



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

Utilización de diferentes niveles de cúrcuma (*Curcuma longa*) 0.5; 1 y 1.5 % para la pigmentación de la carne de pollos de engorde

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Médico Veterinario y Zootecnista

Autor: Camila Mishell Paz Segovia

Tutor: Ing. Mg. Lucía Monserrath Silva Déley

Latacunga - Ecuador

Septiembre - 2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo **Camila Mishell Paz Segovia**, con C.C. **1725937708** declaro ser autora del presente proyecto de investigación: **“UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE CÚRCUMA (*Curcuma longa*) 0.5; 1 Y 1.5 % PARA LA PIGMENTACIÓN DE LA CARNE DE POLLOS DE ENGORDE”**, siendo tutora la Ing. Lucía Monserrath Silva Déley del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 21 de Septiembre de 2020



Camila Mishell Paz Segovia

C.I.: 1725937708

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DEL AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **CAMILA MISHHELL PAZ SEGOVIA** identificado con **C.C. 1725937708**, de estado civil soltera y con domicilio en la Ciudad de Latacunga Provincia de Cotopaxi, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. **MBA. CRISTIAN FABRICIO TINAJERO JIMÉNEZ**, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes

ANTECEDENTES:

CLÁUSULA PRIMERA. - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Medicina Veterinaria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**Utilización de diferentes niveles de cúrcuma (*Curcuma longa*) 0.5; 1 y 1.5 % para la pigmentación de la carne de pollos de engorde**”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico

Fecha de inicio de la carrera: Septiembre 2015 – Febrero 2016

Fecha de finalización: Mayo 2020 – Septiembre 2020

Aprobación en Consejo Directivo: 07 de julio del 2020

Tutora: Ing. Mg. Lucia Monserrath Silva Déley

Tema: “**UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE CÚRCUMA (*Curcuma longa*) 0.5; 1 Y 1.5 % PARA LA PIGMENTACIÓN DE LA CARNE DE POLLOS DE ENGORDE**”

CLÁUSULA SEGUNDA. – **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado

en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

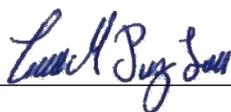
CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las cláusulas cuartas, constituirá causal de resolución del presente contrato. En VII consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga a los 21 días del mes de septiembre de 2020.



Camila Mishell Paz Segovia

EL CEDENTE

Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez

LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título: **“UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE CÚRCUMA (*Curcuma longa*) 0.5; 1 Y 1.5 % PARA LA PIGMENTACIÓN DE LA CARNE DE POLLOS DE ENGORDE”** de **Camila Mishell Paz Segovia** de la Carrera **Medicina Veterinaria**, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 21 de septiembre de 2020



Ing. Mg. Lucia Monserrath Silva Déley

CI: 0602933673

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

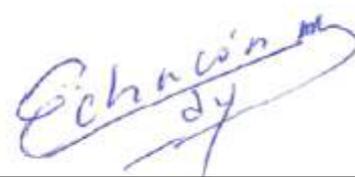
En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales ; por cuanto, el postulante: **Camila Mishell Paz Segovia** con el título de Proyecto de Investigación: **“UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE CÚRCUMA (*Curcuma longa*) 0.5; 1 Y 1.5 % PARA LA PIGMENTACIÓN DE LA CARNE DE POLLOS DE ENGORDE”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Latacunga 21 de septiembre de 2020

Para constancia firman:



Lector 1 (Presidente)
Dra. Mg. Toro Molina Blanca Mercedes
CI: 0501720999



Lector
PhD. Chacón Marcheco Edilberto
CI: 1756985691



Lector 3
PhD. Garzón Jarrín Rafael Alfonso
CI: 0501097224

AGRADECIMIENTO

A la ingeniera Lucía Silva quien me ha brindado su guía y apoyo constante para realizar con éxito este trabajo, gracias infinitas por su gran corazón, por brindarme su amistad, cariño y todos los conocimientos transmitidos a lo largo de mi aprendizaje.

A todos quienes han sido parte de esta etapa estudiantil ya que gracias a su apoyo incondicional contribuyeron a que cumpla con esta meta.

Camila

DEDICATORIA

A Dios por bendecirme con la vida y la sabiduría para enfrentar todas las adversidades.

A mi mami Kathy quien me ha brindado su amor infinito y su apoyo incondicional, quien me ha enseñado a no rendirme y a perseguir mis sueños hasta conseguirlos, mi ejemplo a seguir, la mujer a quien más admiro.

A mi ñaña Adri, mi compañera de los mejores momentos y los más difíciles, quien con su cariño y su sonrisa siempre me hace sentir que todo está bien porque nos tenemos la una a la otra.

A mi abuelita Silvia quien con su entusiasmo y palabras de aliento me motiva a conseguir más triunfos.

A mi novio Mauricio quien ha sido fundamental para que cumpla con esta meta, al estar junto a mí en cada paso que doy, brindándome seguridad, siempre con su apoyo constante e incondicional, con su amor, llenando mi vida de felicidad.

A mis mejores amigos Pao y Leonardo con quienes empecé esta etapa estudiantil, gracias infinitas por haber estado conmigo cuando más los necesité, por su apoyo incondicional sin importar la distancia, por enseñarme que los amigos son la familia que cada uno puede elegir.

A mi tía Raquel quien siempre me ha dado los mejores consejos y su cariño a lo largo de mi vida.

A mis primitos Matheus y Esteban quienes llenan mi vida de alegría.

A mi querida Mony por brindarme tanto cariño y apoyo del que solo el corazón de una madre brinda, desde el día que me conoció.

Camila

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE CÚRCUMA (*Curcuma longa*) 0.5; 1 Y 1.5 % PARA LA PIGMENTACIÓN DE LA CARNE DE POLLOS DE ENGORDE.

Autora: Camila Mishell Paz Segovia

RESUMEN

Este trabajo presenta la evaluación del uso de diferentes niveles de cúrcuma para la pigmentación de la carne de pollos de engorde como una opción para reemplazar los pigmentantes artificiales. En este estudio se utilizaron 100 pollos de la línea Cobb500, de un día de edad, estos fueron distribuidos aleatoriamente en 4 grupos conformados por 25 aves cada uno y 5 repeticiones por grupo: dieta base (testigo-T0), dieta base + 0.5 % de harina de cúrcuma (T1), dieta base + 1 % de harina de cúrcuma (T2) y dieta base + 1.5 % de harina de cúrcuma (T3). En primer lugar, se llevó a cabo la caracterización bromatológica de la harina de cúrcuma, obtenida a partir de los rizomas de la planta, para verificar su composición y propiedades. El estudio tuvo una duración de 49 días y se recopilaban, semanalmente, datos de peso, consumo de alimento, entre otros, para su posterior análisis. En la etapa de análisis de resultados, se calcularon diferentes parámetros productivos para valorar la respuesta en los pollos al consumir la harina de cúrcuma como aditivo en su dieta, de esta manera se ha evidenciado la eficiencia alimenticia y la validez de la dieta en el proceso productivo, además, se ha evaluado la pigmentación resultante, objetivo principal de este estudio. Posteriormente, se utilizó un ANOVA y el test de Duncan para determinar en qué medida se diferencian los tratamientos aplicados y se estableció el más efectivo a partir de los datos recogidos en las etapas de crianza de los pollos. Luego, a través de un análisis de laboratorio, se determinó la calidad de la canal de los pollos para cada tratamiento y así se verificó cuál de estos resulta más viable. Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones referentes a este estudio tomando en cuenta los resultados obtenidos.

Palabras clave: cúrcuma, pigmentante, pollos de engorde.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TITLE: USE OF DIFFERENT LEVELS OF TURMERIC (*Curcuma longa*) 0.5; 1 AND 1.5 % FOR THE BROILERS MEAT PIGMENTATION.

Author: Camila Mishell Paz Segovia

ABSTRACT

This work presents the evaluation of the use of different levels of turmeric for the meat pigmentation of broilers as an option to replace artificial pigmentants. In this study, 100 one-day-old broilers of the Cobb500, line were used, these were randomly distributed in 4 groups made up of 25 birds each and 5 repetitions per group: basal diet (control-T0), basal diet + 0.5% of turmeric flour (T1), basal diet + 1% turmeric flour (T2) and basal diet + 1.5% turmeric flour (T3). In the first place, the bromatological characterization of the turmeric flour, obtained from the rhizomes of the plant, was carried out to verify its composition and properties. The study lasted 49 days and weekly data on weight, food consumption, among others, were collected for subsequent analysis. In the results analysis stage, different productive parameters were calculated to assess the response in broilers when consuming turmeric flour as an additive in their diet, thus, the feeding efficiency and the validity of the diet have been evidenced for its use in the productive process, in addition, the resulting pigmentation has been evaluated, like main objective of this study. Subsequently, an ANOVA and Duncan test were used to determine to what extent the applied treatments differ and the most effective was established from the data collected in the broilers rearing stages. Then, through a laboratory analysis, the quality of the broiler carcass was determined for each treatment and thus it was verified which of these is more viable. Finally, the conclusions and recommendations regarding this study are presented, taking into account the results obtained.

Keywords: turmeric, pigmenting, broilers.

ÍNDICE DE PRELIMINARES

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DEL AUTOR	iii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vi
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	vii
AGRADECIMIENTO	viii
DEDICATORIA.....	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INFORMACIÓN GENERAL	19
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	20
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	21
3.1. Beneficiarios directos	21
3.2. Beneficiarios indirectos	21
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	21
5. OBJETIVOS	22
5.1. Objetivo General	22
5.2. Objetivos Específicos	22
6. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	23
6.1. Aditivo alimentario	23
6.2. Colorantes	23
6.2.1. Colorantes artificiales	24
6.2.2. Colorantes naturales	24
6.3. Fitobióticos	25
6.4. Carotenoides	25
6.5. Cúrcuma	25
6.5.1. Descripción botánica	26
6.5.2. Hábitat	26
6.5.3. Partes de la cúrcuma utilizadas en el mercado y la industria	26
6.5.4. Industria alimentaria	26
6.5.5. Usos medicinales	27
6.5.6. Efectos de la cúrcuma en el crecimiento de pollos	27
6.5.7. Efecto antioxidante de la cúrcuma	28
6.5.8. Efectos inmuno modulatorios de la cúrcuma	28
6.5.9. Curcumina	28
6.6. Nutrición animal	28
6.7. Requerimientos nutricionales	29
6.8. Alimentación de pollos de engorde	29
6.9. El sistema digestivo de las aves	29

6.10. Digestión de hidratos de carbono en aves.....	30
6.11. Digestión de lípidos en aves	30
6.12. Digestión de proteínas en aves.....	30
6.13. Digestión y absorción de nutrientes en aves	31
6.14. Requerimientos de manejo claves para pollos	31
7. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS	32
8. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	32
8.1. Ubicación	32
8.1.1. Ubicación Geográfica.....	32
8.1.2. Datos meteorológicos	32
8.2. Materiales.....	32
8.2.1. Materiales y equipos de campo	32
8.2.2. Materiales de oficina	33
8.2.3. Insumos	33
8.2.4. Alimentación	34
8.2.5. Unidades experimentales.....	34
8.3. Tipo de investigación.....	34
8.3.1. Investigación experimental	34
8.4. Métodos	34
8.4.1. Método deductivo.....	34
8.5. Diseño experimental	35
8.5.1. Características del ensayo	36
8.5.2. Manejo de la investigación.....	36
8.5.3. Obtención de la harina de cúrcuma	36
8.5.4. Manejo del galpón (preparación, limpieza y desinfección)	37
8.5.5. Manejo de las unidades experimentales	37
8.5.6. Variables productivas para la evaluación del experimento	39
9. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	39
9.1. Caracterización bromatológica de la cúrcuma.....	39
9.2. Análisis de las variables productivas de los pollos de engorde	40
9.2.1. Peso promedio (g/ave).....	41
9.2.2. Consumo promedio de alimento (g/ave)	44

9.2.3. Ganancia de peso (g/ave)	46
9.2.4. Conversión alimenticia.....	48
9.2.5. Análisis nutricional	50
9.2.6. Mortalidad (%)	51
9.3. Pigmentación de los pollos de engorde.....	51
9.4. Determinación del índice beneficio-costo.....	52
10. IMPACTOS	53
10.1. Impacto social	53
10.2. Impacto económico	54
10.3. Impacto ambiental.....	54
11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54
11.1. Conclusiones	54
11.2. Recomendaciones	55
12. BIBLIOGRAFÍA	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Esquema ANOVA.....	35
Tabla 2: Esquema del experimento	35
Tabla 3: Programa de vacunación aplicado en este estudio	39
Tabla 4: Caracterización bromatológica de la harina cúrcuma	40
Tabla 5: Peso promedio por tratamiento. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P > 0.05$) según el test de rango múltiple de Duncan	41
Tabla 6: Peso vivo promedio por tratamiento. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P > 0.05$) según el test de rango múltiple de Duncan	43
Tabla 7: Rendimiento a la canal por tratamiento. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P > 0.05$) según el test de rango múltiple de Duncan	43
Tabla 8: Consumo promedio de alimento por tratamiento. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P > 0.05$) según el test de rango múltiple de Duncan	45
Tabla 9: Consumo promedio de alimento por tratamiento. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P > 0.05$) según el test de rango múltiple de Duncan	47
Tabla 10: Conversión alimenticia por tratamiento. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P > 0.05$) según el test de rango múltiple de Duncan	49
Tabla 11: Composición nutricional de los pollos de cada tratamiento.....	51
Tabla 12: Análisis del índice beneficio - costo.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Tendencias del aumento de peso en los pollos para cada tratamiento.....	42
Figura 2: Diagrama de cajas para los datos de peso de cada tratamiento	42
Figura 3: Gráfico de barras comparativo del peso vivo promedio por tratamiento	43
Figura 4: Gráfico de barras comparativo del rendimiento a la canal por tratamiento.....	44
Figura 5: Tendencias del consumo de alimento de los pollos para cada tratamiento	45
Figura 6: Diagrama de cajas para los datos de consumo de alimento en cada tratamiento	46
Figura 7: Tendencias de la ganancia de peso de los pollos para cada tratamiento	47
Figura 8: Diagrama de cajas para los datos de consumo de alimento en cada tratamiento	48
Figura 9: Tendencias de la conversión alimenticia de los pollos para cada tratamiento	49
Figura 10: Diagrama de cajas para la conversión alimenticia en cada tratamiento	50
Figura 11: Pigmentación de los pollos según su tratamiento.....	51
Figura 12: Pigmentación del pollo correspondiente al tratamiento T3	52

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Aval de traducción.....	63
Anexo 2. Hoja de vida de la tutora del proyecto de investigación.....	64
Anexo 3. Hoja de vida de la estudiante.....	65
Anexo 4. Ubicación en la que se llevó a cabo el proyecto de investigación.....	66
Anexo 5. Fotografías de los diferentes procedimientos.....	66

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

Utilización de diferentes niveles de cúrcuma (*Curcuma longa*) 0.5; 1 y 1.5 % para la pigmentación de la carne de pollos de engorde.

Fecha de inicio: 14 de Mayo de 2020

Fecha de finalización: 02 de Julio de 2020

Lugar de ejecución:

- Provincia: Cotopaxi
- Cantón: Pujilí
- Parroquia: Pilaló
- Barrio: La Dolorosa

Facultad que auspicia: Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia: Medicina Veterinaria

Proyecto de investigación vinculado: Elaboración de dietas alternativas para el engorde de pollos

Equipo de trabajo:

Ing. Mg. Lucía Monserrath Silva Déley (Anexo 2)

Camila Mishell Paz Segovia (Anexo 3)

Área de Conocimiento: Agricultura, silvicultura y pesca

Línea de investigación: Salud animal

Sub líneas de investigación de la Carrera: Producción animal y nutrición

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) calcula que la demanda de proteína animal se duplicará en el 2050, como consecuencia, en los próximos 50 años, el planeta necesitará producir más comida que en los últimos 10000 años (1). En América Latina y el Caribe, está prevaleciendo la producción de proteína de carne de pollo ya que se ha ubicado por encima de las demás carnes de origen animal que se producen en la región. En el año 2018 se registró que la producción de proteína procedente de la carne de pollo representó el 47% respecto al total de proteínas producidas de carne animal, es decir, alcanzó 26413.6 miles de toneladas métricas registrando una tasa de crecimiento del 1.1% con respecto al 2017; en 2019 se proyectó un repunte del 2.1% equivalente a 26963.5 mil toneladas métricas (2).

En Ecuador, el sector avícola representa un rubro importante en la actividad pecuaria, alcanzando el 57% del PIB pecuario; además, este sector aporta con cerca del 70% de proteína animal consumida por la población nacional en forma de carne y huevos (3). En las estadísticas del Censo Nacional Agropecuario del año 2011 se indica que la distribución del pollo de engorde dentro del país se presenta de la siguiente manera: la Sierra tiene 49%, la Costa 40%, el Oriente y Galápagos 11% de la producción, siendo esta la carne con mayor aceptación en la canasta diaria a nivel nacional (4). Según datos de la CONAVE, el Ecuador en el año de 1990 producía 50 millones de aves pasando a 233.5 millones en el año 2014, lo que representa un crecimiento de más del 400% en quince años. Así mismo se señala que este sector genera 25000 empleos directos y 50000 indirectos (5), como consecuencia la Asociación de Médicos Veterinarios Especialistas en Avicultura (AMEVEA) en Ecuador estima que el consumo per cápita de carne de ave fluctúa entre 30 y 32 kilogramos al año, siendo esta la proteína de mayor consumo en este país. En cuanto a la producción, el volumen anual está situado entre 230 y 250 millones de pollos de engorde (6).

Según Agrocalidad, Cotopaxi produce 8616 toneladas de carne de pollo y 2 millones de aves en pie al año (7), por consiguiente, esta área representa un alto porcentaje en la actividad económica de la provincia tanto para pequeños, medianos y grandes productores. De manera general, los consumidores tienden a inclinarse por pollos que presenten una coloración amarillenta ya que esta característica está relacionada directamente con la crianza adecuada de las aves. En la actualidad, para solucionar esta demanda de los consumidores, los productores han decidido reemplazar los carotenoides obtenidos de fuentes naturales por pigmentantes artificiales los cuales representan una amenaza grave a la salud humana y animal, así como

consecuencias para el medio ambiente; por esta razón, este proyecto tiene un alto impacto para la industria avícola ya que presenta una alternativa saludable y amigable con el medio ambiente.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

3.1. Beneficiarios directos

- ✓ Estudiantes de la carrera de Medicina Veterinaria, quienes se beneficiarán de los resultados obtenidos en este proyecto para utilizarlos como referencia para futuras investigaciones.
- ✓ Avicultores de la zona, quienes podrán hacer uso de la información presentada en este proyecto.

3.2. Beneficiarios indirectos

- ✓ Plantas de balanceados, ya que mediante esta investigación podrían plantear nuevas fórmulas las cuales contengan adición de cúrcuma en la elaboración de pellets.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La pigmentación de la piel de los pollos de engorde es una cualidad importante en la carne de aves de corral para los consumidores en China, Estados Unidos, México y muchos otros países de Sudamérica (8). En Ecuador, existe gran dificultad al momento de comercializar pollos cuya canal es blanca, esto debido a un tema cultural ya que al momento en que las personas compran un pollo en cualquier mercado buscan cierta pigmentación en este. Si su carne es rosada y su grasa blanquecina, lo que el comprador piensa instantáneamente es que el animal ha sido criado en una explotación en la que todos los ejemplares viven hacinados y han sido alimentados con un mal pienso. Por el contrario cuando el color en la carne del producto tiende a ser naranja y su grasa es más amarilla, es relacionado con que el animal ha tenido una vida más "plena y feliz", en la que ha tenido buena comida y libertad, en definitiva, que ha sido criado de una forma más ecológica, sostenible y saludable (9). Debido a la importancia del aspecto de los alimentos, los colorantes tienen un papel muy relevante entre los aditivos alimentarios. Muchas veces se emplean para resaltar el color natural de estos y otras para devolver el color perdido en las manipulaciones para su conservación (10). La producción avícola actual ha implicado una mejora de los niveles productivos y la conversión

del alimento, debido a esto las aves consumen menos carotenoides los cuales deberían ser proporcionados por las materias primas (11), es por esta situación que se justifica el uso de pigmentantes artificiales, mismos que en su mayoría son solubles en agua, por lo que su uso, así como su fabricación, es más económica, fácil y rápida que los colorantes de origen natural. Los colorantes artificiales hacen que la comida tenga colores brillantes y atractivos, sin embargo, no son necesarios ni nutritivos y ponen en riesgo la salud de quienes los consumen. Por ejemplo, se puede mencionar el Amarillo 5, colorante utilizado en los cereales, mermeladas y fideos instantáneos, mismo que puede causar reacciones alérgicas, crisis de asma, migrañas, problemas de visión, desarreglos en el comportamiento, entre otros (12), así mismo se debe hacer énfasis en el Amarillo 6 ya que pruebas recientes solicitadas por la industria indican que este causa tumores de la glándula suprarrenal y de los riñones, también puede ocasionar reacciones alérgicas, este colorante está contaminado con impurezas causantes del cáncer (13). Actualmente, los colorantes son el grupo de aditivos en el que se encuentran mayores diferencias entre las legislaciones de distintos países. En algunos, como los países nórdicos, prácticamente no pueden utilizarse, mientras que en el Reino Unido se utilizan algunos que no están autorizados en casi ningún otro país de la Unión Europea (10). Sin embargo, en el Ecuador está permitida la utilización de varios colorantes mientras, según la exigencia del INEN, la etiqueta presente la expresión “CONTIENE” seguida del colorante utilizado (14).

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo General

Adicionar diferentes niveles de harina de cúrcuma (*Curcuma longa*) 0.5, 1 y 1.5 % en la dieta de pollos de engorde para la pigmentación de su carne, para su comparación y validación.

5.2. Objetivos Específicos

- ✓ Caracterizar bromatológicamente a la harina de cúrcuma obtenida, para determinar sus propiedades nutricionales y verificar que su estado sea óptimo para ser incluida en la alimentación de los pollos de engorde.
- ✓ Evaluar las variables productivas en cada tratamiento, para determinar las ventajas del uso de la harina de cúrcuma como aditivo en la alimentación de pollos de engorde.

- ✓ Valorar la pigmentación resultante de los pollos para establecer el suministro adecuado de harina de cúrcuma dentro de su alimentación.
- ✓ Determinar la relación beneficio-costos de la utilización de harina de cúrcuma como aditivo en la alimentación de pollos de engorde para evaluar su viabilidad en la industria avícola.

6. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

6.1. Aditivo alimentario

Es cualquier sustancia que en cuanto tal no se consume normalmente como alimento, ni tampoco se usa como ingrediente básico en alimentos, tenga o no valor nutritivo, y cuya adición intencionada al alimento con fines tecnológicos (incluidos los organolépticos) en sus fases de fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, empaquetado, transporte o almacenamiento, resulte o pueda preverse razonablemente que resulte (directa o indirectamente) por sí o sus subproductos, en un componente del alimento o un elemento que afecte a sus características. Esta definición no incluye “contaminantes” o sustancias añadidas al alimento para mantener o mejorar las cualidades nutricionales (15).

6.2. Colorantes

El color externo a través de la experiencia, la educación y alguna componente innata, informa sobre el estado higiénico-sanitario, el valor nutricional, y además nos anticipa y proporciona sensaciones de otras características sensoriales como el olor y sabor. Existen estudios que demuestran interacciones cruzadas entre la percepción del color y otros sentidos, y que intervienen en la aceptabilidad de los alimentos. El color se convierte en un índice de calidad y nos indica el deterioro de la misma (16).

Los colorantes funcionan como cosméticos de los alimentos. Productos de aspecto dudoso adquieren gracias a ellos un colorido y una imagen apetitosa que los hacen más atractivos. Sobre todo ayudan a convencer de que el producto tiene mayor calidad. Por ejemplo, en las chucherías infantiles los colores hacen creer que hay contenido alto en frutas. Estos se emplean mucho en golosinas, limonadas, postres, helados y otros productos con frutas, así como en margarinas, quesos y productos a base de pescado. A menudo los fabricantes utilizan como colorantes con fines cosméticos ciertas sustancias que pueden declararse como aromas

o bajo el nombre de especias. En realidad buscan su color más que su sabor u otras propiedades beneficiosas que pudieran poseer (17).

6.2.1. Colorantes artificiales

En este grupo se encuentran aquellos colorantes que son elaborados por el hombre a través de procesos de síntesis química y que no existen por si mismos en la naturaleza.

A este grupo de colorantes pertenecen: Allura Red AC, Tartrazina, Amarillo Ocaso, Carmosina, Ponceau 4R, Café HT y Negro Brillante, Amaranto y Rojo 2G, estos dos últimos no están autorizados por el Reglamento Sanitario de los Alimentos. Los colorantes artificiales se absorben muy poco en el intestino, siendo destruidos por la flora bacteriana intestinal. Los restos de colorantes que son asimilados se eliminan por vía urinaria o biliar. A estos compuestos se les acusa de ser capaces de producir reacciones de sensibilidad en personas alérgicas a la aspirina, aunque esto se ha demostrado sólo en algunos casos para tartrazina (18).

La tartrazina o amarillo 5 y el amarillo 6 son algunos de los colorantes más comunes en la industria alimentaria, estos pueden causar varias afecciones a la salud:

Tartrazina o Amarillo 5.- Este colorante puede estar contaminado con varios químicos que originan cáncer. Además, el Amarillo 5 provoca reacciones de hipersensibilidad a veces severas en un pequeño número de personas y podría desencadenar hiperactividad y otros efectos conductuales en niños. Al presentar algunos riesgos, y sin tener algún propósito nutricional o de seguridad, el amarillo 5 no debe permitirse en los alimentos (19).

Amarillo 6.- Fueron llevadas a cabo investigaciones y en ellas se evidenció que este colorante causó tumores suprarrenales en animales, aunque eso es discutido por la industria y la FDA. Puede estar contaminado con químicos que causan cáncer y ocasionalmente provoca reacciones de hipersensibilidad severas. El amarillo 6 agrega un riesgo innecesario al suministrarlo en alimentos (19).

6.2.2. Colorantes naturales

Según la FDA, incluyen pigmentos derivados de fuentes naturales tales como vegetales, minerales o animales, y productos derivados de sustancias naturales. Actualmente hay un fuerte interés por estos, debido a la necesidad de aumentar la gama de colores y ya que al ser naturales son seguros de consumir (18).

En años recientes se ha renovado el interés en los colorantes naturales por recientes limitaciones en el uso de algunos sintéticos en alimentos, medicamentos y algunos cosméticos debido a su toxicidad. La situación y perspectivas actuales de los colorantes naturales se pueden ejemplificar con los carotenos. Estos compuestos entre los que destaca el β -caroteno, por sus propiedades antioxidantes y ser precursor de la vitamina A, tienen un mercado actual de 19 millones de dólares, de los cuales aproximadamente 70.0% está aplicado en el sector alimentario (20).

6.3. Fitobióticos

Los fitobióticos son sustancias extraídas de los vegetales que se añaden a la alimentación con el objeto de mejorar los parámetros productivos en los animales.

Son Promotores del Crecimiento Naturales, es decir, proporcionan un efecto beneficioso tanto en la salud intestinal como en la inmunidad y en el rendimiento final.

Los fitobióticos son extractos vegetales que pueden presentarse en forma sólida sometidos a un proceso de secado o como aceites esenciales, se obtienen de las hierbas, hojas, raíces o frutos de las plantas (21).

6.4. Carotenoides

Los pigmentos carotenoides son compuestos responsables de la coloración de gran número de alimentos vegetales y animales, como zanahorias, zumo de naranja, tomates, salmón y yema de huevo. Desde hace muchos años, se sabe que algunos de estos compuestos, como α y β -caroteno, así como la β -criptoxantina, son provitaminas A. No obstante, estudios recientes han puesto de manifiesto las propiedades antioxidantes de estos pigmentos, así como su eficacia en la prevención de ciertas enfermedades del ser humano, como la aterosclerosis o incluso el cáncer. Todo ello ha hecho que desde un punto de vista nutricional, el interés por estos pigmentos se haya incrementado notoriamente (22).

6.5. Cúrcuma

La cúrcuma (*Curcuma longa*) es una planta de la Familia Zingiberaceae originaria del sudeste asiático. Es conocida mundialmente como especia aromática, utilizada en la gastronomía asiática para dar un toque de color y sabor picante a los platos. Los compuestos fitoquímicos presentes en su rizoma anaranjado característico, los curcuminoides, le confieren a esta planta importantes propiedades medicinales (23).

6.5.1. Descripción botánica

Es una planta perenne, alcanzando una altura promedio entre 60 cm y 1.5 m. Tiene rizomas engrosados en forma de dedos muy ramificados, con varias yemas que crecen horizontalmente; su color interno es amarillo-anaranjado y la superficie es gris-marrón. Las hojas poseen grandes peciolo que van desde los 20-70 cm de largo y 8-18 cm de ancho. Su inflorescencia es terminal, en forma de espigas basales, cilíndricas de hasta 20 cm de largo, al mismo tiempo que las brácteas laterales se encuentran unidas tornándose de color verde con manchas rojizas. Sus flores son zigomorfas y su fruto tiene forma de cápsula que se abre con tres compartimentos (23,24).

6.5.2. Hábitat

El origen de la cúrcuma es el sudeste asiático, más concretamente la India y la zona meridional de Vietnam. Se puede encontrar desde Polinesia y Micronesia hasta el sudeste asiático, desarrollándose bien en zonas de selva alta y selva baja. Necesita temperaturas entre 20 y 30 °C. Necesita altos niveles de luz para crecer, por lo que se encuentra en campos abiertos. Crece mejor en suelos francos, fértiles y bien drenados con pH ligeramente ácido 5 a 6 (25).

6.5.3. Partes de la cúrcuma utilizadas en el mercado y la industria

Es el rizoma de color anaranjado es el que tiene el total protagonismo de la planta en cuanto a sus usos en el mercado o la industria. La cúrcuma es y ha sido utilizada en gastronomía e industria alimentaria, en medicina, cosmética natural y ritos espirituales (23).

6.5.4. Industria alimentaria

Para el ámbito de los postres es común la utilización de cristales de curcumina, por tener poco olor a palillo y con preparaciones resistentes a los ácidos comestibles, son utilizados para la confección de yogurt, marmeladas, helados de piña, durazno y plátano y del achiote, porque la versión hidrosoluble de la curcumina extracto, es compatible con los pares de la cochinilla y achiote. En lo que respecta a la comida rápida, la aplicación de este colorante es también bastante común. Así se utiliza en la confección de snacks, extrusados de maíz frito, palomitas de maíz y papas fritas; jaleas y mermeladas para rellenos, cremas y adornos de torta y rellenos de galleta; simulando el color de la piña en el algodón de azúcar, gomitas dulces, fruta confitada, gelatinas de piña y maracuyá; para la acentuación del color amarillo en las margarinas, mostazas y en las formulaciones de barquillos para helados; etcétera. Se ha

ensayado en panetones dando buenos resultados, ya que brinda una tonalidad más estable a la masa que la tartrazina o amarillo N°5. Otra aplicación, de la versión hidrosoluble de la curcumina, es en la confección de bebidas refrescantes instantáneas. Pero no se recomienda su uso en bebidas envasadas ya que la coloración de esta se deteriora rápidamente a causa de la luz solar y de los anaqueles de las tiendas. No obstante, es una buena opción por ser natural, para reemplazar a la tartrazina o amarillo N°5 en la confección de bebidas instantáneas en polvo, por ser la tartrazina carcinógena (26).

6.5.5. Usos medicinales

Su aplicación en el campo médico ocurre principalmente en la medicina tradicional en India, China y Japón, como aromático, analgésico y *Tsukeiyaku*, un medicamento contra los trastornos microcirculatorios, como la trombosis. Otras propiedades medicinales de la cúrcuma reconocidas por la farmacopea asiática son: estomatal, estimulante, carminativo, expectorante, antihelmíntico, antiinflamatorio y dermatológico, informan sobre el uso terapéutico de la cúrcuma como tónico, aromático y estimulante de las funciones digestivas (27). Las propiedades antiinflamatorias de la cúrcuma se han comparado con las de los medicamentos antiinflamatorios no esteroideos (AINE). Los ensayos clínicos han encontrado que es más efectivo que un placebo para aliviar el dolor y la hinchazón en personas con osteo y artritis reumatoide. Sin embargo, se necesitan más estudios clínicos bien diseñados para determinar y documentar la eficacia de la curcumina y los productos combinados en pacientes que toman AINE para tratar la osteoartritis (28).

6.5.6. Efectos de la cúrcuma en el crecimiento de pollos

Las investigaciones recientes de los efectos de la curcumina, sobre diferentes parámetros de desempeño de los pollitos han mostrado efectos positivos. Los reportes disponibles indican que las diferentes concentraciones, producen incremento del peso corporal, mejor conversión alimenticia y disminución en el consumo de alimento. Las esencias de aceite de la cúrcuma aumentan las secreciones y actividad de la lipasa pancreática, amilasa, tripsina y quimotripsina y así, mejoran la digestibilidad de los alimentos lo cual también mejora el desempeño de los pollos. Esta mejora puede ser atribuída a su contenido de esencias oleósas que activan componentes que poseen actividades antimicrobiales, antifungales y antioxidantes y, consecuentemente, podrían mejorar en el ave la utilización de nutrimentos de la dieta (29).

6.5.7. Efecto antioxidante de la cúrcuma

La cúrcuma posee un elevado contenido de compuestos fenólicos (CF), el cual está por encima de otras plantas aromáticas (hierbabuena, menta, perejil, albahaca común y orégano francés), las cuales tienen un contenido fenólico de 58.7 mg/100, 12.3 mg/100, 30.4 mg/100, 8.4 mg/100 gramos de muestra, respectivamente. De igual forma se observa que el extracto posee una alta capacidad antioxidante y un alto poder secuestrante de radicales libres (30).

6.5.8. Efectos inmuno modulatorios de la cúrcuma

Se ha reportado que, tanto los eritrocitos como la cuenta total de leucocitos en pollos tienen un incremento como respuesta a la inclusión de niveles altos de cúrcuma en la dieta. Esto puede deberse a la curcumina, el compuesto activo presente en la cúrcuma. Los efectos positivos de la cúrcuma han sido observados en títulos de anticuerpos en pollitos. La cúrcuma tiene la habilidad de restaurar la reducción de la respuesta humoral causada por una supresión inmunológica debida a aflatoxinas (29).

6.5.9. Curcumina

Fitoquímico obtenido a partir de la *Curcuma longa*, es el principal pigmento colorante, ha ganado importancia por sus prometedoras potencialidades biológicas para tratar el cáncer, enfermedad de Alzheimer, VIH, inflamaciones crónicas, el estrés oxidativo y la fibrosis quística. Desde 1974, se conoce la actividad antibacteriana *in vitro* del extracto alcohólico de la cúrcuma, la curcumina y de sus aceites esenciales contra las bacterias grampositivas. Asimismo, en 1987, se comprobó la efectividad de la curcumina frente a *Salmonella*, teniendo además, capacidad para alterar el ADN en presencia de luz visible (31).

Es uno de los productos naturales activos que han sido ampliamente estudiados. Se ha demostrado que la curcumina posee antioxidantes, antiinflamatorios, antimutagénicos, propiedades antimicrobianas y anticancerígenas. Algunos investigadores han demostrado que puede mejorar la toxicidad AFB1 a través de la mayor actividad de las enzimas antioxidantes, neutralizando el libre radicales e inhibiendo la biotransformación de AFB1 en su 8,9-epóxido (32).

6.6. Nutrición animal

Es la suma de los procesos mediante los cuales un animal ingiere y utiliza todas las sustancias requeridas para su mantenimiento, crecimiento, producción o reproducción (33–35).

La nutrición animal como ciencia tiene como objetivo satisfacer los requerimientos nutricionales de los animales, en cantidad y calidad, para que puedan de la manera más óptima alcanzar los mejores parámetros productivos y reproductivos que su potencial genético les permite, según su especie y fase productiva (33).

6.7. Requerimientos nutricionales

Existen varios factores que pueden alterar los requerimientos nutricionales de las aves, como son: raza, genética, sexo, consumo de ración, nivel energético de la dieta, disponibilidad de los nutrientes, temperatura ambiente, humedad del aire, estado sanitario entre otros. Cuando las aves reciben alimento “ad libitum”, el consumo de la ración alimenticia y principalmente la conversión alimenticia, dependen en gran parte del nivel de energía. Deben ser evitados altos niveles de calcio y de fósforo en las dietas de pollos de engorde, que además de afectar el desempeño de las aves, aumentan la contaminación del medio ambiente (36).

6.8. Alimentación de pollos de engorde

El consumo de alimento se hace a voluntad, para asegurarse que las aves estarán con el buche lleno de agua y de alimento durante las horas de oscuridad y para que puedan beber y alimentarse tan pronto como las luces se enciendan. Las dietas para pollos de engorde están formuladas para proveer de la energía y de los nutrientes esenciales para mantener un adecuado nivel de salud y de producción. Los componentes nutricionales básicos requeridos por las aves son agua, amino ácidos, energía, vitaminas y minerales. Estos componentes deben estar en armonía para asegurar un correcto desarrollo del esqueleto y formación del tejido muscular. Las dietas procesadas muestran ventajas nutricionales que se reflejan en la eficiencia del lote y en las tasas de crecimiento al compararlas con las de aves que consumen alimento en forma de harina (37).

6.9. El sistema digestivo de las aves

El sistema digestivo de las aves es anatómica y funcionalmente diferente al de otras especies animales. Incluso existen diferencias entre especies de aves, especialmente en tamaño, que en gran parte depende del tipo de alimento que consumen. Por ejemplo, aves que se alimentan de granos tienen un tracto digestivo de mayor tamaño que las carnívoras, y aquellas consumidoras de fibra poseen ciegos más desarrollados. El largo del sistema digestivo, en proporción al cuerpo, es inferior al de los mamíferos (38–40).

6.10. Digestión de hidratos de carbono en aves

Los glúcidos que ingieren las aves principalmente están contenidos en los granos, químicamente, la mayoría, son polímeros de la glucosa, así tenemos al almidón, el cual está constituido por moléculas de amilasa y amilopectina. También ingieren celulosa, pudiendo en ocasiones ingerir sacarosa, como así también algunos monosacáridos libres. Si el estómago está lleno los alimentos permanecen en el buche, en el cual se produce un reblandecimiento e hidratación de los mismos, donde fundamentalmente interviene la secreción salival, la cual por medio de la ptilina (en las aves que la poseen), comienza una hidrólisis enzimática del almidón por la amilasa pancreática y las disacaridasas intestinales (maltasa, sacarasa y lactasa), produciéndose en primer lugar moléculas de dextrina (son cadenas cortas de glucosa) y posteriormente moléculas de glucosa que se absorben. También se produce y absorbe fructosa y galactosa procedentes de la sacarosa y de la lactosa, respectivamente del almidón (41).

6.11. Digestión de lípidos en aves

Los triglicéridos están formados por una molécula de glicerina (o glicerol) unida a tres moléculas de ácidos grasos. La grasa del alimento es hidrolizada en el intestino delgado a ácidos grasos y glicerina por la acción conjunta de las sales biliares (son derivados del ácido cólico que emulsionan y saponifican las grasas) y de la lipasa pancreática. En la pared del duodeno y en las células adiposas se produce una neoformación de triglicéridos a partir de la glicerina, de los ácidos grasos y de los monoglicéridos absorbidos. La grasa no absorbida en el intestino delgado es excretada en las heces (42).

6.12. Digestión de proteínas en aves

Las proteínas ingeridas llegan al estómago glandular donde se ponen en contacto con el jugo gástrico, este contiene ácido clorhídrico (Cl H) y pepsinógeno. El Cl H, determina el pH, como así también produce la activación de la pepsina. Esta enzima actúa como una endoenzima sobre las uniones peptídicas de las proteínas, en el paso por la molleja de quimo ácido, tampoco se produce una gran degradación de las proteínas y todo lleva a considerar que la hidrólisis se realiza fundamentalmente en el intestino delgado. A este nivel se le deben agregar las enzimas correspondientes de la secreción pancreática, como la tripsina y la quimotripsina. Su actividad hidroliza a las proteínas ingeridas, pasando por diversos compuestos intermedios como ser: peptonas, polipéptidos de diferente peso molecular y dipéptido. Un tercio de estos dipéptido son incorporados como tales a las células del epitelio

intestinal, donde son desdoblados por enzimas específicas intracelulares. Los dos tercios restantes son atacados fuera de las células por las dipeptidasas, dejando como producto final amino ácidos (A.A.) libres (41).

6.13. Digestión y absorción de nutrientes en aves

La digestión se refiere a los cambios que ocurre en el alimento para que éste sea absorbido por la pared intestinal y penetre en la corriente sanguínea del pollo. Estos cambios son favorecidos por las enzimas que actúan de forma muy específica en cada una de las especies animales. Los nutrientes ya digeridos pasan a la corriente sanguínea a través de la pared intestinal; el proceso de absorción es selectivo y está relacionado con la naturaleza química de los alimentos digeridos, así como la cantidad de las sustancias presentes. Los azúcares simples como la glucosa, son absorbidos en una proporción mayor que la fructosa, los azúcares, aminoácidos y minerales digeridos se absorben a través de los capilares en la pared intestinal de igual manera que ocurre con los ácidos grasos libres y monoacilgliceroles (43).

6.14. Requerimientos de manejo claves para pollos

La guía de manejo del pollo de engorde Cobb (37) establece que:

- ✓ Siempre aloje pollitos de edad y origen similares en un mismo galpón. Una diferencia de 5 semanas máximo es lo recomendado si necesita mezclar aves de parvadas donadoras. El alojamiento de la granja debiera seguir el sistema “todo adentro todo afuera” (all in - all out).
- ✓ Demoras en el alojamiento contribuirán con la deshidratación de los pollitos resultando en una mayor mortalidad y menor crecimiento.
- ✓ El transporte debe proveer las condiciones ideales para los pollitos y el tiempo de entrega debe ser lo más corto posible.
- ✓ Baje la intensidad de las luces durante el ingreso de los pollitos para reducir el estrés de las aves.
- ✓ Los pollitos deben ser cuidadosamente alojados y distribuidos uniformemente cerca del agua y del alimento dentro del área de crianza. Cuando utilice comederos adicionales de papel coloque los pollitos sobre el papel.
- ✓ Pese el 5% de las cajas para determinar el peso corporal al día de edad.
- ✓ Las luces deben encenderse totalmente una vez que todos los pollitos hayan sido alojados.
- ✓ Después de una o dos horas de aclimatación verifique los sistemas y haga ajustes en caso de ser necesario.

- ✓ Monitoree cuidadosamente la distribución de los pollitos durante los primeros días. Esto puede ser utilizado para diagnosticar problemas en los comederos, bebederos y en los sistemas de ventilación y calefacción.

7. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

H1: La utilización de diferentes niveles de cúrcuma pigmentará la canal de los pollos.

H2: La utilización de diferentes niveles de cúrcuma no pigmentará la canal de los pollos.

8. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

8.1. Ubicación

El presente ensayo se realizó en la Parroquia Pilaló perteneciente al cantón Pujilí, provincia Cotopaxi. (Anexo 4)

8.1.1. Ubicación Geográfica

Latitud: 0°56'51.0"S

Longitud: 78°59'46.0"W

Altitud: 2191 m.s.n.m

8.1.2. Datos meteorológicos

Temperatura promedio: 18°C

Pluviosidad: 180 mm anuales

Horas luz/día: 12 horas

Viento: Sureste - Noreste

Nubosidad anual: 4.9/8

8.2. Materiales

8.2.1. Materiales y equipos de campo

- ✓ Bebederos
- ✓ Comederos

- ✓ Escoba
- ✓ Pala
- ✓ Termómetro ambiental
- ✓ Balanza
- ✓ Fundas de basura
- ✓ Lonas de marca mayor
- ✓ Bomba de mochila manual
- ✓ Baldes
- ✓ Madera
- ✓ Clavos
- ✓ Sierra manual para madera
- ✓ Planchas de policarbonato
- ✓ Soplete flameador
- ✓ Manguera
- ✓ Criadora a gas
- ✓ Cilindro de gas
- ✓ Guantes de manejo
- ✓ Mascarillas
- ✓ Cofias
- ✓ Pediluvio
- ✓ Botas
- ✓ Overol

8.2.2. Materiales de oficina

- ✓ Cuaderno
- ✓ Esferos
- ✓ Laptop
- ✓ Hojas de papel bond
- ✓ Cartulinas
- ✓ Impresora
- ✓ Cámara

8.2.3. Insumos

- ✓ Cascarilla de arroz

- ✓ Desinfectante (Amonio cuaternario)
- ✓ Vitaminas, electrolitos, dextrosa
- ✓ Vacunas
- ✓ Cal viva

8.2.4. Alimentación

- ✓ Balanceado
- ✓ Harina de cúrcuma

8.2.5. Unidades experimentales

- ✓ 100 pollos de la línea Cobb500

8.3. Tipo de investigación

8.3.1. Investigación experimental

En este trabajo, el factor de estudio fue la harina de cúrcuma al 0.5 %, 1% y 1.5% adicionada en la alimentación, como pigmentante en los pollos de engorde, durante un periodo de siete semanas. En el proceso experimental se monitorearon las variables relevantes para evaluar el efecto obtenido. Por consiguiente, en el presente trabajo se aplicó una investigación de tipo experimental ya que los datos se tomaron directamente de las unidades de estudio para su posterior análisis.

8.4. Métodos

8.4.1. Método deductivo

Se estudiaron cuatro grupos de aves con 25 unidades cada uno, 3 tratamientos con adición de harina de cúrcuma en diferentes porcentajes, tratamiento No. 1 al 0.5%, tratamiento No. 2 al 1%, tratamiento No. 3 al 1.5% y el tratamiento No. 4 (testigo) sin adición de harina de cúrcuma, mediante los pesajes y comparaciones se dio validez o nulidad a las hipótesis enunciadas “La utilización de diferentes niveles de cúrcuma pigmentará la canal de los pollos”, “La utilización de diferentes niveles de cúrcuma no pigmentará la canal de los pollos”.

8.5. Diseño experimental

La caracterización de la composición química de la harina de cúrcuma fue evaluada aplicando una estadística descriptiva.

En este trabajo de investigación se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con cinco repeticiones por cada tratamiento, el mismo que permitió la comparación entre dos o más tratamientos de manera aleatoria para las unidades experimentales de una manera homogénea, considerando diferentes fuentes de variabilidad.

Se emplearon 100 unidades experimentales divididas en cuatro grupos de estudio conformado por 25 aves cada uno, permitiendo la comparación entre varios tratamientos de manera aleatoria. Los tratamientos estuvieron constituidos de la siguiente manera: T0 (Dieta base - tratamiento testigo), T1 (Dieta base + 0.5 % de adición de Harina de Cúrcuma), T2 (Dieta Base + 1 % de adición de Harina de Cúrcuma), T3 (Dieta Base + 1.5 % de adición de Harina de Cúrcuma). El porcentaje de la harina de cúrcuma que se adicionó al alimento se mezcló manualmente al 0.5%, 1%, 1.5% con la cantidad de consumo semanal de alimento de las aves respectivamente. Para la interpretación de los resultados experimentales obtenidos se empleó un análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Duncan (con un nivel de confiabilidad de 95%) para determinar si existe una diferencia significativa entre los tratamientos.

Tabla 1: Esquema ANOVA

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	19
Tratamientos	3
Error	16

Tabla 2: Esquema del experimento

TRATAMIENTOS	CÓDIGO	REPETICIONES	TUE	REP/TRATAMIENTO
0	T0	5	5	25
1	T1	5	5	25
2	T2	5	5	25
3	T3	5	5	25
TOTAL				100

8.5.1. Características del ensayo

Cada unidad experimental correspondió a un cubículo construido de madera, el cual albergó cinco aves.

Largo de la unidad: 1 m

Ancho de la unidad: 0,80 cm

Alto de la unidad: 0,70 cm

Área de cada unidad: 80 cm²

Número de aves por unidad: 5

Número total de aves: 100

8.5.2. Manejo de la investigación

En esta investigación se emplearon 100 pollos Broiler de la línea Cobb500 de 1 día de edad con peso promedio de 43 gr.

Se manejaron bajo el siguiente esquema:

- ✓ Peso y registro de las unidades experimentales.
- ✓ Suministro de alimento.
- ✓ Control del consumo.

8.5.3. Obtención de la harina de cúrcuma

Se realizó el lavado, rebanado, pesaje, secado y molienda de la cúrcuma tras la obtención de la materia prima.

- a) Adquisición: La cúrcuma fue obtenida en el mercado mayorista de la ciudad de Latacunga.
- b) Lavado: Se procedió a lavar con agua corriente para eliminar las impurezas propias de los rizomas.
- c) Picado: Se realizaron rodajas finas utilizando un cuchillo.
- d) Pesaje: Se llevó a cabo con una balanza digital.
- e) Secado: Se lo realizó exponiéndola al sol bajo una cubierta durante 5 días.
- f) Molienda: Se realizó en un molino manual obteniéndose una harina fina.

8.5.4. Manejo del galpón (preparación, limpieza y desinfección)

- a. Limpieza:** Se realizó la limpieza general utilizando escobas y palas, con la finalidad de eliminar polvo y asegurar la eficiencia del desinfectante, iniciando con el barrido del piso, techo, paredes y ventanas.
- b. Flameado:** Se llevó a cabo dos veces antes y después de la desinfección, en pisos y paredes.
- c. Desinfección:** Se utilizó una solución de amonio cuaternario para toda la instalación incluyendo la desinfección de cortinas.
- d. Colocación del redondel de recepción:** Se utilizaron planchas de policarbonato, previamente desinfectadas.
- e. Colocación de la cama:** Se colocó la cama (cascarilla de arroz) a una altura de 20 centímetros.

8.5.5. Manejo de las unidades experimentales

- a. Recepción:** Se ubicaron los comederos y bebederos equitativamente, se administró alimentación balanceada correspondiente a la fase inicial, se adicionó el agua de bebida con azúcar en las dos primeras horas de su llegada y posterior a ese tiempo se administró por tres días seguidos vitaminas más electrolitos, a una temperatura promedio de 31°C. Se recibieron a los pollitos y se los ubicó en el redondel de recepción, se pesaron 25 de ellos para obtener el peso promedio a la llegada.
- b. Etapa de iniciación:** Esta etapa comprende desde los 0-10 días de vida del pollito. Durante los primeros 7 días se procedió a brindarles alimento balanceado inicial en polvo a voluntad dividido en cuatro raciones, suministrando el agua de bebida con vitaminas, con un control de temperatura cada hora durante las 24 horas disminuyendo gradualmente de acuerdo a la edad de los pollitos, el lavado de los bebederos y el cambio de camas fue realizado de manera periódica. A partir del octavo día se proporcionó el alimento balanceado inicial dividido en tres raciones, junto con el agua simple, iniciando también con la vacunación contra las enfermedades Newcastle + Bronquitis (vía ocular) a una dosis de una gota por pollo. Durante toda esta etapa se controló estrictamente la temperatura, asegurando que los pollitos tengan una fuente de calor constante y apropiada.

c. Etapa de crecimiento: Esta etapa comprende desde los 11 días hasta los 24. Se mantuvo el alimento iniciador hasta el día 13, a partir del día 14 se suministró balanceado correspondiente a la fase de crecimiento. Teniendo siempre un control sobre la temperatura. A partir del día 13 se inició con el control de luz con la suspensión de 5 horas (10 pm - 3 am). Se controló el peso para así determinar si es que existió algún cambio negativo relacionado con el manejo de la luz. Posterior a esto a partir del día 15 se proporcionó el balanceado más el 10% de morochillo (*Zea mays L.*) en dos raciones diarias, se llevó a cabo la vacunación contra la enfermedad de Gumboro (vía ocular) la dosis fue una gota por pollo. Una vez finalizada la vacunación se realizó el cambio de agua simple a agua con vitaminas, el manejo de luz se suspendió 9 horas (08 pm – 05 am). Se realizó un control del desperdicio y consumo diario. En todo momento se mantuvieron los protocolos de limpieza y desinfección tanto de camas como de bebederos y comederos.

d. Etapa de finalización: Desde los 25 - 49 días. El día 26 se proporcionó el 100% de morochillo (*Zea mays L.*) como alimento único con el fin de prevenir enfermedades metabólicas como la ascitis, junto con el suministro de agua de bebida simple, posteriormente se realizó la revacunación de Newcastle más Bronquitis, con una dosis de una gota (vía oral), inmediatamente fueron adicionadas vitaminas en el agua de bebida con el propósito de controlar el estrés producido por la vacuna. El día 28 se proporcionó balanceado de engorde con la adición de diferentes niveles de harina de cúrcuma para cada tratamiento distribuido de la siguiente manera: T0 - (tratamiento testigo - dieta Base), T1 - (Dieta Base + 0.5 % de Harina de Cúrcuma), T2 - (Dieta Base + 1 % de Harina de Cúrcuma), T3 - (Dieta Base + 1.5 % de Harina de Cúrcuma) en una ración diaria, junto con el suministro de agua de bebida simple. Los pollos fueron pesados este día, con el fin de conocer su peso previo a la implementación de estas dietas. El día 30 se procedió a revacunar contra la enfermedad de Gumboro a una dosis de una gota (vía oral), inmediatamente se realizó el cambio de agua adicionándole vitaminas. Se continuó suministrando las dietas previamente mencionadas hasta el día 49. Después de este día se realizó el proceso de captura de las aves cuidando que se lleve a cabo de manera correcta sin causar moretones, quiebre de alas o hemorragias internas en las piernas. Se procedió al faenamiento de los animales, con el fin de conocer los resultados finales.

e. Programa de vacunación: El programa de vacunación utilizado se detalla en la Tabla 3.

Tabla 3: Programa de vacunación aplicado en este estudio

Edad de vacunación	Enfermedad	Vía	Dosis
0	Marek	Subcutánea	0.2 ml
8	Newcastle + Bronquitis	Ocular	Una gota
15	Gumboro	Ocular	Una gota
26	Newcastle + Bronquitis	Oral	Una gota
29	Gumboro	Oral	Una gota

8.5.6. Variables productivas para la evaluación del experimento

Se evalúa la viabilidad del proyecto a través de las principales variables productivas utilizadas en la industria avícola, mismas que deben tomarse en cuenta conjuntamente con la pigmentación resultante en los pollos. De esta manera, el proyecto demostrará su aplicabilidad y factibilidad en la industria.

Las variables productivas evaluadas son:

- ✓ Peso promedio (g/ave)
- ✓ Consumo promedio de alimento (g/ave)
- ✓ Ganancia de peso (g/ave)
- ✓ Conversión alimenticia
- ✓ Mortalidad (%)

9. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados de la presente investigación con sus respectivos análisis según el caso:

9.1. Caracterización bromatológica de la cúrcuma

La harina de cúrcuma obtenida ha sido caracterizada bromatológicamente por medio de un análisis de laboratorio, mismo que permite evaluar su composición para ser utilizada como aditivo en la dieta de los pollos de engorde. Este análisis preliminar es imprescindible ya que ofrece una idea clara del valor nutricional de la cúrcuma, además permite descartar la

presencia de componentes no deseados en la misma. En la Tabla 4 se presentan los resultados del análisis bromatológico de la harina de cúrcuma utilizada:

Tabla 4: Caracterización bromatológica de la harina cúrcuma

Parámetros	Resultados
Humedad	12.17 %
Materia seca	87.83 %
Proteína	9.81 %
Grasa	3.27 %
Fibra	17.11 %
Cenizas	4.07 %
Materia orgánica	95.93 %

En el trabajo de (44) se presenta una composición aproximada de la planta de cúrcuma, esta indica que contiene 8.92% humedad, 2.85% de ceniza, 4.60% de fibra bruta y 6.85% de grasa. También contiene 9.40% de proteína cruda y 67.38% de carbohidratos; en la investigación previa de (45) se indican los valores medios correspondientes al análisis nutricional de la cúrcuma: humedad 12.99%, grasa 4.47%, proteína 5.12%, fibra 2.12% y ceniza 4.1%. Al comparar los resultados se evidencia una similitud entre los análisis bromatológicos de los dos autores citados en esta sección y el presente proyecto de investigación, sin embargo, existe una gran diferencia en el parámetro de fibra. La diferencia entre los resultados se puede presentar debido a varios factores, tales como factores climáticos, fertilizantes, calidad del suelo, disponibilidad de agua durante el desarrollo, manejo, etc., debido a esto es de vital importancia tomar en cuenta todos estos factores antes de utilizar cualquier materia orgánica en una explotación avícola.

9.2. Análisis de las variables productivas de los pollos de engorde

En esta etapa se han calculado los principales parámetros productivos para valorar la respuesta en los pollos luego de consumir la harina de cúrcuma como aditivo en su dieta durante 49 días. Es así, que se ha logrado evaluar la eficiencia alimenticia de las dietas proporcionadas y la validez de cada una como alternativa en los procesos productivos de la industria avícola. Además, se presentan los resultados de un análisis de laboratorio realizado a los pollos de cada tratamiento para determinar si las dietas proporcionadas tienen algún efecto negativo en su composición nutricional.

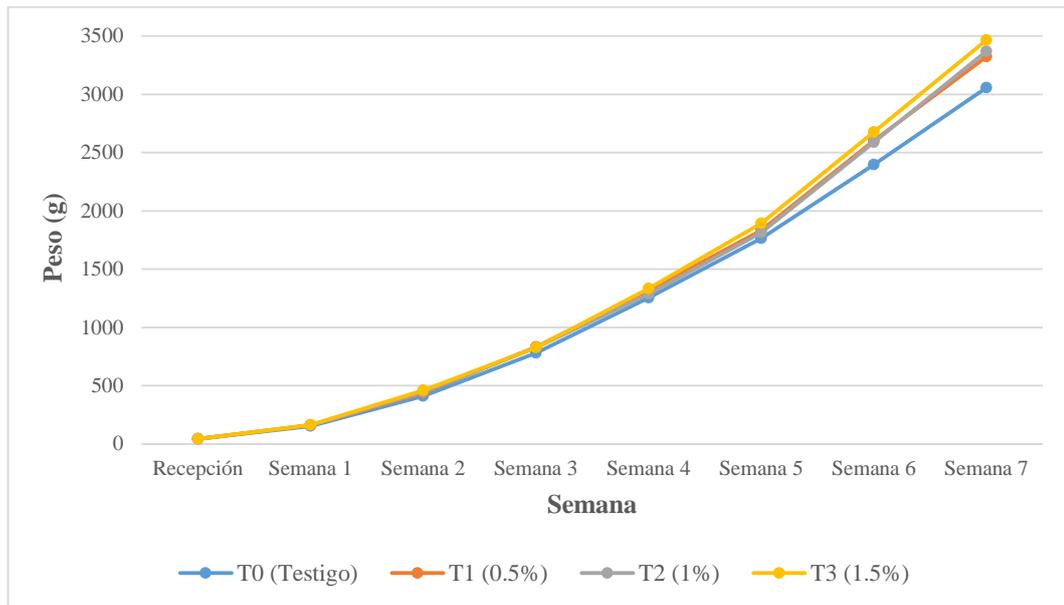
9.2.1. Peso promedio (g/ave)

El peso promedio de los pollos en cada tratamiento se registró semanalmente para su análisis. En la Tabla 5, se resumen los datos de peso recogidos, expresados como la media por cada tratamiento y, a partir de esto, se presentan los principales parámetros de interés de un análisis de varianza (ANOVA) y un test de Duncan (con un nivel de confianza de 95%). De esta manera, se puede determinar si la adición de harina de cúrcuma tiene un impacto significativamente diferente en el peso de los pollos según la cantidad proporcionada en la dieta. Es así que, en la semana 1 solo el peso en T0 presenta una diferencia significativa con el resto de tratamientos siendo el menor de todos; a partir de la semana 2 se puede observar que el T3 presenta una diferencia significativa con el resto a lo largo del experimento siendo el mayor de todos en cada semana.

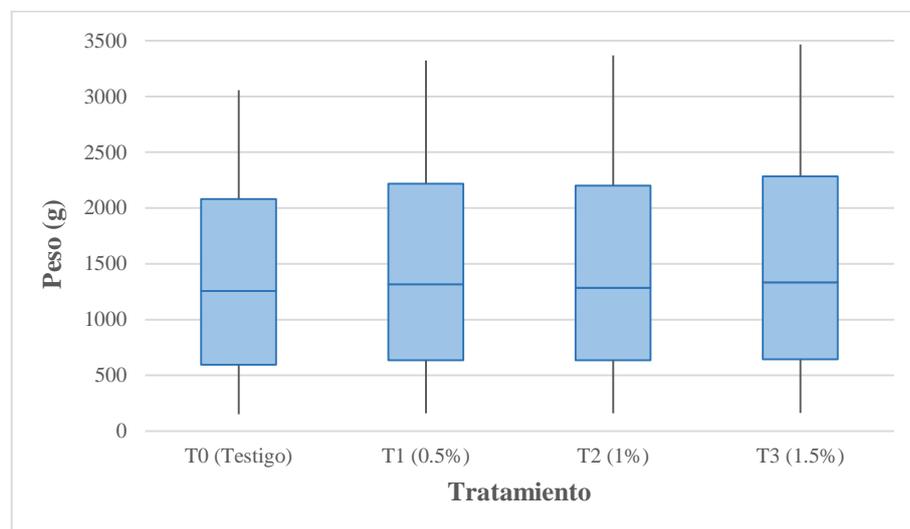
Tabla 5: Peso promedio por tratamiento. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P > 0.05$) según el test de rango múltiple de Duncan

Semana	Peso promedio (g/ave)				CV	P
	T0 (Testigo)	T1 (0.5%)	T2 (1%)	T3 (1.5%)		
Recepción	43 a	43 a	42.6 a	42.4 a	1.23	0.2206
1	151.6 b	160 a	160.2 a	162 a	2.16	0.0009
2	409.2 c	438.4 b	445.2 b	458.4 a	1.52	< 0.0001
3	778.8 b	830.4 a	825.8 a	827.2 a	1.13	< 0.0001
4	1255 c	1315.2 a	1286.2 b	1332.6 a	1.65	0.0002
5	1764.4 c	1833.2 b	1813 b	1891 a	1.31	< 0.0001
6	2395.2 c	2601.4 b	2589 b	2677.2 a	1.49	< 0.0001
7	3055.4 c	3323.4 b	3367.8 b	3465.8 a	1.67	< 0.0001

En la Figura 1, se presenta un gráfico con las tendencias del aumento de peso de los pollos en cada tratamiento. El gráfico permite visualizar en qué medida la adición de harina de cúrcuma es más efectiva para un mayor aumento de peso. En este caso, el T3 presenta un mayor y más acelerado incremento en el peso de los pollos a partir de que se les adicionó la harina de cúrcuma en su dieta, principalmente a partir de la semana 5 ya que en este punto existe un aumento muy notable en su pendiente.

Figura 1: Tendencias del aumento de peso en los pollos para cada tratamiento

La Figura 2, presenta un diagrama de cajas que permite comparar la distribución de los datos de aumento de peso entre tratamientos a través de los cuartiles de cada conjunto de datos. Se puede observar que los conjuntos de datos presentan cierta uniformidad entre el primer y el tercer cuartil y la mayor diferencia se puede apreciar en los puntos máximos de cada grupo.

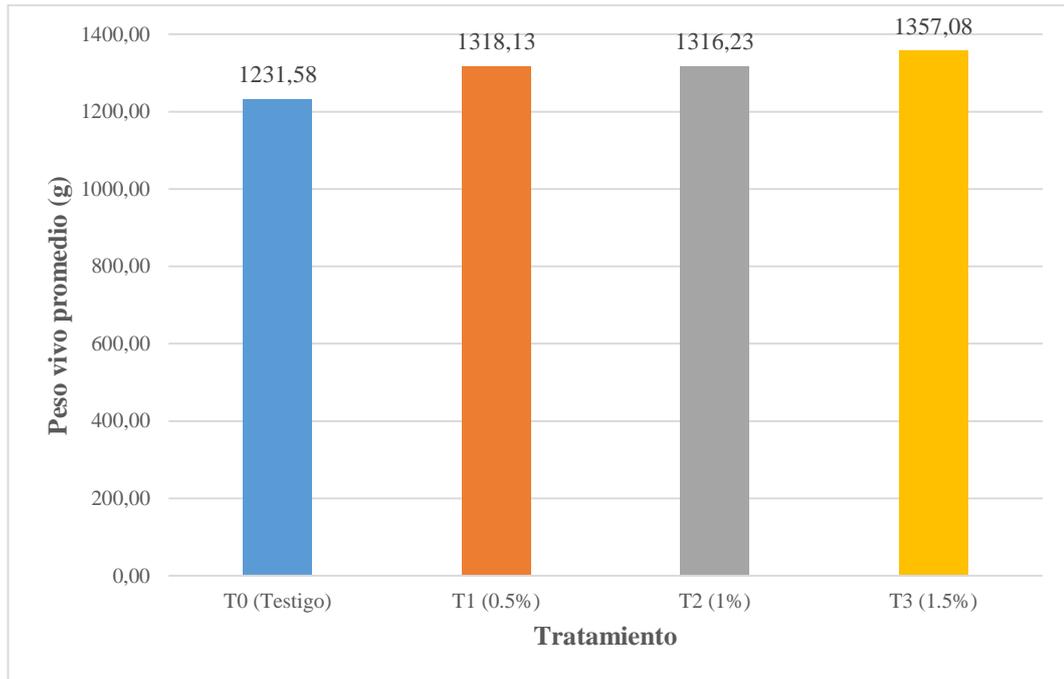
Figura 2: Diagrama de cajas para los datos de peso de cada tratamiento

El peso vivo promedio se define como el promedio de los pesos recogidos semanalmente por cada tratamiento. La Tabla 6 resume el peso vivo promedio calculado por cada tratamiento, siendo el T3 significativamente diferente del resto de tratamientos además de ser el que presenta un resultado más elevado (ver Figura 3).

Tabla 6: Peso vivo promedio por tratamiento. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P > 0.05$) según el test de rango múltiple de Duncan

Peso vivo promedio (g/ave)				CV	P
T0 (Testigo)	T1 (0.5%)	T2 (1%)	T3 (1.5%)		
1231.58 c	1318.13 b	1316.23 b	1357.08 a	0.87	< 0.0001

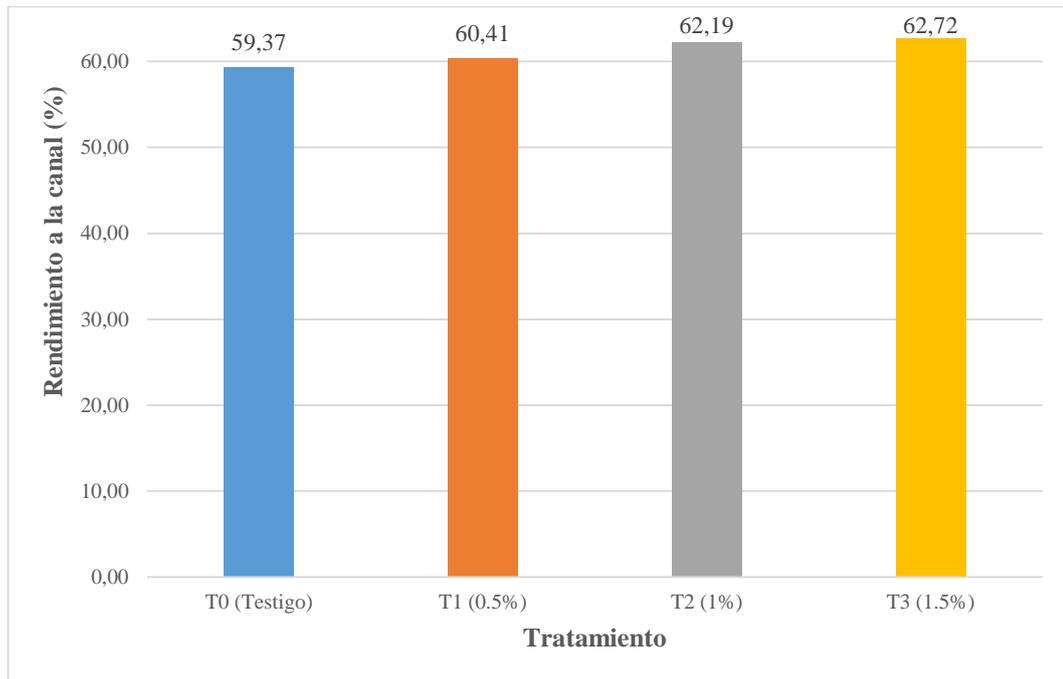
Figura 3: Gráfico de barras comparativo del peso vivo promedio por tratamiento



El rendimiento a la canal es la relación entre el peso de la canal y el peso vivo expresado en porcentaje. En la Tabla 7, se presenta el rendimiento a la canal en promedio en cada tratamiento, además, en la Figura 4 se observa que el mayor rendimiento a la canal está en T3.

Tabla 7: Rendimiento a la canal por tratamiento. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P > 0.05$) según el test de rango múltiple de Duncan

Rendimiento a la canal (%)				CV	P
T0 (Testigo)	T1 (0.5%)	T2 (1%)	T3 (1.5%)		
59.37 b	60.41 b	62.19 a	62.72 a	1.27	< 0.0001

Figura 4: Gráfico de barras comparativo del rendimiento a la canal por tratamiento

Se reporta en (46) que el peso corporal obtenido en aves alimentadas con una dieta que contenía cúrcuma a un nivel de 0.5% fue significativamente mayor que la dieta base y los otros tratamientos planteados en este estudio durante la fase de arranque; en la fase de finalización, las aves alimentadas con esta misma dieta obtuvieron nuevamente un mayor peso corporal; Según (47) el peso corporal semanal de T0 (dieta base estándar como control), T1 (dieta base + 0,25% de cúrcuma en polvo), T2 (dieta base + 0,50% de cúrcuma en polvo) y T3 (dieta base + 0,75% de cúrcuma en polvo) no difirió significativamente durante la primera y segunda semana de edad, en la tercera semana el grupo T2 y T3 logró un peso corporal significativamente mayor en comparación con los otros grupos también ganó significativamente pesos corporales más altos en comparación con el grupo de control y T1 durante la cuarta, quinta y sexta semana de edad. Los resultados de estas investigaciones coinciden en su mayoría con este proyecto, ya que, para este caso, también se obtuvieron aumentos considerables en los pesos de los tratamientos con un mayor porcentaje de adición de harina de cúrcuma, en comparación con el grupo testigo.

9.2.2. Consumo promedio de alimento (g/ave)

El consumo promedio de alimento de los pollos en cada tratamiento se registró semanalmente para su análisis. En la Tabla 8, se resumen los datos de consumo de alimento recogidos, expresados como la media por cada tratamiento y, al igual que en el apartado anterior, se presentan los parámetros de interés de un ANOVA y test de Duncan realizados para este

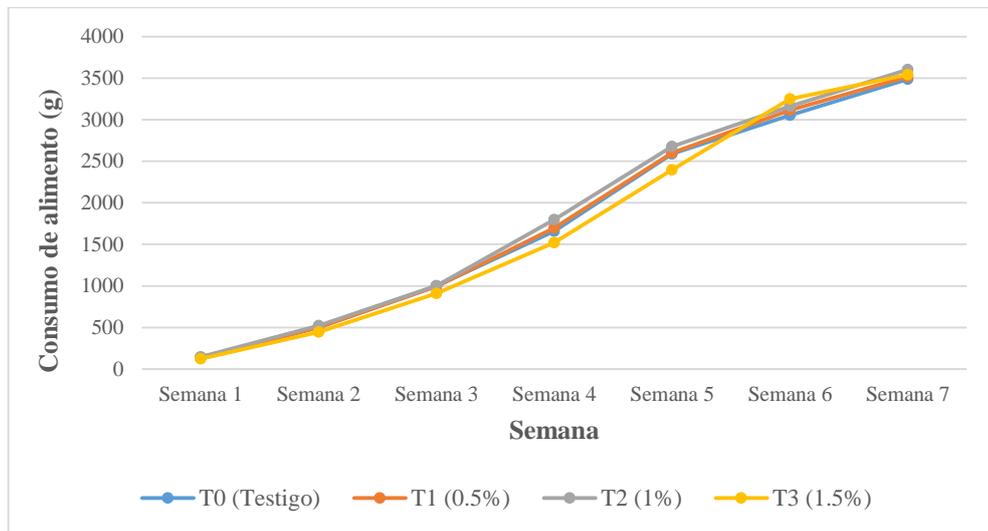
conjunto de datos. Se observa que a partir de la semana 5 hay diferencias significativas entre todos los consumos de alimento y principalmente en el T3 ya que en este se presenta una constante diferencia con el resto a lo largo del experimento.

Tabla 8: Consumo promedio de alimento por tratamiento. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P > 0.05$) según el test de rango múltiple de Duncan

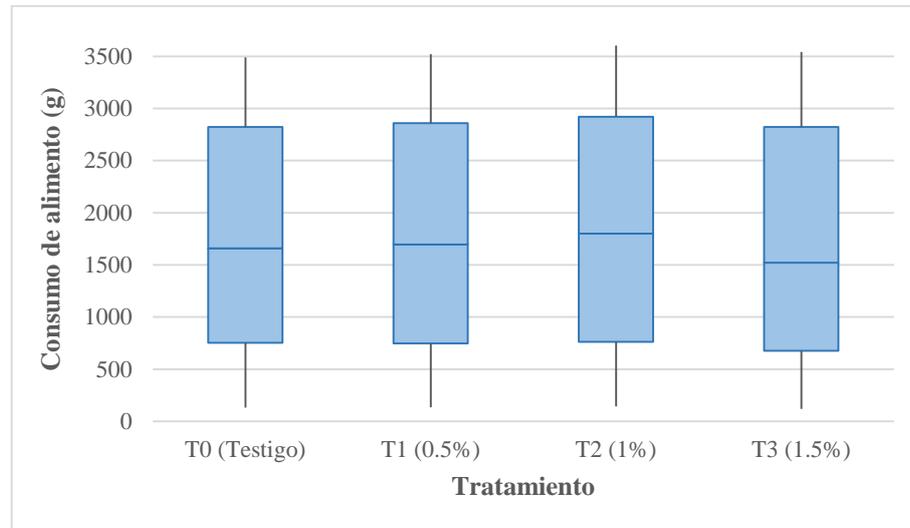
Semana	Consumo promedio de alimento (g/ave)				CV	P
	T0 (Testigo)	T1 (0.5%)	T2 (1%)	T3 (1.5%)		
1	132.6 b	136.6 ab	144.8 a	120.6 c	6.17	0.0024
2	507.2 a	498.4 a	522.4 a	445.2 b	3.47	< 0.0001
3	999.2 a	993.4 a	1002.2 a	911 b	1.19	< 0.0001
4	1660.6 b	1695.8 b	1799.4 a	1521.6 c	2.08	< 0.0001
5	2589 b	2601.4 b	2677.2 a	2395.2 c	1.49	< 0.0001
6	3053.4 c	3116.6 bc	3160.4 b	3251.8 a	1.59	0.0001
7	3490 b	3519.4 b	3601.8 a	3541.8 ab	1.29	0.0093

En la Figura 5, se presenta un gráfico con las tendencias del incremento en el consumo de alimento de los pollos en cada tratamiento. El gráfico indica que el incremento en el consumo de alimento es similar para todos los tratamientos.

Figura 5: Tendencias del consumo de alimento de los pollos para cada tratamiento



La Figura 6, presenta un diagrama de cajas que permite comparar la distribución de los datos de aumento de consumo de alimento entre tratamientos. Se puede observar que los conjuntos de datos presentan una uniformidad entre sí a lo largo de sus distribuciones.

Figura 6: Diagrama de cajas para los datos de consumo de alimento en cada tratamiento

De acuerdo con (48) se evidenció que en los tratamientos que contenían una combinación de cúrcuma: romero: canela (50: 30: 20) añadida a la dieta base para pollos Cobb 500, el consumo de alimento estuvo por debajo del consumo correspondiente al grupo testigo; se manifiesta en (49) que el T1 fue el tratamiento control con una dieta a base de 100% vitamina E (10mg/kg pv), T2 dieta conformada con 50% de extracto de achiote (150 ppm) y 50% de vitamina E (10mg/kg pv), T3 dieta con 100% de extracto de achiote (200 ppm) en esta investigación el consumo de alimento acumulado de T3 fue mayor que T1 y T2. Estas investigaciones coinciden con el presente proyecto ya que dejan en evidencia que todos los tratamientos que contienen un aditivo natural brindan un resultado más óptimo en cuanto al consumo de alimento en comparación con el grupo testigo.

9.2.3. Ganancia de peso (g/ave)

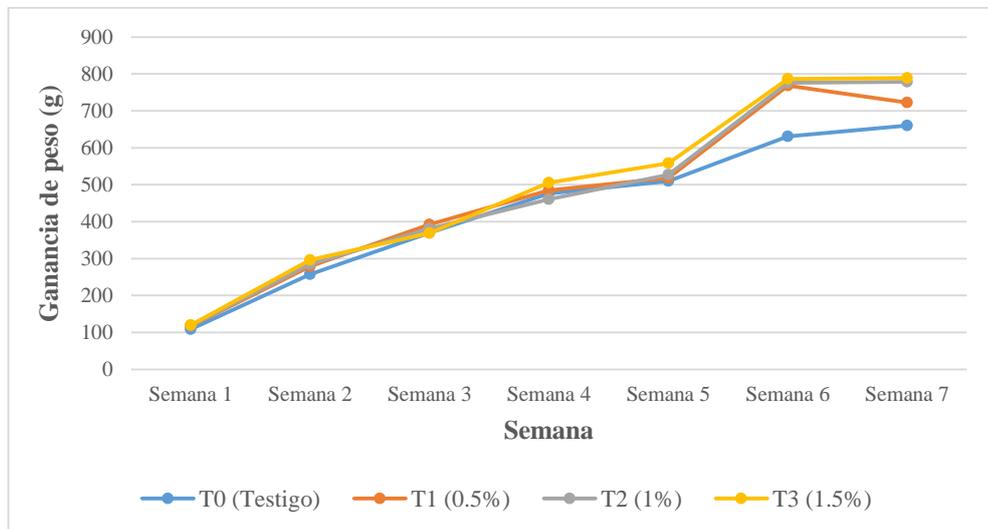
La ganancia de peso de los pollos en cada tratamiento se registró semanalmente para su análisis. En la Tabla 9, se resumen los datos de ganancia de peso recogidos, expresados como la media por cada tratamiento. Al igual que en los apartados anteriores, se presentan los parámetros de interés de un ANOVA y test de Duncan realizados para este conjunto de datos. Se observa que, de manera general, no hay una gran variabilidad entre los datos. La principal particularidad se observa en la semana 6 y la semana 7 cuando en el T0 la ganancia de peso presenta una diferencia significativa con las ganancias de peso de los demás tratamientos.

Tabla 9: Consumo promedio de alimento por tratamiento. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P > 0.05$) según el test de rango múltiple de Duncan

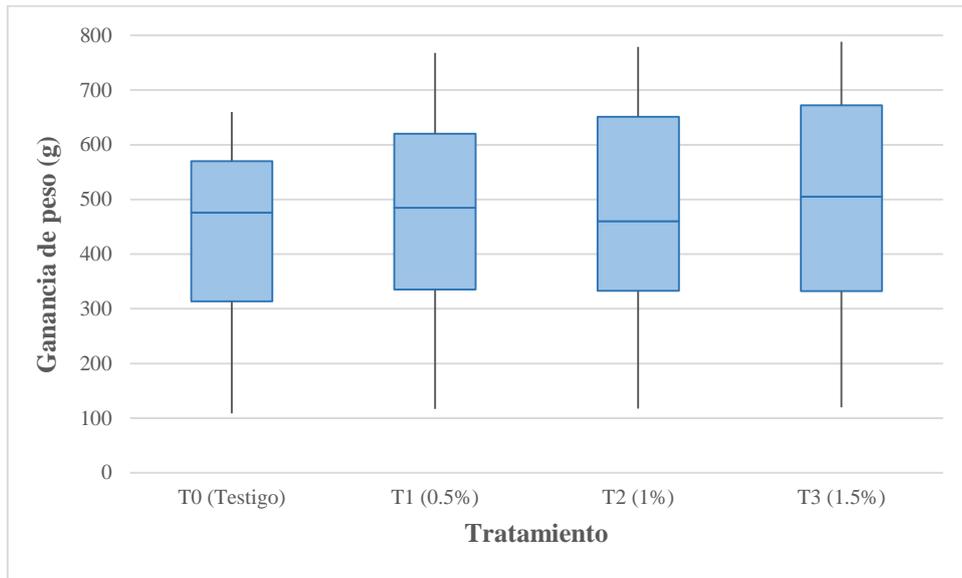
Semana	Ganancia de peso (g/ave)				CV	P
	T0 (Testigo)	T1 (0.5%)	T2 (1%)	T3 (1.5%)		
1	108.6 b	117 a	117.6 a	119.6 a	3.02	0.0007
2	257.6 c	278.4 b	285 b	296.4 a	2.96	< 0.0001
3	369.6 b	392 a	380.6 ab	368.8 b	2.83	0.0107
4	476.2 ab	484.8 ab	460.4 b	505.4 a	4.51	0.033
5	509.4 b	518 b	526.8 b	558.4 a	3.28	0.0022
6	630.8 b	768.2 a	776 a	786.2 a	3.18	< 0.0001
7	660.2 b	722 ab	778.8 a	788.6 a	9.02	0.0273

En la Figura 7, se presenta un gráfico con las tendencias del incremento en la ganancia de peso de los pollos en cada tratamiento. El gráfico indica que el incremento en la ganancia de peso es similar para todos los tratamientos hasta la semana 5 donde se observa que la ganancia de peso para el T0 no presenta un incremento considerable en comparación al resto.

Figura 7: Tendencias de la ganancia de peso de los pollos para cada tratamiento



La Figura 8, presenta un diagrama de cajas que permite comparar la distribución de los datos de ganancia de peso entre tratamientos. La principal peculiaridad que se puede citar es la falta de uniformidad en la distribución de la ganancia de peso para el T0, es decir, la dispersión de los datos entre el primer cuartil y la mediana es mayor que entre la mediana y el segundo cuartil, hecho evidenciable en la gráfica de tendencias antes descrita.

Figura 8: Diagrama de cajas para los datos de consumo de alimento en cada tratamiento

Los autores de (50) concluyeron que el polvo de cúrcuma suplementado a un nivel de 0.5% tiene un efecto significativo en el aumento de peso corporal. Los resultados del estudio también sugieren que la suplementación de polvo de cúrcuma a un 0.5% tiene un alto potencial como aplicativo comercial para el rendimiento de la producción de pollos de engorde; se da a conocer en (51) que un grupo de control no recibió suplemento, 0.5% pimienta negra (T1), 0.5% cúrcuma en polvo (T2), 2% de semillas de cilantro (T3), una mezcla de 0.5% de pimienta negra y 0.5% de cúrcuma en polvo (T4), una mezcla de 0.5% pimienta negra y 2% de semillas de cilantro (T5), y una mezcla de 0,5% de pimienta negra, 0,5% de cúrcuma en polvo y 2% de semillas de cilantro (T6). Se observaron valores significativos más altos de aumento de peso corporal durante todo el período de 5 semanas ($p < 0,001$) en pollos de engorde en T1, T3, T5 y T6 en comparación con el control. Al comparar los resultados obtenidos se puede observar que existe una diferencia importante entre los resultados expuestos en (50) y la presente investigación, ya que el mejor resultado de ganancia de peso en este trabajo se obtuvo con la adición de 1.5% de harina de cúrcuma y no con el 0.5% como manifiesta el autor del trabajo citado para la comparación. En cambio los resultados señalados por los autores de (51) concuerdan ampliamente con los de esta investigación.

9.2.4. Conversión alimenticia

La conversión alimenticia en los pollos en cada tratamiento se registró semanalmente para su análisis. En la Tabla 10, se resumen los datos de conversión alimenticia recogidos, expresados como la media por cada tratamiento. Al igual que en los apartados anteriores, se presentan los

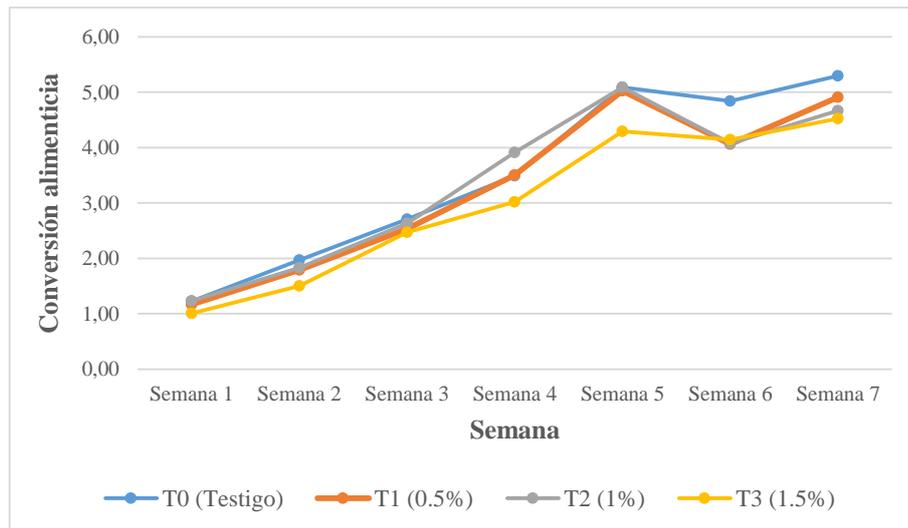
parámetros de interés de un ANOVA y test de Duncan realizados para este conjunto de datos. Se observa que a lo largo del experimento existen diferencias significativas entre los datos de conversión alimenticia de cada tratamiento, especialmente a partir de la semana 5.

Tabla 10: Conversión alimenticia por tratamiento. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P > 0.05$) según el test de rango múltiple de Duncan

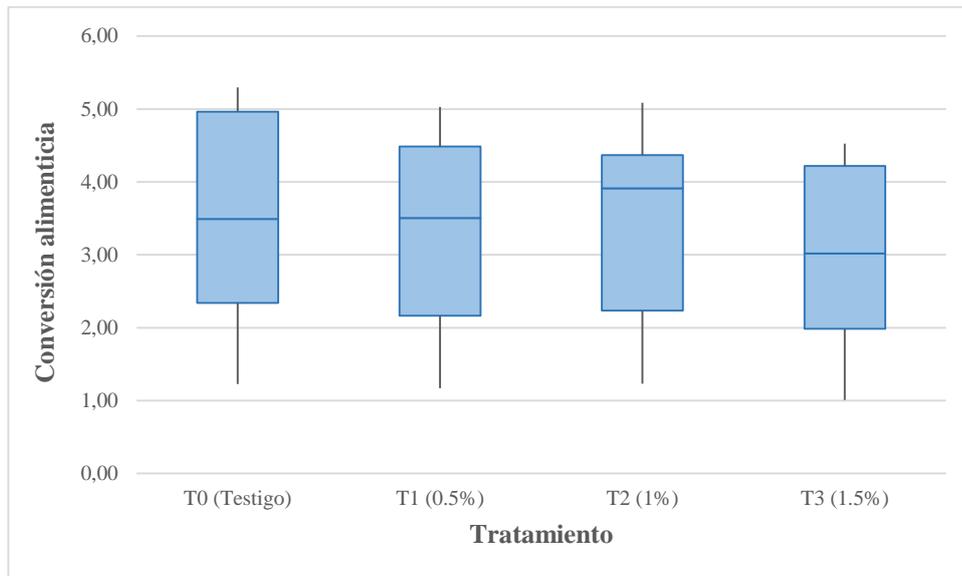
Semana	Conversión alimenticia				CV	P
	T0 (Testigo)	T1 (0.5%)	T2 (1%)	T3 (1.5%)		
1	1.22 a	1.17 a	1.23 a	1.01 b	7.93	0.0054
2	1.97 a	1.79 b	1.84 b	1.5 c	3.32	< 0.0001
3	2.71 a	2.54 bc	2.63 ab	2.47 c	2.98	0.0009
4	3.49 b	3.5 b	3.91 a	3.02 c	4.72	< 0.0001
5	5.09 a	5.03 a	5.09 a	4.29 b	3.25	< 0.0001
6	4.84 a	4.06 b	4.07 b	4.14 b	3.32	< 0.0001
7	5.3 a	4.91 ab	4.66 b	4.53 b	8.72	0.0527

En la Figura 9, se presenta un gráfico con las tendencias de la variación en la conversión alimenticia en los pollos en cada tratamiento. En el gráfico se puede observar que en la semana 5 existe una disminución en la conversión alimenticia lo cual resulta beneficioso en el análisis de este parámetro. La mejor conversión alimenticia se presenta en el T3 ya que presenta un incremento menor en comparación con resto de tratamientos.

Figura 9: Tendencias de la conversión alimenticia de los pollos para cada tratamiento



La Figura 10, presenta un diagrama de cajas que permite comparar la distribución de los datos de conversión alimenticia entre tratamientos. La principal diferencia entre las distribuciones se presenta en la conversión alimenticia del T3 en la cual se observa un rango menor y una distribución más uniforme que en el resto de tratamientos.

Figura 10: Diagrama de cajas para la conversión alimenticia en cada tratamiento

En (52) se indica que la tasa de conversión de alimento (FCR) promedio en diferentes grupos de tratamiento (T0, T1, T2, T3, T4 y T5) fue de 1.67 ± 0.005 , 1.55 ± 0.002 , 1.52 ± 0.017 , 1.47 ± 0.005 , 1.55 ± 0.003 y 1.56 ± 0.003 , respectivamente. Se observó una tasa de conversión de alimento más baja en T3 y la más alta en T5 en comparación con el grupo de control. El resultado mostró que el uso de cúrcuma y jengibre en la alimentación de los pollos de engorde tuvo un efecto significativo ($p < 0.05$) y positivo sobre la FCR y la FCR más eficiente se encontró en el grupo T3 (0.50% de cúrcuma); los autores de (53) manifiestan que todos los niveles de cúrcuma utilizados mejoraron la eficiencia de conversión alimenticia, pero la suplementación en dosis más altas (1.0 y 1.5%) mejoró las ganancias de peso corporal y mostró los mejores resultados de FCR. Al comparar los resultados mencionados por los autores que han sido citados en esta sección se observa que estos concuerdan con los obtenidos en la presente investigación ya que todos los niveles de cúrcuma utilizados obtuvieron consecuencias positivas en cuanto a la conversión alimenticia y fue el tratamiento con el porcentaje de adición de cúrcuma más alto el que obtuvo el mejor resultado.

9.2.5. Análisis nutricional

La Tabla 11, presenta los resultados de un análisis de laboratorio realizado para determinar si existió alguna alteración en la composición nutricional de los pollos en cada tratamiento. Se puede observar que no existen diferencias importantes entre el tratamiento testigo y los tratamientos en los cuales se adiciona harina de cúrcuma a la dieta.

Tabla 11: Composición nutricional de los pollos de cada tratamiento

Tratamiento	Humedad %	Materia seca %	Proteína %	Grasa %	Cenizas %	Materia orgánica%
T0 (Testigo)	69.29	30.71	20.98	9.24	6.37	93.63
T1 (0.5%)	69.27	30.73	21.82	9.24	6.24	93.76
T2 (1%)	69.11	30.89	21.64	8.99	6.18	93.82
T3 (1.5%)	69.05	30.95	21.77	8.85	6.21	93.79

9.2.6. Mortalidad (%)

En este proyecto el índice de mortalidad fue del 0%, es decir, todos los pollos vivieron hasta el final del experimento ya que las condiciones y el manejo fueron las apropiadas para este fin.

9.3. Pigmentación de los pollos de engorde

La pigmentación fue evaluada tomando como muestra dos pollos por cada tratamiento y faenándolos para poder observar su piel. A partir de esto, se pudo determinar que los pollos de los tratamientos que incluían la harina de cúrcuma en su dieta presentaron una notable pigmentación amarillenta, a diferencia de los pollos tomados del grupo testigo los cuales carecen de la misma. Los pollos que presentaron una mayor pigmentación fueron los correspondientes al tratamiento T3 (dieta base + 1.5% de harina de cúrcuma), mismo que mostró un mejor rendimiento en el análisis de las variables productivas antes detallado.

En la Figura 11, se observan los pollos tomados de cada tratamiento para la comparación de su pigmentación.

Figura 11: Pigmentación de los pollos según su tratamiento

En la Figura 12, se observa el pollo del tratamiento T3 que presentó la mayor pigmentación.

Figura 12: Pigmentación del pollo correspondiente al tratamiento T3



Existen varias investigaciones previas sobre el uso de la cúrcuma como aditivo en la alimentación de los pollos de engorde mismas que señalan resultados positivos en cuanto a la pigmentación. Se demuestra en (54) que un tratamiento formado por una dieta base + 1% de extracto de cúrcuma lipofílica causó una ligera pigmentación amarilla de la piel, sin ningún cambio en el color de la carne; los autores de (8) indican que los pollos de engorde alimentados con una dieta base más 200 mg/kg de curcumina presentaron un color amarillo en la piel, sin embargo el tono de este fue superado por la dieta que utilizó luteína como aditivo. Estas investigaciones demuestran resultados similares a los de este proyecto en cuanto a la pigmentación y demuestran la factibilidad de uso de la cúrcuma como pigmentante natural.

9.4. Determinación del índice beneficio-costos del proyecto

El factor beneficio-costos se define como la relación entre el valor de los ingresos netos y los costos totales de inversión, de esta manera se puede establecer la rentabilidad del proyecto a través de una proyección. Se han considerado los valores de los costos de inversión por pollo en cada tratamiento y los ingresos proyectados se calculan a través del peso promedio a la canal en cada tratamiento multiplicado por el costo de la libra de pollo. Para este análisis, se tomó como referencia el costo de la libra de pollo en el mercado local con un valor promedio de \$1.50. En la Tabla 12, se presentan los resultados del análisis beneficio-costos por cada tratamiento.

Tabla 12: Análisis del índice beneficio - costo

Detalle	Egresos por pollo (\$)			
	T0 (Testigo)	T1 (0.5%)	T2 (1%)	T3 (1.5%)
Alimento	3.5	3.8	4.1	4.4
Insumos	1.34	1.34	1.34	1.34
Pollos	0.75	0.75	0.75	0.75
Total egresos	5.58	5.88	6.18	6.48
Detalle	Ingresos por pollo (\$)			
	T0 (Testigo)	T1 (0.5%)	T2 (1%)	T3 (1.5%)
Total ingresos	6.00	6.64	6.93	7.19
BENEFICIO/COSTO (\$)	1.07	1.13	1.12	1.11

El índice beneficio - costo calculado representa el valor en dólares que se espera obtener como beneficio por cada dólar invertido en un pollo según su respectivo tratamiento. Cuando este factor es mayor que 1 significa que existen ganancias en el proyecto llevado a cabo.

En las conclusiones de (55) se menciona que hubieron mejores ganancias económicas en el tratamiento con adición de 0.04% de harina de palillo, siendo las ganancias económicas muy bajas en todos los tratamientos estudiados. En la investigación previa (43) los tratamientos T3 (1.5g/Kg) y T2 (1g/Kg) son los que mejor mérito económico presentaron ya que para producir 1kg de peso vivo requiere un gasto de alimento de 2.953 y 2.958, seguido del T1 (0.5g/Kg) con 3.075 respectivamente, a diferencia de T0 que registró un valor de 3.193. Se puede indicar que tuvo un efecto positivo en dicha variable, debido a que el precio de la cúrcuma en el mercado posee un bajo costo, siendo una ventaja para dicha experimentación. Al comparar los resultados de estos autores con los obtenidos en este trabajo se evidencia que la adición de cúrcuma en las dietas de pollos de engorde genera beneficios económicos para la producción.

10. IMPACTOS

10.1. Impacto social

El consumidor final asocia la salud de las aves y la frescura del producto, así como un sabor agradable, al observar nivel bueno de pigmentación en la piel del ave. En la sociedad está impregnada la idea de que un ave con la piel amarilla fue criada con una dieta a base de maíz, lo cual les recuerda el campo y sus bondades.

10.2. Impacto económico

Al utilizar un pigmentante natural como la cúrcuma el valor de inversión es bajo en comparación con los pigmentantes artificiales y el beneficio para el productor es alto.

10.3. Impacto ambiental

El utilizar un pigmentante natural es ideal tanto para el ave como para el consumidor, uno de los grandes beneficios se encuentra en torno al excedente de agua ya que al momento de ser eliminado del plantel avícola estos residuos no afectarán al ambiente.

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

11.1. Conclusiones

- ❖ El análisis bromatológico realizado a la harina de cúrcuma permitió corroborar su calidad nutricional y descartar posibles componentes perjudiciales resultantes de su manipulación, de esta manera se valida su utilización como aditivo natural en la dieta de pollos de engorde.
- ❖ Las variables productivas consideradas en este experimento presentaron diferencias relevantes entre sí, siendo el tratamiento T3 (dieta base + 1.5 % de harina de cúrcuma) el que presentó un mejor rendimiento en cada una de estas, lo cual demuestra que la dosificación empleada en este tratamiento es la más eficaz para ser aplicada en una explotación de pollos de engorde.
- ❖ En cuanto a la pigmentación de los pollos, a través del tratamiento T3 (dieta base + 1.5 % de harina de cúrcuma) se obtuvo el mejor resultado logrando una pigmentación amarilla más intensa en comparación con los demás tratamientos, sin que ninguno de estos afecte los parámetros nutricionales característicos de los pollos.
- ❖ El índice costo-beneficio obtenido en cada tratamiento resultó favorable, ya que en cada caso el resultado es mayor que 1. Se puede observar que no hay una diferencia sustancial entre los índices de los tratamientos por lo cual este factor no resulta determinante al momento de escoger una de las opciones presentadas en este proyecto.

11.2. Recomendaciones

- ❖ En vista de los resultados positivos obtenidos en este proyecto, se recomienda, para futuras experimentaciones, utilizar niveles más altos de harina de cúrcuma en las dietas suministradas a pollos de engorde para determinar la proporción máxima ideal de este aditivo y, a su vez, utilizar una mayor cantidad de unidades experimentales para validar los datos obtenidos.
- ❖ Experimentar con la combinación de cúrcuma y otros aditivos naturales en las dietas de pollos de engorde para diversificar el estudio de las opciones que tienen los productores de la industria avícola en cuanto a sus alternativas para pigmentación y rendimiento productivo.
- ❖ Se recomienda incluir un análisis del pH de la curcumina en futuras investigaciones, ya que este tiene una relación directa con la intensidad del color de la cúrcuma, la cual a su vez está relacionada de manera proporcional con la pigmentación resultante de los pollos.

12. BIBLIOGRAFÍA

1. García MÁ. El gran negocio alimentario de las proteínas. El País [Internet]. 2018; Available from: https://elpais.com/economia/2018/03/22/actualidad/1521721700_390520.html
2. Instituto Latinoamericano del Pollo. Producción Regional de Carne de Pollo [Internet]. 2019 [cited 2020 Jul 17]. Available from: <https://ilp-ala.org/produccion-regional-de-carne-de-pollo/>
3. Taípe M, León V. Evaluación de tres dietas y el efecto de dos aditivos en la alimentación de pollos parrilleros. Santo Domingo; 2007.
4. López E. Evaluación de dos aditivos comerciales solubles con bacterias acidolácticas en la crianza de pollos parrilleros. Universidad Central del Ecuador; 2016.
5. Rosales S. Estudio de Mercado Avícola enfocado a la Comercialización del Pollo en Pie, año 2012-2014. Loja: Superintendencia de Control del Poder de Mercado; 2015.
6. Gutiérrez M de los Á. Ecuador: Avicultura provee la mayor fuente de proteína animal [Internet]. 2017 [cited 2020 Jun 22]. Available from: <https://avicultura.info/ecuador-avicultura-provee-la-mayor-fuente-de-proteina-animal/>
7. Jaramillo D. Avicultura de Cotopaxi se impulsará mediante comercialización directa. Ecuador 221 [Internet]. 2020 May 25; Available from: <https://ecuador221.com.ec/2020/05/25/avicultura-de-cotopaxi-se-impulsara-mediante-comercializacion-directa/#:~:text=Según Agrocaldidad%2C Cotopaxi mantiene una,millones de aves en pie.>
8. Rajput N, Naeem M, Ali S, Zhang J, Zhang L, Wang T. The effect of dietary supplementation with the natural carotenoids curcumin and lutein on broiler pigmentation and immunity. *Poult Sci.* 2013;92(5).
9. Palomo A. Que los pollos sean amarillos no quiere decir que sean “de corral”: esta es la razón de su color. El País [Internet]. 2018; Available from: https://elpais.com/elpais/2018/07/30/buenavida/1532962875_927970.html
10. Sánchez J, Rocío. La química del color en los alimentos. *Química Viva* [Internet]. 2013;12. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/863/86329278005.pdf>

11. Estévez J, Carné S. Factores que afectan a la pigmentación de los pollos. Engormix [Internet]. 2018 Jul; Available from: <https://avicultura.info/factores-que-afectan-a-la-pigmentacion-de-los-pollos/>
12. Morales E. Posibles riesgos para la salud por consumo de colorantes artificiales [Internet]. 2020 [cited 2020 Jun 19]. Available from: <https://mejorconsalud.com/posibles-riesgos-para-la-salud-por-consumo-de-colorantes-artificiales/>
13. Velazquez J. Aditivos en los productos comestibles funciones, origen y efectos secundarios [Internet]. 2010 [cited 2020 Jul 1]. Available from: <http://ponce.inter.edu/cai/reserva/jvelazquez/aditivos.html>
14. Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 1. Requisitos [Internet]. Quito, Ecuador; 2014. Available from: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu175750.pdf>
15. FAO, OMS. Norma general para los aditivos alimentarios [Internet]. 2019. Available from: http://www.fao.org/gsfonline/docs/CXS_192s.pdf
16. Mínguez M, Pérez A, Dámaso H. Pigmentos carotenoides en frutas y vegetales; mucho más que simples “colorantes” naturales [Internet]. Sevilla; Available from: https://digital.csic.es/bitstream/10261/5754/1/IG_AGROCSIC_4.pdf
17. Núñez M, Navarro C. Guía completa de aditivos alimentarios [Internet]. Primera. Barcelona: RBA INTEGRAL; 2013. Available from: [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=X0LODwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT2&dq=clasificacion+de+los+aditivos+alimentarios&ots=1pD1oJVzyl&sig=pP9jFWduSb9PQpcxwU5CpjpgU4x8#v=onepage&q=clasificacion de los aditivos alimentarios&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=X0LODwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT2&dq=clasificacion+de+los+aditivos+alimentarios&ots=1pD1oJVzyl&sig=pP9jFWduSb9PQpcxwU5CpjpgU4x8#v=onepage&q=clasificacion+de+los+aditivos+alimentarios&f=false)
18. Parra VP. Estudio comparativo en el uso de colorantes naturales y sintéticos en alimentos, desde el punto de vista funcional y toxicológico [Internet]. Universidad Austral de Chile; 2004. Available from: http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/acym/colorantes_II.pdf
19. Kobylewski S, Jacobson M. Food Dyes A Rainbow of Risks [Internet]. First. Washington, DC: Center for Science in the Public Interest; 2010. Available from: <https://cspinet.org/sites/default/files/attachment/food-dyes-rainbow-of-risks.pdf>

20. Sing de Ugaz O. Colorantes Naturales [Internet]. Primera. Lima: Fondo Editorial 1997; 1997. Available from:
https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=LjmH_3qjaEIC&oi=fnd&pg=IA7&dq=colorantes+naturales+en+alimentos&ots=mKCUdolZrv&sig=254ozQw4FCIVfwSG5GksL7P8wRk#v=onepage&q=en+años+recientes&f=false
21. Lopez I. Fitobiótico: La fórmula para conseguir el máximo beneficio en producción animal [Internet]. 2015. Available from:
[https://www.engormix.com/porcicultura/articulos/fitobiotico-formula-conseguir-maximo-t32803.htm#:~:text=Los Fitobióticos son extractos vegetales,o frutos de las plantas.&text=Sinergia entre los aceites esenciales y los ácidos orgánicos.](https://www.engormix.com/porcicultura/articulos/fitobiotico-formula-conseguir-maximo-t32803.htm#:~:text=Los+Fitobióticos+son+extractos+vegetales,+o+frutos+de+las+plantas.&text=Sinergia+entre+los+aceites+esenciales+y+los+ácidos+orgánicos.)
22. Meléndez A, Vicario I, Heredia F. Importancia nutricional de los pigmentos carotenoides. Arch Latinoam Nutr [Internet]. 2004;54. Available from:
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222004000200003
23. Saiz de Cos P. Cúrcuma I (Curcuma longa L.). Reduca (Biología) [Internet]. 2014;7. Available from: [https://eprints.ucm.es/27836/1/CÚRCUMA Paula Saiz.pdf](https://eprints.ucm.es/27836/1/CÚRCUMA+Paula+Saiz.pdf)
24. Vera J. Evaluación del efecto antimicrobiano de los aceites esenciales de jengibre (*Zingiber officinale*) y Cúrcuma (*Curcuma longa*) frente a la bacteria *Staphylococcus aureus* ATCC: 12600 [Internet]. Politécnica Salesiana Sede Cuenca; 2018. Available from: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15045/1/UPS-CT007429.pdf>
25. Quispe M. La cúrcuma como pigmento pictórico, en San Juan del Oro-Sandia 2016 [Internet]. Universidad Nacional del Altiplano; 2017. Available from:
http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4725/Quispe_Canaza_Mary_Luz.pdf?sequence=3&isAllowed=y
26. López P. Química e industria de la curcumina [Internet]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2017. Available from:
http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/7516/Lopez_cp.pdf?sequence=1&isAllowed=y
27. Cecilio Filho AB, José de Souza R, Trevizan Braz L, Tavares M. Cúrcuma: plantas medicinales, especias y otros usos potenciales. Cienc Rural [Internet]. 2000;30. Available from: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782000000100028&lng=pt&tlng=pt

28. Lewin J. The health benefits of turmeric [Internet]. 2018 [cited 2020 Jul 10]. Available from: <https://www.bbcgoodfood.com/howto/guide/health-benefits-turmeric>
29. Mishra P. Curcuma y Capsicum Fitobióticos en la nutrición avícola I. 2016;
30. Alvis A, Arrazola G, MartinezWalter. Evaluación de la Actividad y el Potencial Antioxidante de Extractos Hidro-Alcohólicos de Cúrcuma (*Cúrcuma longa*). *Inf tecnológica* [Internet]. 2012;23. Available from: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642012000200003&script=sci_arttext&tlng=en
31. Torres E, Guillén Z, Hermosilla R, Arias Q, Vogel C, Almeida M. Empleo de ultrasonido en la extracción de curcumina a partir de su fuente natural. *Rev Cuba Plantas Med* [Internet]. 2014;19. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1028-47962014000100003&script=sci_arttext&tlng=pt
32. Solis B, Hernandez D, Petrone V, Pontin K, Latorre J, Beyssac E, et al. Evaluation of Cellulosic Polymers and Curcumin to Reduce Aflatoxin B1 Toxic Effects on Performance, Biochemical, and Immunological Parameters of Broiler Chickens. *Toxins* (Basel). 2019;11.
33. AgriNews. Nutrición animal [Internet]. [cited 2020 Jul 12]. Available from: <https://nutricionanimal.info/nutricion-animal/>
34. Amaya S. Generalidades sobre Nutrición Animal - Parte 1 - Conceptos Básicos [Internet]. [cited 2020 Jul 13]. Available from: <https://www.veterinarioalternativo.com/index.php/articulos/disciplinas/nutricion/item/67-generalidades-sobre-nutricion-animal-parte-1-conceptos-basicos>
35. Mendivil S. Clasificación de los Principales Forrajes Utilizados en la Alimentación de Ganado Bovino Lechero a Través del Valor Relativo del Forraje en el Departamento de Santa Cruz [Internet]. Universidad de Aquino Bolivia; 2018. Available from: https://www.researchgate.net/profile/Carlos_Rojas70/publication/326697144_Clasificacion_de_los_Principales_Forrajes_Utilizados_en_la_Alimentacion_de_Ganado_Bovino_Lechero_a_Traves_del_Valor_Relativo_del_Forraje_VRF_en_el_Departamento_de_Santa_Cruz/links/5
36. Rostagno H, Teixeira L, Donzele J, Gomes P, de Oliveira RF, Lopes D, et al. Tablas

- Brasileñas para Aves y Cerdos Composición de Alimentos y Requerimientos Nutricionales [Internet]. Segunda. Rostagno HS, editor. Viçosa: Universidad Federal de Viçosa; 2005. Available from:
http://www.fagro.edu.uy/nutrical/ensenanza/avicultura/Tablas_aves_y_cerdos.pdf
37. Cobb-Vantress. Guía de Manejo del Pollo de Engorde [Internet]. 2013. Available from:
<http://www.pronavicola.com/contenido/manuales/Cobb.pdf>
 38. Álvarez A. Fisiología comparada de los animales domésticos. UNAH; 2002.
 39. Bondi AA. Nutrición Animal. Acribia, editor. Zaragoza; 1993.
 40. Lazo JP. Evaluación de la conversión alimenticia en pollos broiler mediante la inclusión de harinas de origen animal como proteína base [Internet]. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca; 2016. Available from:
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12165/1/UPS-CT006107.pdf>
 41. Almirón E. Bioquímica de la digestión de las aves [Internet]. Primera. Argentina; 2013. Available from:
http://ecaths1.s3.amazonaws.com/catbioquimicavet/1692361151.Bioquímica_de_la_digestión_de_las_aves.Docx.
 42. Lazcano D. Bioquímica de la Digestión Monogástricos y Aves [Internet]. 2014 [cited 2020 Jul 28]. Available from: <http://slideplayer.es/slide/117841/>
 43. Sánchez RL. Efecto de varios niveles de dietarios de cúrcuma (*Cúrcuma Longa* Linn) en el comportamiento productivo de pollos de carne cobb 500 [Internet]. Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”; 2019. Available from:
http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/4587/BC-TES-3403_SANCHEZ_CUBAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 44. Ikpeama A, Onwuka GI, Nwankwo C. Nutritional Composition of Tumeric (*Curcuma longa*) and its Antimicrobial Properties. *Int J Sci Eng Res.* 2014;5(10).
 45. Sana S, Muhammad Umair Arshad, Farhan S, Ahmad R, Ali I, Tabussam T. Nutritional characterization of cinnamon and turmeric with special reference to their antioxidant profile. *Int J Biosci.* 2019;15.
 46. F.D. D, Mohammad I, Asad S, Suhail SM, Chand N, Durrani Z. Effect of different levels of feed added turmeric (*Curcuma longa*) on the performance of broilers chicks. *J*

- Agric Biol Sci. 2006;1.
47. Choudhury D, Mahanta JD, Sapkota D, B.N. S, Rafiqul I. Effect of Dietary Supplementation of Turmeric (*Curcuma longa*) Powder on the Performance of Commercial Broiler Chicken. *Int J Livest Res.* 2018;8.
 48. Clavo E. Cúrcuma (*Curcuma longa*), Romero (*Rosmarinus officinalis*) y Canela (*Cinnamomum zeylanicum*), en proporción 50: 30: 20, en la dieta de pollos de carne. Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”; 2015.
 49. Caspote M. Efecto del reemplazo de la vitamina E por un antioxidante natural (Annato extract) sobre los parámetros productivos de pollo de engorde. [Internet]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2014. Available from: http://cybertesis.unmsm.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/cybertesis/4512/Castope_hm.pdf?seq%0Auence=1%0D
 50. Mondal M, Yeasmin T, Karim R, Nurealam M, Raihanun-Nabi S, Sayed M, et al. Effect of dietary supplementation of turmeric (*Curcuma longa*) powder on the growth performance and carcass traits of broiler chicks. *SAARC J Agric.* 2015;
 51. Abou-Elkhair R, Ahmed HA, Selim S. Effects of Black Pepper (*Piper Nigrum*), Turmeric Powder (*Curcuma Longa*) and Coriander Seeds (*Coriandrum Sativum*) and Their Combinations as Feed Additives on Growth Performance, Carcass Traits, Some Blood Parameters and Humoral Immune Response of Broiler C. *Asian Australas J Anim Sci.* 2014;27.
 52. Kafi A, Uddin MN, Uddin MJ, Khan MM., Haque ME. Effect of Dietary Supplementation of Turmeric (*Curcuma longa*), Ginger (*Zingiber officinale*) and their Combination as Feed Additives on Feed Intake, Growth Performance and Economics of Broiler. *Int J Poult Sci.* 2017;
 53. Arslan M, Haq A ul, Ashraf M, Iqbal J, Mund M, Danish. Effect of Turmeric (*Curcuma longa*) Supplementation on Growth Performance, Immune Response, Carcass Characteristics and Cholesterol Profile in Broilers. *Veterinaria.* 2017;66.
 54. Johannah N, Ashil J, Balu M, Krishnakumar I. Dietary addition of a standardized extract of turmeric (TurmaFEEDTM) improves growth performance and carcass quality of broilers. *J Anim Sci Technol.* 2018;

55. Llerena G. Efecto de tres niveles de harina de palillo (*Curcuma longa* L.) en la pigmentación y comportamiento productivo de pollos broiler en Pucallpa. Universidad Nacional de Ucayali; 2016.

13. ANEXOS

Anexo 1. Aval de traducción



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por la señorita egresada de la **CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES: PAZ SEGOVIA CAMILA MISHELL** cuyo título versa **“UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE CÚRCUMA (*CURCUMA LONGA*) 0.5; 1 Y 1.5 % PARA LA PIGMENTACIÓN DE LA CARNE DE POLLOS DE ENGORDE”**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a la peticionaria hacer uso del presente certificado de la manera ética que estime conveniente.

Latacunga, septiembre del 2020

Atentamente,


MSc. Alison Mena-Barthelemy
**DOCENTE CENTRO DE
IDIOMAS C.C. 0501801252**



CENTRO
DE IDIOMAS

Anexo 2. Hoja de vida de la tutora del proyecto de investigación**DATOS PERSONALES DEL TUTOR****APELLIDOS:** SILVA DELEY**NOMBRES:** LUCIA MONSERRATH**ESTADO CIVIL:** CASADA**CEDULA DE CIUDADANÍA:** 060293367-3**LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO:** RIOBAMBA, 11- ENERO-1976**DIRECCIÓN DOMICILIARIA:** GALO PLAZA 28-55 Y JAIME ROLDOS**TELÉFONO CONVENCIONAL:** 032366764**CORREO ELECTRÓNICO:** lucia.silva@utc.edu.ec**ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS**

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO EN EL CONESUP	CODIGO DEL REGISTRO CONESUP
TERCER	INGENIERO ZOOTECNISTA	2002-09-26	1002-02-266197
CUARTO	MAGISTER EN PRODUCCION ANIMAL CON MENCION EN NUTRICION ANIMAL	2011-03-22	1002-11-724738

HISTORIAL PROFESIONAL**FACULTAD EN LA QUE LABORA:** FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES (CAREN)**ÁREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA:** NUTRICIÓN ANIMAL**FECHA DE INGRESO A LA UTC:** 01-02-2017

Firma

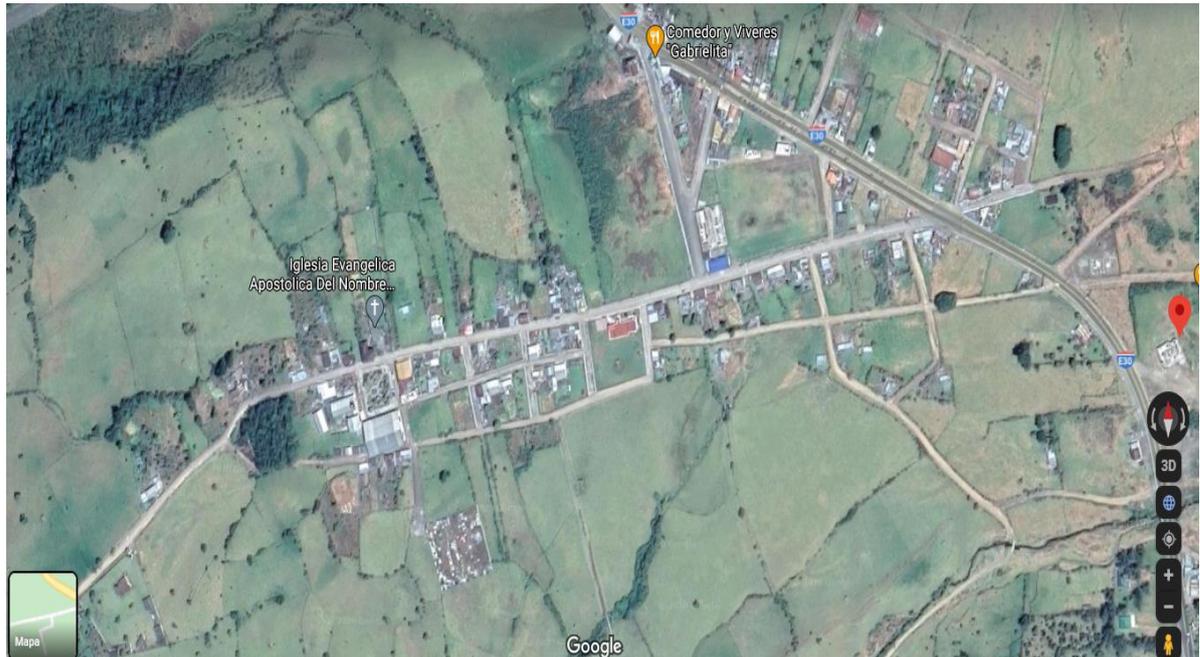
Anexo 3. Hoja de vida de la estudiante**DATOS PERSONALES DE LA ESTUDIANTE****APELLIDOS:** PAZ SEGOVIA**NOMBRES:** CAMILA MISHHELL**ESTADO CIVIL:** SOLTERA**CEDULA DE CIUDADANÍA:** 172593770-8**LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO:** LATACUNGA, 17-JUNIO-1995**DIRECCIÓN DOMICILIARIA:** ISLA ESPAÑOLA E ISLA SANTA FÉ**TELÉFONO:** 0983640118**CORREO ELECTRÓNICO:** camila.paz7708@utc.edu.ec**ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS**

TIPO DE TÍTULO	TÍTULO OBTENIDO	FECHA DE GRADO	N° DE TÍTULO
BACHILLER	CIENCIAS - ESPECIALIDAD QUÍMICO BIOLÓGICAS	2013-07-26	0047820

UNIDAD ACADÉMICA EN LA QUE ESTUDIA: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**CARRERA A LA QUE PERTENECE:** MEDICINA VETERINARIA

Firma

Anexo 4. Ubicación en la que se llevó a cabo el proyecto de investigación



Anexo 5. Fotografías de los diferentes procedimientos



Lavado de los rizomas de la cúrcuma



Rebanado de los rizomas de cúrcuma



Pesaje de los rizomas de cúrcuma luego de ser rebanados



Exposición de los rizomas de cúrcuma al sol



Rizomas de cúrcuma deshidratados



Molienda de los rizomas de cúrcuma



Cúrcuma obtenida



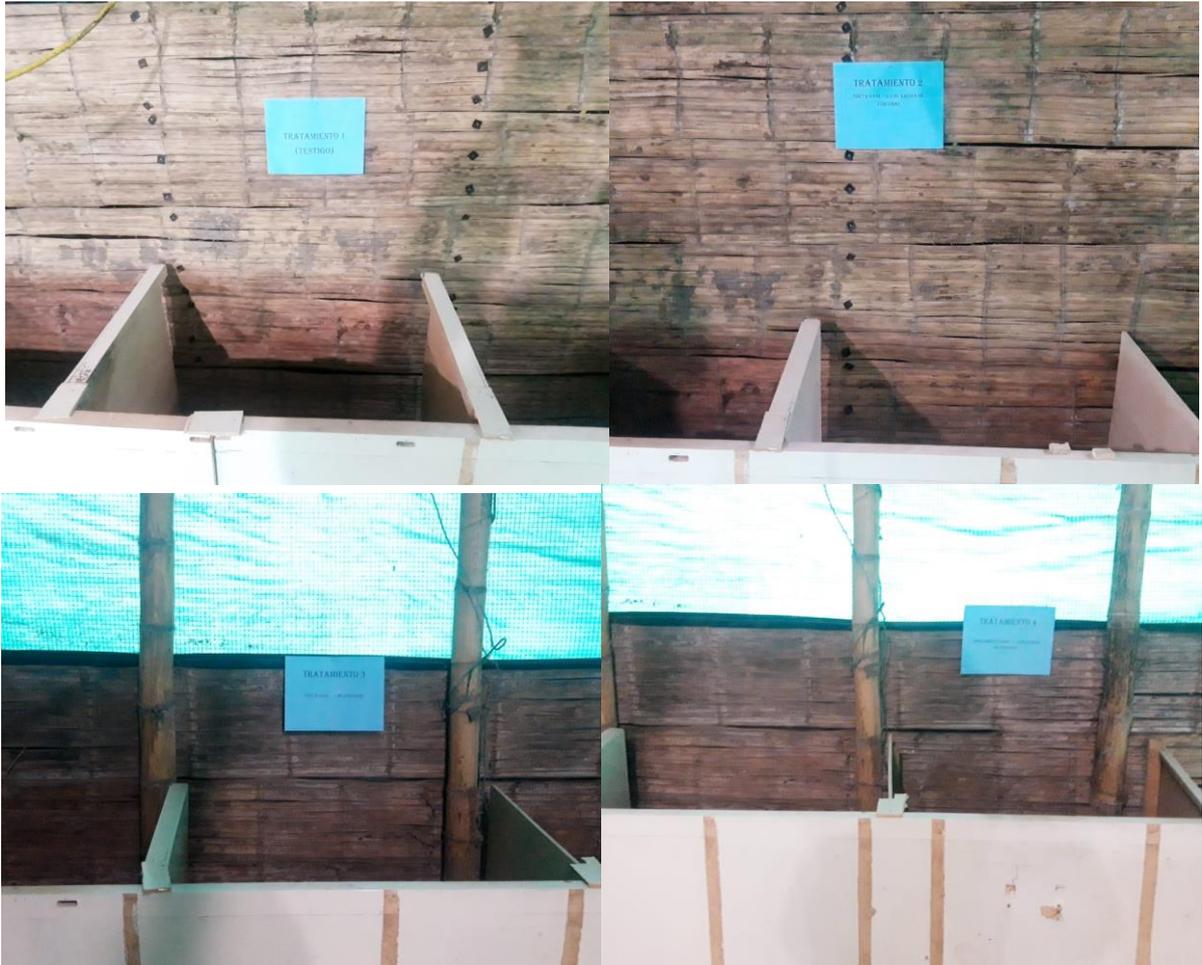
Limpieza externa del galpón y colocación del pediluvio



Limpieza y desinfección del área interna del galpón



Acondicionamiento del área para cada tratamiento y sus repeticiones



Áreas designadas a los diferentes tratamientos



Recepción de los pollitos bb Cobb500



Etapa inicial



Etapa de crecimiento



Etapa de finalización



Faenamiento de los pollos