pollos de engorde y observó efectos pigmentantes, con una dosis de 0.2% de

cúrcuma en el alimento y obtuvo el valor más alto en cuanto a pigmentación de tarso, pico y pecho, seguido de una dosis de 0.15 % y 0.1%. Similarmente, Choque (2008) refleja que la adición de cúrcuma en la ración de los pollos parrilleros, logró la mayor pigmentación de la carne con la adición de 2,0% de cúrcuma, e indicó el 3.0% de inclusión de cúrcuma como límite de uso. EBSCO (2003) señala que en dosis altas, superiores a 3% la cúrcuma estimula la vesícula biliar, y según indicios los extractos de cúrcuma, pueden ocasionar daños en este órgano, cuando se consume por periodos prolongados.

V. CONCLUSIONES

- Durante las etapas de inicio y engorde, la adición de cúrcuma no influye en las variables productivas consideradas en este estudio, sin embargo, en la etapa de crecimiento y durante el ciclo completo disminuye el alimento consumido.
- Los niveles de cúrcuma no afectaron la pigmentación de la piel de los pollos vivos, pero si la piel y la carne de los animales sacrificados.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar mayores estudios que complementen la información encontrada en esta investigación, tomando en cuenta un mayor número de unidades experimentales.
- Realizar investigaciones que permitan evaluar el efecto de la adición de cúrcuma en los diferentes parámetros zootécnicos de diversas líneas comerciales de pollos.
- Replicar este estudio, evaluando el efecto de la cúrcuma sobre la coloración de la yema de huevo.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adrianzén, E. (2000). Azafrán de la India (*Curcuma longa*) en la pigmentación del pollo de carne. Tesis Ingeniero Zootecnista. Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.

- Arnaiz, V. (2020). Alternativas de pigmentos sintéticos para uso en dietas de pollos. Disponible en <https://actualidadavipecuaria.com/alternativas-de-pigmentos-sinteticos-para-uso-en-dietas-de-pollos/>

- Arslan, M., Haq, A., Ashraf, M., Iqbal, J., & 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), 1-5. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/315744245_Effect_of_Turmeric_Curcuma_longa_Supplementation_on_Growth_Performance_Immune_Response_Carcass_Characteristics_and_Cholesterol_Profile_in_Broilers

- Brenes, A., and E. Roura. (2010). Essential oils in poultry nutrition: Main effects and modes of action. *Anim. Feed Sci. Tech.* 158:1–14.

- Castañeda, G. (2018). Efecto de tres concentraciones de *Cúrcuma longa* L. "Palillo" en la pigmentación de pollos broiler en Pucallpa. Disponible en <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6526/1/UPSE-TIA-2021-0128.pdf>

- Choque Yaulu, R. (2008). Evaluación de la adición de cuatro niveles de cúrcuma (*Curcuma longa* L.) y achiote (*Bixa Orellana*), en la ración para la pigmentación de la carne de pollos parrilleros. Tesis Ingeniero agrónomo. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/4527/T-1254.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Choudhury, D., Mahanta, J., Sapkota, D., Saikia, B., & Islam, R. (2017). Effect of dietary supplementation of turmeric (*Curcuma longa*) powder on the performance of commercial broiler chicken. *International Journal of Livestock Research*. 8. 1. 10.5455/ijlr.20171129032810. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/325759928_Effect_of_Dietary_Supplementation_of_Turmeric_curcuma_longa_Powder_on_the_Performance_of_Commercial_Broiler_Chicken

- Clavo Majuan, E. (2015). Cúrcuma (*Curcuma longa*), Romero (*Rosmarinus officinalis*) y Canela (*Cinnamomum zeylanicum*), en proporción 50: 30: 20, en la dieta de pollos de carne. Tesis Ingeniero Zootecnista. Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú Disponible en <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/4037/BC- TES-TMP-2861.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cobb Guide (2003) Broiler Nutrition Guide. Disponible en www.cobb-vantress.com
- Cobb 500-Vantress, (2012). Suplemento Informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde. 30 abril, p. 3.
- Díaz, J., (2008). Evaluación de la pigmentación cutánea del pollo de engorda alimentado con diferentes niveles de energía metabolizable. Centro de Enseñanza Investigación y Extensión en Producción Avícola de la FMVZ-UNAM
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. (2015) InfoStat versión 2015. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

- EBSCO. (2003). Hierbas y suplementos: Cúrcuma Longa. Disponible en: <http://healthlibrary.epnet.com/GetContent.aspx?token=c5987b1e-add7-403a-b817-b3efe6109265&chunkiid=125156>

- Espinoza, J (2019) Cúrcuma (*Curcuma longa*) y canela (*Cinnamomum zeylanicum*) en la alimentación de pollos de carne. Tesis Ingeniero Zootecnista. Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú Disponible en https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/8685/Espinoza_Quiroz_Jimmy_Stalin.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- FAO (2019). El mapa de los principales tipos de carne en el mundo. Disponible en <https://elordenmundial.com/mapas-y-graficos/el-mapa-de-los-principales-tipos-de-carne-en-el-mundo/>

- Fernández, M. (2015). Pigmentación en pollo de engorde. Seminario Internacional de Manejo y Sistemas Operativos en Pollo de Engorde, AMEVEA

- Fletcher. D. (1992). Methodology for achieving pigment specifications. *Poultry Science* 71:733-743.

- Gamboa Izurieta, M. F. (2016). Evaluación de diferentes niveles de *Cúrcuma longa* (Cúrcuma), como pigmentante natural en dietas a base de sorgo, para la implementación de pollos broiler (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). Disponible en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5352/1/17T1385.pdf>

- González, M. & Vicente, I. (2007). El color en la industria de alimentos. Ciudad de la Habana, Cuba: Editorial Universitaria. Disponible en <https://isbn.cloud/9789591605825/el-color-en-la-industria-de-los-alimentos/#:~:text=El%20libro%20El%20color%20en,de%20la%20Revoluci%C3%B3n%2C%20en%20Cuba.>

- Hernández, F., J. Madrid, V. Garcia, J. Orengo, and M. D. Megias. (2004). Influence of two plant extracts on broilers performance, digestibility and digestive organ size. *Poult. Sci.* 83: 169–174.

- Hernández, M (2018). La pigmentación de Huevos y Pollos de Engorda. *Revista Los avicultores y su entorno* Vol. N° 89. Disponible en <https://bmeditores.mx/avicultura/la-pigmentacion-de-huevos-y-pollos-de-engorda-1254/>

- Johannah, N. M., Joseph, A., Maliakel, B., & Krishnakumar, I. M. (2018). Dietary addition of a standardized extract of turmeric (TurmaFEED TM)

improves growth performance and carcass quality of broilers. Journal of animal science and technology, 60(1), 1-9. doi: 10.1186/s40781-018-0167-7 Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5971416/>

- Kramer (1956). Prueba de Tukey – Kramer.
- Levene (1960) Prueba de Homocedasticidad.
- Llerena Lima, G. S. (2016). Efecto de tres niveles de harina de palillo (Curcuma longa L.) en la pigmentación y comportamiento productivo de pollos Broiler en Pucallpa. Disponible en <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/3300>
- Mesa, M. D., & Gil, A. (2000). Efectos saludables de la cúrcuma y de los curcuminoídes. Nutrición Hospitalaria, 24(3), 1-26.
- Mishra P.(2016) Curcuma y Capsicum Fitobióticos en la nutrición avícola. Disponible en <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7017/1/PC-000988.pdf>
- Mollejo, V. (2021). El color del pollo: porque el amarillo es sinónimo de calidad. Disponible en

https://www.alimente.elconfidencial.com/consumo/2021-05-05/significado-color-carne-ave-pollo_1602976/

- Mondal, M. A., Yeasmin, T., Karim, R., Siddiqui, M. N., Nabi, S. R., Sayed, M. A., & Siddiky, M. N. A. (2015). Effect of dietary supplementation of turmeric (*Curcuma longa*) powder on the growth performance and carcass traits of broiler chicks. *SAARC Journal of Agriculture*, 13(1), 188-199. Doi:10.3329/sja.v13i1.24191

- Morán, J. (2014). Romero (*Rosmarinus officinalis*) y canela (*Cinnamomum zeylanicum*), en proporción 70: 30, en la dieta de pollos de carne. Disponible en <https://1library.co/document/y96wxwjy-curcuma-curcuma-rosmarinus-officinalis-canela-cinnamomum-zeylanicum-proporcion.html>

- OCDE (Organización para la cooperación y el desarrollo económico) (2021). *Perspectivas agrícolas 2021 – 2030*. Disponible en https://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/ocde-fao-perspectivas-agricolas-2021-2030_47a9fa44-es

- Oñate, A; Romero, T. (2016). Aplicación del colorante natural de Cúrcuma (*Cúrcuma longa* Linn) en Pollos Broiler (Broiler ross 308) para

mejorar la pigemntación de la piel. Disponible en <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/3113>

- Pérez, R. J. (2000). Azafrán de la India (*Curcuma longa*) en la pigmentación de patos criollos. Tesis. Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo". Lambayeque, Perú.
- Rajput N, Naeem M, Ali S, Zhang JF, Zhang L, Wang T. (2013). The effect of dietary supplementation with the natural carotenoids curcumin and lutein on broiler pigmentation and immunity. *Poultry Sci* 92 :1177-1185. doi: 10.3382/ ps.2012-02853
- Ramos Solórzano, L. P. (2018). Eficacia del palillo (*Cúrcuma longa*) en la pigmentación de pollos de engorde. Disponible en <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/3734>
- Ravindran, V. (2013). Disponibilidad de piensos y nutrición de aves de corral en países en desarrollo. *Función de las aves de corral en la nutrición humana*, 62. Disponible en <https://www.fao.org/3/al705s/al705s.pdf>

- Saiz de Cos, P., & Pérez, E. (2014). Cúrcuma I (Curcuma longa L.). REDUCA Biología, 7(2), 84-99. Disponible en <https://eprints.ucm.es/27836/>

- Segovia, C. (2020). Utilización de diferentes niveles de cúrcuma (Curcuma longa) 0.5; 1 y 1.5% para la pigmentación de la carne de pollos de engorde (Bachelor's thesis, Ecuador, Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi UTC.). Disponible en <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7017/1/PC-000988.pdf>

- Shapiro & Wilk (1965) Pruebas de Normalidad

- Teeter, R. y Wiernusz, CH. (2003) Cobb Broiler nutrition guide, Siloam Springs, Arkansas – USA, Edición Cobb-Vantress Inc.

- Valdés, Y. (2018). La producción de pollo aumenta 39% en 10 años. Panamá América. Disponible en <https://www.panamaamerica.com.pa/economia/la-produccion-de-pollo-aumenta-39-en-10-anos-1097489>

- Vantress. (2007). Cobb sets new standards in high yield market segment. Disponible en <https://www.cobb-vantress.com/assets/5c7576a214/Broiler-guide-R1.pdf>

- Vantress. (2013). Guía de Manejo de Pollo de Engorde. Colombia: Imp. Moderna. Disponible en https://www.cobb-vantress.com/assets/Cobb-Files/ec35b0ab1e/Broiler-Guide-2019-ESP-WEB_2.22.2019.pdf

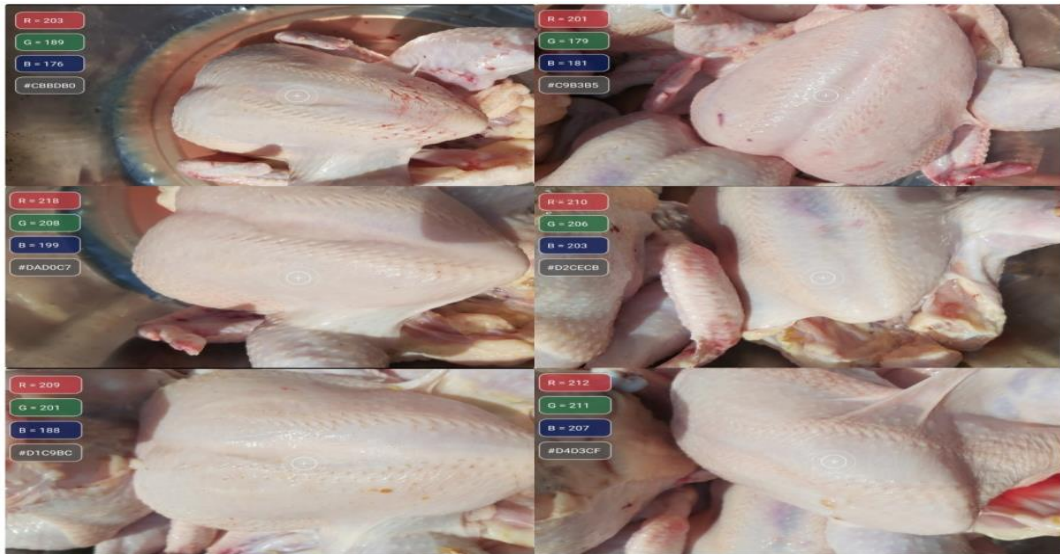
VIII. ANEXOS



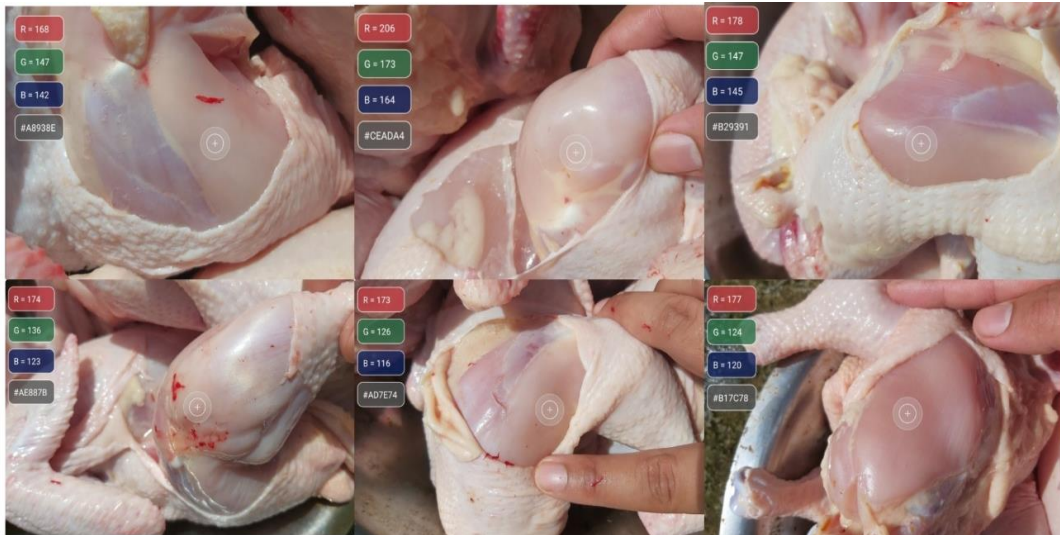
Anexo 1: Pigmentación de la piel de los pollos con adición de 0.5% de cúrcuma.



Anexo 2: Color de la carne de los pollos con adición de 0.5% de cúrcuma.



Anexo 3: Pigmentación de la piel de los pollos, con adición de 1.5% de harina de cúrcuma.



Anexo 4: Color de la carne de los pollos, con adición de 1.5% de harina de cúrcuma.



Anexo 5: Resultados de la Pigmentación de la piel de los pollos, con la adición de 1.5% de cúrcuma.