



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ**  
**EXTENSIÓN EN EL CARMEN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

Creada Ley No 10 – Registro Oficial 313 de Noviembre 13 de 1985



**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**


TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO AGROPECUARIO

**“Evaluación de mezclas con pigmentantes vegetales en manejo de pollos de engorde”**

**AUTOR:** David Leonardo Arteaga Wintong

**TUTORA:** Ing. Janeth Rocío Jácome Gómez, Mg. PhD

El Carmen, febrero del 2026

	<b>NOMBRE DEL DOCUMENTO:</b> <b>CERTIFICADO DE TUTOR(A)</b>	<b>CÓDIGO: PAT-04-F-004</b>
	<b>PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>	<b>REVISIÓN: 1</b> Página II de 58

## CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Extensión El Carmen de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante **David Leonardo Arteaga Wintong**, legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico 2025 (2), cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **“Evaluación de mezclas con pigmentantes vegetales en manejo de pollos de engorde”**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

El Carmen, 5 de febrero del 2026.



Ing. Janeth Rocío Jácome Gómez, Mg. PhD  
**Docente Tutor**  
**Área:** Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria

**UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ  
EXTENSIÓN EN EL CARMEN**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**TÍTULO:**


**Evaluación de mezclas con pigmentantes vegetales en manejo de pollos de  
engorde.**

**AUTOR:** David Leonardo Arteaga Wintong

**TUTORA:** Ing. Janeth Rocío Jácome Gómez, Mg. PhD

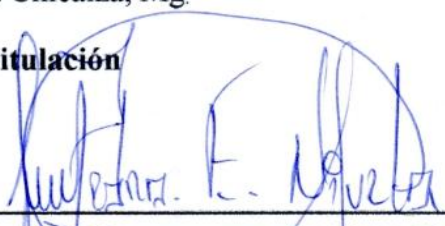
**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO AGROPECUARIO**

**TRIBUNAL DE TITULACIÓN**

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Marco Vinicio De la Cruz Chicaiza, Mg.

**Presidente tribunal de titulación**

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Nexar Vismar Cobeña Loor. Mg.  
**Miembro del tribunal de titulación**

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Pedro Eduardo Nivelá Morante Mg.  
**Miembro del tribunal de titulación**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, David Leonardo Arteaga Wintong con cedula de ciudadanía 131160408-4, estudiante de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Extensión El Carmen, de la Carrera Ingeniería Agropecuaria, declaro que soy autor de la tesis titulada **“Evaluación de mezclas con pigmentantes vegetales en manejo de pollos de engorde”**, esta obra es original y no infringe derechos de propiedad intelectual. Asumo la responsabilidad total en su contenido y afirmo que todos los conceptos, ideas, textos y resultados que no son de mi autoría, están debidamente citados y referenciados

Atentamente,

  
David Leonardo Arteaga Wintong

## DEDICATORIA

*“La vida es como andar en bicicleta. Para mantener el equilibrio, debes seguir adelante.” —*  
**Albert Einstein**

Dedico este triunfo, en primer lugar, a Dios, cuya luz concedió la sabiduría y la fortaleza necesarias para culminar la carrera de Ingeniería Agropecuaria. A mis amados padres, Luis Leonardo Leofredo Arteaga Vera y Aidee Auxiliadora Wintong García, cuyo esfuerzo inquebrantable, consejo oportuno y ejemplo de integridad me impulsaron a culminar la carrera de Ingeniería Agropecuaria. A mis hijos, Jemima Abigail Arteaga Zambrano y Job David Arteaga Zambrano, para que sepan que la dedicación y el esfuerzo convierten los sueños en realidad. Y a mi querida esposa María Auxiliadora Guerrero Angulo quien me apoyó en todo momento con amor y dedicación para no flaquear en momentos difíciles. Que este logro sea un testimonio de gratitud, amor y esperanza para todos quienes han creído en mí.

*David Leonardo Arteaga Wintong*

## AGRADECIMIENTO

*“El valor de una educación no es el aprendizaje de muchos hechos, sino el entrenamiento de la mente para pensar.” — Albert Einstein*

Expreso mi más sincero reconocimiento a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, cuyo compromiso con la excelencia académica y la investigación hizo posible mi crecimiento profesional como Ingeniero Agropecuario. Gracias a sus docentes, infraestructura y recursos científicos, se forjaron las competencias que hoy pongo al servicio de la agricultura sostenible.

Asimismo, manifiesto una profunda gratitud a la Ing. Janeth Rocío Jácome Gómez, Mg., PhD, por su guía experta y su constante apoyo a lo largo de todo el proceso de titulación. Su orientación metodológica, su rigor científico y su confianza inquebrantable fueron fundamentales para la culminación exitosa de este trabajo académico.

*David Leonardo Arteaga Wintong*

## ÍNDICE

<b>TRIBUNAL DE TITULACIÓN</b> .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>V</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>VI</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>IX</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>X</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXO</b> .....	<b>XI</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>XII</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>XIII</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>2</b>
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>4</b>
<b>HIPÓTESIS</b> .....	<b>4</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>5</b>
<b>1 METODOLOGÍA</b> .....	<b>5</b>
<b>1.1 Localización de la unidad experimental</b> .....	<b>5</b>
<b>1.2 Caracterización climatológica de la zona</b> .....	<b>5</b>
<b>1.3 Métodos</b> .....	<b>5</b>
<b>1.3.1 Método empírico</b> .....	<b>5</b>
<b>1.3.2 Método experimental</b> .....	<b>6</b>
<b>1.4 Variables</b> .....	<b>6</b>
<b>1.4.1 Variables independientes</b> .....	<b>6</b>
<b>1.4.2 Variables dependientes</b> .....	<b>6</b>
<b>1.5 Unidad experimental</b> .....	<b>6</b>
<b>1.6 Análisis estadístico</b> .....	<b>7</b>
<b>1.7 Diseño experimental</b> .....	<b>7</b>
<b>1.8 Manejo de la investigación con la adición de pigmento natural en mezcla alimenticia</b> .....	<b>8</b>
<b>1.9 Metodología de evaluación</b> .....	<b>9</b>
<b>1.9.1 Variables analizadas</b> .....	<b>9</b>
<b>1.9.2 Peso promedio (PP)</b> .....	<b>9</b>
<b>1.9.3 Conversión alimenticia semanal (CA_s)</b> .....	<b>9</b>
<b>1.9.4 Nivel de pigmentación cutánea</b> .....	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>9</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>9</b>
<b>2.1 Generalidades de la producción de pollos de engorde</b> .....	<b>9</b>
<b>2.2 Importancia de la nutrición en la producción de pollos de engorde</b> .....	<b>11</b>
<b>2.2.1 Inicio precoz de la alimentación y la hidratación</b> .....	<b>11</b>
<b>2.2.2 Tamaño de partícula y forma física de la dieta</b> .....	<b>11</b>

2.3	Requerimientos nutricionales de los pollos de engorde .....	11
2.3.1	Función de la fibra insoluble.....	11
2.3.2	Proteína y perfil de aminoácidos .....	11
2.3.3	Vitaminas, oligoelementos y fases dietéticas .....	12
2.4	Pigmentantes vegetales en la producción de pollos de engorde .....	13
2.5	Mezclas con pigmentantes vegetales .....	13
2.5.1	Fundamento químico–fisiológico .....	14
2.6	Efecto de harinas vegetales sobre la pigmentación cutánea en pollos .....	15
2.7	Efecto de la inclusión de harinas pigmentantes sobre el desempeño productivo de pollos de engorde .....	15
2.8	Tipo de pigmentante presente en la col morada ( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> f. <i>rubra</i> ) 16	
2.8.1	Relación fisiológica entre antocianinas y el incremento del desempeño productivo en pollos de engorde .....	16
	ESTADO DEL ARTE .....	18
	CAPITULO III.....	21
	DESARROLLO DE LA PROPUESTA .....	21
3.1	Descripción del sistema.....	21
3.1.1	El presupuesto del sistema experimental .....	22
3.2	Diseño y selección de tecnologías.....	22
3.2.1	Enfoque tecnológico del sistema productivo .....	22
3.2.2	Tecnología alimentaria y uso de balanceado comercial .....	23
3.2.3	Tecnología de pigmentación natural y col morada.....	23
3.2.4	Tecnología de aplicación del extracto vegetal .....	23
3.2.5	Tecnología ambiental y de bienestar animal.....	24
3.2.6	Impacto tecnológico en la estrategia de mercado .....	24
3.3	Plan de implementación.....	24
3.4	Resultados.....	25
3.4.1	Efecto de los niveles de inclusión de extracto de col morada sobre el consumo de agua por tratamiento.....	25
3.4.2	Comportamiento del peso corporal de pollos de engorde suplementados con extracto de col morada .....	27
3.4.3	Ganancia de peso .....	28
3.4.4	Conversión alimenticia .....	29
3.4.5	Pigmentación cutánea.....	30
	CAPÍTULO IV .....	32
	CONCLUSIONES.....	32
	RECOMENDACIONES.....	33
	CAPÍTULO V.....	34
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34
	ANEXOS.....	42

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Caracterización climatológica de la zona.....	5
<b>Tabla 2.</b> Esquema de análisis de la varianza (ANOVA).....	7
<b>Tabla 3.</b> Distribución de tratamientos y tamaño muestral de pollos broiler según la dosis de pigmento vegetal .....	7
<b>Tabla 4.</b> Consumo per cápita histórica de carne de pollo en Ecuador.....	10
<b>Tabla 5.</b> Necesidades nutricionales de los pollos de engorde .....	12
<b>Tabla 6.</b> Uso de pigmentantes locales en pollos de engorde.....	13
<b>Tabla 7.</b> Criterios de formulación de mezclas.....	14
<b>Tabla 8.</b> Intensidad cromática de la piel de pollos con tres pigmentos naturales (escala 1–16*) .....	15
<b>Tabla 9.</b> Composición nutricional real de la col morada.....	17
<b>Tabla 10.</b> Costos de implementación del sistema experimental para la producción de pollos de engorde.....	22
<b>Tabla 11.</b> Plan de implementación del sistema productivo con extracto líquido de col morada en pollos de engorde.....	24
<b>Tabla 12.</b> Peso corporal (kg) de pollos de engorde a los 14, 21, 28, 34 y 38 días de edad bajo diferentes tratamientos .....	28
<b>Tabla 13.</b> <i>Conversión alimenticia (kg alimento/kg peso vivo) de pollos de engorde bajo diferentes niveles de tratamiento.....</i>	29
<b>Tabla 14.</b> <i>Pigmentación cutánea (escala de Roche) en pechuga, pierna y patas de pollos de engorde según tratamiento.....</i>	30

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación del experimento .....	5
<b>Figura 2.</b> Consumo semanal de agua por lote de pollos de engorde (8 aves) suplementados con extracto de col morada .....	26
<b>Figura 3.</b> Ganancia de peso (kg) de pollos de engorde sometidos a diferentes niveles de inclusión de extracto de col morada .....	28

## ÍNDICE DE ANEXO

<b>Anexo 1.</b> <i>Proceso de limpieza y desinfección de las instalaciones avícolas previo al inicio del experimento .....</i>	42
<b>Anexo 2.</b> <i>Adecuación y división del galpón experimental según tratamientos establecidos ..</i>	42
<b>Anexo 3.</b> <i>Instalación y verificación del sistema de ventilación para el control ambiental del galpón.....</i>	43
<b>Anexo 4.</b> <i>Recepción y acondicionamiento inicial de pollos de engorde en el galpón experimental.....</i>	43
<b>Anexo 5.</b> <i>Preparación y dosificación del extracto líquido de col morada para la suplementación en pollos de engorde .....</i>	43
<b>Anexo 6.</b> <i>Pesaje del alimento balanceado posterior a su suministro cada 24 horas en pollos de engorde.....</i>	44
<b>Anexo 7.</b> <i>Preparación de tratamientos y evaluación de la pigmentación cutánea en pollos de engorde.....</i>	44

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la inclusión de extracto líquido de col morada (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*) como pigmentante vegetal natural sobre el desempeño productivo y la pigmentación cutánea en pollos de engorde. La investigación se desarrolló bajo un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos: T1 (0,5 % = 5 ml/L), T2 (1,0 % = 10 ml/L), T3 (1,5 % = 15 ml/L) y T4 (0 %; testigo), cada uno con tres repeticiones de ocho aves, totalizando 96 pollos broiler. Durante las semanas 2 a 6, el consumo de agua no presentó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $p > 0,05$ ); sin embargo, el tratamiento T2 (1,0 %) registró consistentemente las mayores medias semanales, con valores de 4,10; 14,97; 18,36; 23,97 y 12,90 L, respectivamente. En cuanto a la ganancia de peso, el tratamiento T3 (1,5 %) alcanzó el mayor peso final (3,06 kg), diferenciándose del testigo (2,77 kg). Asimismo, la mejor conversión alimenticia correspondió al T3 (1,52), con diferencias estadísticas significativas ( $p = 0,0180$ ). La pigmentación cutánea, evaluada mediante la escala de Roche, mostró diferencias significativas en pierna y patas, donde el tratamiento T3 presentó los valores más altos. La suplementación con extracto líquido de col morada al 1,5 % constituyó una alternativa eficiente como pigmentante vegetal natural, al mejorar la pigmentación cutánea y la eficiencia alimenticia, sin afectar negativamente el consumo de agua, contribuyendo así a un mejor desempeño productivo en pollos de engorde.

**Palabras clave:** col morada, pigmentación, engorde, extracto vegetal.

### **Abstract**

The objective of this study was to evaluate the effect of including liquid red cabbage extract (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*) as a natural vegetable pigment on productive performance and skin pigmentation in broiler chickens. The research was conducted under a completely randomized design with four treatments: T1 (0.5% = 5 mL/L), T2 (1.0% = 10 mL/L), T3 (1.5% = 15 mL/L), and T4 (0%; control), each with three replicates of eight birds, totaling 96 broilers. During weeks 2 to 6, water consumption showed no statistically significant differences among treatments ( $p > 0.05$ ); however, treatment T2 (1.0%) consistently recorded the highest weekly mean values, with 4.10, 14.97, 18.36, 23.97, and 12.90 L, respectively. Regarding weight gain, treatment T3 (1.5%) achieved the highest final body weight (3.06 kg), differing statistically from the control (2.77 kg). Likewise, the best feed conversion ratio corresponded to T3 (1.52), with statistically significant differences ( $p = 0.0180$ ). Skin pigmentation, evaluated using the Roche color fan, showed significant differences in legs and shanks, where treatment T3 presented the highest values. Supplementation with 1.5% liquid red cabbage extract proved to be an efficient natural pigmentation alternative, improving skin pigmentation and feed efficiency without negatively affecting water consumption, thereby contributing to improved productive performance in broiler chickens.

**Keywords:** red cabbage, pigmentation, broiler chickens, fattening, vegetable extract.

## INTRODUCCIÓN

La avicultura ecuatoriana constituye una de las actividades pecuarias de mayor dinamismo económico. La Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador (CONAVE, 2024) estimó una producción anual de 549 000 t de carne de pollo en 2023, generada por más de 1 800 granjas especializadas. En términos de consumo, el pollo alcanza 28 kg persona<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> y representa la mitad de las proteínas cárnicas ingeridas por la población, superando con holgura al cerdo y la res (Gutiérrez, 2025).

Estas cifras confirman su relevancia estratégica para la seguridad alimentaria y la generación de empleo rural (Fitz-Coy & Edgar, 1992). Dentro de los atributos que determinan la aceptación del producto, la tonalidad amarilla homogénea de la piel se ubica en primer plano (Jácome et al., 2024). Estudios de mercado señalan que los consumidores ecuatorianos asocian esa coloración con frescura, sanidad y mayor valor nutritivo, y otorgan una prima de precio a los lotes mejor pigmentados (Jácome-Gómez et al., 2022).

En consecuencia, la pigmentación cutánea se convierte en un factor económico crítico para los engordadores, especialmente cuando compiten en canales formales de distribución (Castelo, 2023). La tonalidad amarilla uniforme de la piel y, en menor medida, de la grasa subcutánea constituye un atributo sensorial decisivo en la evaluación inicial de la calidad del pollo (Herrera-Feijoo et al., 2024). Estudios recientes demostraron que el grado de amarillez influye de forma directa en la disposición a pagar y en la prima que los consumidores otorgan al producto final, debido a su asociación con frescura y valor nutritivo (Jácome et al., 2024).

En Ecuador, encuestas aplicadas a minoristas y compradores finales confirmaron dicha preferencia: el mercado exige un color amarillo vibrante que, en la práctica, eleva la competitividad de los lotes que cumplen ese estándar (Zambrano, 2016). Los productores suelen recurrir a xantofilas sintéticas como la cantaxantina para alcanzar la tonalidad deseada; no obstante, la bibliografía técnica advierte que dosis elevadas de este aditivo muestran efectos adversos, incluidos depósitos retinianos en humanos y riesgos ecotoxicológicos (Jácome et al., 2024).

La tendencia actual de los consumidores hacia alimentos seguros y sostenibles ha impulsado el reemplazo de estos compuestos por pigmentos naturales extraídos de materias primas agrícolas (Zambrano, 2016). Luteína y zeaxantina provenientes de *Tagetes erecta* demostraron mejorar el puntaje de amarillez cutánea sin comprometer el desempeño productivo

de los broiler (Wu et al., 2021). De igual forma, la inclusión de 10-15 % de harina de zanahoria o de algas *Spirulina* aporta carotenoides termoestables y antioxidantes, eleva la intensidad del color y, simultáneamente, mejora la conversión alimenticia (Wei et al., 2023).

El uso de pigmentos naturales aporta ventajas adicionales. En términos sanitarios, estos compuestos carecen de toxicidad residual y se metabolizan con facilidad, lo que reduce la carga química en la cadena alimentaria (Jácome et al., 2024). Desde la perspectiva ambiental, su producción se vincula a ciclos agrícolas de bajo impacto y contribuye a estrategias de economía circular cuando derivan de subproductos como hojas de alfalfa o mazorcas de maíz amarillo seco (Kevin Guzmán, 2024). Tales beneficios fortalecen las certificaciones de bienestar animal y reducen la huella ecológica del sistema avícola (Wei et al., 2023).

Por último, la adopción de fuentes pigmentantes naturales representa una oportunidad concreta para los avicultores de El Carmen, Manabí. La incorporación de harina de zanahoria local y extractos de caléndula puede diferenciar la oferta regional, mejorar la percepción del mercado y aumentar la preferencia de compra frente a pollos con piel pálida, posicionando la producción manabita en segmentos de mayor valor agregado.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En el cantón El Carmen, la comercialización de pollo de engorde depende en gran medida de la aceptación visual del producto; los consumidores exigen una piel amarilla uniforme porque la asocian con frescura, inocuidad y métodos de crianza tradicionales (Pita, 2022). Cuando el ave no presenta la tonalidad requerida, los intermediarios aplican descuentos o rechazan el lote, efecto que reduce de forma directa la rentabilidad de los pequeños y medianos productores (Carvajal et al., 2017).

El tono amarillo se logra mediante la incorporación de carotenoides en la dieta. Las xantofilas sintéticas han sido la fuente predominante por su costo reducido y eficacia; sin embargo, diversos estudios advierten riesgos toxicológicos y objeciones ambientales (Bone, 2024). Esta situación genera un conflicto: la causa radica en la necesidad de pigmentación para satisfacer al mercado, mientras que su efecto se traduce en la dependencia de aditivos cuestionados por la normativa sanitaria y por la preferencia creciente de los consumidores hacia alimentos naturales (Montalbán, 2022a).

Pese a la disponibilidad de pigmentos naturales derivados de zanahoria, espinaca,

achiote entre otros. La información local sobre su eficacia, estabilidad y costo-beneficio es escasa. La ausencia de datos científicos impide formular raciones que garanticen la intensidad cromática deseada sin comprometer el desempeño productivo, de modo que se perpetúa la incertidumbre económica del sector.

Frente a este escenario, surge la pregunta de investigación:

¿Cuál es la capacidad de los pigmentos naturales disponibles en El Carmen para sustituir a los sintéticos y asegurar la pigmentación amarilla uniforme en pollos de engorde sin afectar su rendimiento zootécnico ni la rentabilidad del productor?

### **Pregunta de investigación**

¿Cómo influye la inclusión de extracto de col morada (*Brassica oleracea* var. capitata f. rubra), como pigmentante natural en la dieta de pollos de engorde, en cuanto a pigmentación de la piel y el rendimiento productivo?

### **JUSTIFICACIÓN**

La evaluación de la pigmentación cutánea en pollos de engorde reviste especial relevancia en el cantón El Carmen, dado que los consumidores de la zona identifican una piel homogéneamente amarilla como signo de frescura, sanidad y métodos de crianza tradicionales (Tamayo, 2022). Cualquier desviación del tono preferido desencadena descuentos o rechazo del lote en los puntos de venta, lo que afecta de forma directa la rentabilidad del productor.

El sector avícola ecuatoriano exhibe un crecimiento continuo; la carne de pollo constituye la principal fuente de proteína animal accesible para la población y sostiene una cadena productiva que integra más de 1 800 granjas tecnificadas (CONAVE, 2024). En El Carmen, la actividad se consolida gracias a la proximidad de centros de acopio y a la asistencia técnica universitaria, factores que facilitan la expansión de pequeños y medianos engordadores (Cotera, 2024).

Entre los desafíos productivos, la intensidad cromática de la piel y de los tarsos representa un punto crítico, pues influye de manera directa en la decisión de compra y en la competitividad frente a lotes con pigmentación deficiente (Lara, 2023). El manejo de carotenoides dietarios adecuados permite alcanzar el tono requerido sin comprometer el desempeño zootécnico y responde a la tendencia de los consumidores hacia alimentos seguros

y de apariencia tradicional (Jácome et al., 2024).

Además de su valor comercial, la carne de pollo ofrece bajo contenido lipídico, proteínas de alta calidad, vitaminas del complejo B y minerales esenciales (Espinell, 2024). La edad temprana de sacrificio confiere ternura y un perfil de “carne blanca” por la reducida presencia de mioglobina, aunque la jugosidad y el sabor varían según la pieza (Lara, 2023). Garantizar la pigmentación óptima, por tanto, no solo mejora la aceptación del producto, sino que refuerza la competitividad de la avicultura manabita y contribuye a la seguridad alimentaria de la región.

## **OBJETIVOS**

### **i) Objetivo general**

- Evaluar el efecto de mezclas con pigmentantes vegetales naturales en el manejo productivo y económico de pollos de engorde.

### **ii) Objetivos específicos**

- Evaluar la inclusión de col morada (*Brassica oleracea* var. capitata f. rubra) como pigmentante vegetal natural.
- Cuantificar el grado de pigmentación cutánea alcanzado por los pollos de engorde suplementados con extracto líquido de col morada como pigmentante vegetal natural.
- Analizar los parámetros productivos, incluyendo consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia, en pollos de engorde (broilers) alimentados con col morada como pigmentante vegetal natural.

## **HIPÓTESIS**

### **H<sub>0</sub> (Hipótesis nula)**

La inclusión de extracto líquido de col morada (*Brassica oleracea* var. capitata f. rubra) como pigmentante vegetal natural no produjo diferencias significativas en la pigmentación cutánea, el desempeño productivo ni los indicadores económicos de los pollos de engorde.

### **H<sub>1</sub> (Hipótesis alternativa)**

La inclusión de extracto líquido de col morada (*Brassica oleracea* var. capitata f. rubra) como pigmentante vegetal natural produjo diferencias significativas en la pigmentación cutánea, el desempeño productivo y los indicadores económicos de los pollos de engorde.

# CAPÍTULO I

## METODOLOGÍA

### 1.1 Localización de la unidad experimental

La presente investigación se realizará en la granja experimental río suma de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión El Carmen, que se encuentra ubicada geográficamente en las coordenadas UTM 17 M 675031.62 m E y 9971315.00 m S. específicamente en el área avícola y en la planta de producción de alimentos balanceados.

**Figura 1.** *Ubicación del experimento*



Fuente. Google Maps (2024)

### 1.2 Caracterización climatológica de la zona

Las principales variables climáticas en el área de estudio (Tabla 1) fueron obtenidas a partir del registro del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), específicamente para la provincia de Manabí, en el cantón El Carmen.

**Tabla 1.** *Caracterización climatológica de la zona*

Características	El Carmen
Clima	Trópico Húmedo
Temperatura (°C)	24
Humedad Relativa (%)	86
Heliofanía (Horas luz año <sup>-1</sup> )	1026,2
Precipitación media anual (mm)	2659
Altitud (msnm)	249

**Fuente:** Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2022)

### 1.3 Métodos

#### 1.3.1 Método empírico

Se empleó un abordaje empírico para reconocer de forma directa los cambios cromáticos que experimentó la piel de los pollos de engorde al recibir dietas suplementadas con pigmentos vegetales (Murillo, 2011). Se realizaron inspecciones diarias del aspecto externo de las aves, se registraron el consumo de alimento y las variaciones de peso corporal, y se constataron posibles alteraciones en bienestar.

Esta observación continua aportó evidencia práctica sobre la aceptabilidad de los concentrados pigmentados y permitió verificar que las variables zootécnicas se mantuvieron dentro de rangos esperados para la línea genética Ross 308 (Dumon, 1992). La combinación de registros visuales con el pesaje semanal ofreció una base de datos descriptiva que sustentó la fase experimental posterior

### **1.3.2 Método experimental**

El estudio se basó en un diseño experimental que integró fundamentos teóricos y procedimientos prácticos. Este esquema resultó indispensable para verificar los resultados y determinar las acciones pertinentes dentro de la investigación (Hernández et al., 2014). Mediante dicho método se manipularon y controlaron variables claves asociadas con la inclusión de pigmentos vegetales en la dieta de pollos broiler, y se evaluó su efecto sobre la pigmentación cutánea y la calidad de la canal.

## **1.4 Variables**

### **1.4.1 Variables independientes**

Adición de Pigmento natural (col morada)

### **1.4.2 Variables dependientes**

- Consumo de alimento.
- Peso promedio.
- Conversión alimenticia.
- Nivel de pigmentación en escala de Rochet

## **1.5 Unidad experimental**

La unidad experimental estuvo conformada por un compartimento de engorde que alojó ocho pollos de engorde (broiler) sexados y con peso inicial uniforme, los cuales fueron manejados bajo las mismas condiciones ambientales y sanitarias. Los tratamientos

correspondieron a cuatro niveles de inclusión líquida de pigmentante vegetal natural a base de col morada. Estableciendo 12 unidades experimentales y un total de 96 aves evaluadas durante el periodo experimental.

## 1.6 Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis estadístico mediante Análisis de Varianza (ANOVA), correspondiente al Diseño Completamente al Azar, con el fin de determinar la existencia de diferencias significativas entre tratamientos. Cuando se detectaron diferencias estadísticas, las medias fueron comparadas mediante la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad ( $p \leq 0,05$ ).

El análisis estadístico se realizó utilizando un software especializado para análisis de datos experimentales. Los resultados se expresaron como media  $\pm$  error estándar, evaluándose previamente los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. Los cálculos se efectuaron con el paquete estadístico InfoStat®, versión 2021, lo que permitió identificar las dosis de pigmento vegetal que produjeron diferencias estadísticamente en las variables.

**Tabla 2.** Esquema de análisis de la varianza (ANOVA)

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Total	11
Tratamientos	3
Error	8

## 1.7 Diseño experimental

La investigación se desarrolló bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA), con cuatro tratamientos y tres repeticiones por tratamiento, conformando un total de 12 unidades experimentales. Cada unidad experimental estuvo constituida por 8 aves, totalizando 96 pollos de engorde.

**Tabla 3.** Distribución de tratamientos y tamaño muestral de pollos broiler según la dosis de pigmento vegetal

<b>Tratamiento</b>	<b>Nivel de inclusión (%)</b>	<b>Dosis aplicada (ml/L de agua)</b>	<b>Descripción</b>
<b>T1</b>	0,5 %	5 ml/L	Dieta balanceada con inclusión baja de extracto líquido de col morada
<b>T2</b>	1,0 %	10 ml/L	Dieta balanceada con inclusión media de extracto líquido de col morada

<b>Tratamiento</b>	<b>Nivel de inclusión (%)</b>	<b>Dosis aplicada (ml/L de agua)</b>	<b>Descripción</b>
<b>T3</b>	1,5 %	15 ml/L	Dieta balanceada con inclusión alta de extracto líquido de col morada
<b>T4 (Testigo)</b>	0,0 %	0 ml/L	Dieta balanceada sin inclusión de col morada

### **1.8 Manejo de la investigación con la adición de pigmento natural en mezcla alimenticia**

Previo al inicio del ensayo, el galpón experimental fue acondicionado mediante labores de limpieza, desinfección y adecuación de la ventilación, garantizando condiciones ambientales óptimas para el alojamiento de las aves. El área fue dividida en compartimentos independientes, correspondientes a cada uno de los tratamientos experimentales, evitando la contaminación cruzada entre unidades experimentales.

Antes del ingreso del lote, se realizó una desinfección general del galpón, equipos, bebederos y comederos. Posteriormente, se recibieron 96 pollos de engorde, verificándose su estado sanitario al momento del arribo. Se procedió al registro del peso inicial individual de las aves, las cuales fueron colocadas en cunas para facilitar su adaptación durante los primeros días.

Del día 1 al día 5 se suministró un complejo de vitaminas y electrolitos con el objetivo de reducir el estrés post-traslado. El consumo de alimento y agua se midió y registró cada 24 horas, realizándose las lecturas diariamente a las 7:00 a.m.

El control del peso general inicial se efectuó hasta el día 12 de edad, tras lo cual las aves fueron distribuidas en las divisiones experimentales, considerando una proporción de 5 machos y 3 hembras por repetición, equivalente a 15 machos y 9 hembras por tratamiento.

A partir del día 13 hasta el día 37, se inició la aplicación del extracto líquido de col morada conforme a los tratamientos establecidos. Durante este periodo se registró semanalmente el peso corporal (sexado), el consumo de alimento y el consumo de agua, por tratamiento. La temperatura y la humedad ambiental fueron monitoreadas de forma continua mediante termohigrómetros, utilizando un sistema de control por cortinas para mantener condiciones térmicas adecuadas. Con el fin de prevenir estrés calórico, el suministro de alimento fue suspendido durante dos horas en la tarde (14:00 a 16:00 h). El día 38 se realizó el faenamiento de las aves para la evaluación final.

## **1.9 Metodología de evaluación**

### **1.9.1 Variables analizadas**

Consumo de alimento (CA). Conforme a Alcázar (2002), el consumo de alimento se determinó restando la cantidad rechazada al total ofrecido:

$$CA = A_o - A_r$$

Donde  $A_o$  representa el alimento ofrecido (kg) y  $A_r$  el alimento rechazado (kg).

### **1.9.2 Peso promedio (PP)**

Según Díaz (2016), el peso promedio se obtuvo al dividir el peso total del lote en pie entre el número de aves presentes al final del ensayo:

$$PP = \frac{\text{Peso total del lote en pie (kg)}}{\text{Número de pollos al final del lote}}$$

### **1.9.3 Conversión alimenticia semanal (CA\_s).**

Díaz (2016) indica que la conversión alimenticia corresponde a la relación entre el consumo acumulado de alimento por ave y su peso promedio en la misma semana:

$$CA_s = \frac{\text{Consumo acumulado de alimento por ave (g)}}{\text{Peso promedio del Ave (g)}}$$

### **1.9.4 Nivel de pigmentación cutánea**

La intensidad amarilla de la piel se valoró con el abanico colorimétrico de Roche®, registrando el puntaje asignado a cada canal.

## **CAPÍTULO I**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Generalidades de la producción de pollos de engorde**

En la última década, la avicultura se consolidó como la rama pecuaria de mayor expansión a escala mundial: la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, estimó la producción de carne de pollo en 146 millones t para 2023, casi el doble del volumen registrado a comienzos de siglo y equivalente al 39 % de la oferta cárnica total

(FAO, 2023). Este dinamismo responde a tres factores principales: la elevada eficiencia de conversión alimenticia de las líneas comerciales, el menor precio relativo frente a otras proteínas de origen animal y la versatilidad culinaria que demanda el consumidor urbano (Rosales, 2014).

La población de pollos de engorde pasó de 50 millones de aves en 1990 a 233,5 millones en 2014, lo que representa un incremento superior al 400 % en apenas quince años (CONAVE, 2024). El ritmo ascendente se mantuvo y, para 2023, la industria engordo 263 millones de pollos y procesó 495 000 t de carne, junto con 3,802 millones de huevos de mesa (MAG, 2023). Este crecimiento sostenido se refleja en la absorción de mano de obra: el complejo avícola genera alrededor de 300 000 empleos directos, además de miles de plazas en actividades conexas fabricación de balanceados, logística frigorífica y comercio minorista, con un efecto multiplicador determinante en el tejido productivo rural (Quinsaguano, 2021).

El consumo interno ha evolucionado en paralelo: el índice per cápita aumentó de 7 kg año<sup>-1</sup> en 1990 a 32 kg año<sup>-1</sup> en 2025, triplicando la ingesta y posicionando al pollo como la proteína animal preferida de los hogares ecuatorianos (Gutiérrez, 2025). La estabilidad de precios y la rápida conversión alimenticia explican esta preferencia, que, a su vez, refuerza la seguridad alimentaria nacional (Lara, 2023). Adicionalmente, la certificación sanitaria obtenida en 2023 permitió concretar las primeras exportaciones de carne hacia el Caribe, inaugurando una etapa en la que el sector avizora nuevos mercados en América y Asia, con el consiguiente potencial de divisas y encadenamientos productivos (MAG, 2023).

En síntesis, la avicultura ecuatoriana ha pasado de suplir una demanda incipiente a convertirse en pilar estratégico del sistema agroalimentario (Lara, 2023). Su reto inmediato reside en sostener el crecimiento mediante genética, bioseguridad y sostenibilidad ambiental para competir en un mercado global cada vez más exigente, sin perder de vista su papel esencial en la nutrición y el desarrollo socioeconómico del país (Cotera, 2024).

**Tabla 4.** *Consumo per cápita histórica de carne de pollo en Ecuador*

<b>Año</b>	<b>Consumo per cápita (Kg/persona/año)</b>
2016	25,17
2017	26,39
2018	26,3
2019	30,47

**Nota:** Tomado de años CONAVE (2024).

## **2.2 Importancia de la nutrición en la producción de pollos de engorde**

### **2.2.1 Inicio precoz de la alimentación y la hidratación**

La calidad del arranque constituye el primer determinante del desempeño del pollito. Diversos estudios demostraron que el suministro de agua y alimento dentro de las primeras horas posteriores al nacimiento elevó el peso vivo final entre 5 % y 7 % y disminuyó los problemas podales en la fase de engorde (Martínez et al., 2013). Este efecto se relaciona con una rápida expansión del tracto gastrointestinal (TGI) y con una colonización microbiana temprana, factores que optimizaron la absorción de nutrientes y reforzaron la inmunocompetencia durante las tres primeras semanas de vida (Maya-Ortega et al., 2022).

### **2.2.2 Tamaño de partícula y forma física de la dieta**

El tamaño de las partículas influyó directamente sobre la capacidad de ingestión y la eficiencia digestiva (Arreaga, 2016). Valores medios entre 500  $\mu\text{m}$  y 600  $\mu\text{m}$  evitaron retrasos en la motilidad intestinal y favorecieron el contacto enzima-sustrato (Estrada Chavarrea, 2005). Granulometrías superiores redujeron la ingestión en aves jóvenes; fracciones excesivamente finas propiciaron compactaciones y afectaron la salud cecal.

El uso de micro-pellets o “crumbles” en la fase pre-inicial elevó el consumo durante los cuatro primeros días y mostró beneficios prolongados hasta los catorce días en líneas de postura, debido a su mayor densidad y uniformidad (Abdollahi et al., 2013).

## **2.3 Requerimientos nutricionales de los pollos de engorde**

### **2.3.1 Función de la fibra insoluble**

La presencia de aproximadamente un 3 % de fibra insoluble resultó indispensable para conservar la estructura y la actividad mecánica de la molleja (Juárez-Caratachea et al., 2010). Dietas que incluyeron fuentes de fibra grosera estimularon el desarrollo de dicho órgano, incrementaron la producción de ácido clorhídrico, redujeron el pH del lumen proximal y mejoraron la digestibilidad del almidón, los lípidos y las proteínas (Abdollahi et al., 2013). Además, la reducción del pH favoreció el predominio de bacterias acidófilas, situación que limitó la proliferación de patógenos entéricos (Nicole, 2024).

### **2.3.2 Proteína y perfil de aminoácidos**

La proteína representa el macronutriente de mayor impacto económico y productivo. Un perfil de aminoácidos equilibrado respaldó la síntesis muscular y la maduración del epitelio

duodenal (Campos et al., 2008). El aporte adecuado de lisina, metionina+cisteína y treonina sostuvo la ganancia diaria y optimizó el índice de conversión. Niveles correctos de sodio (0,18 %–0,20 %) aseguraron la integridad intestinal y el equilibrio ácido-base; deficiencias generaron caídas en consumo y cuadros de enteritis subclínica (Gómez et al., 2011).

### 2.3.3 Vitaminas, oligoelementos y fases dietéticas

**Tabla 5.** *Necesidades nutricionales de los pollos de engorde*

<b>Nutriente</b>	<b>0–3 semanas</b>	<b>3–6 semanas</b>	<b>6 semanas</b>
Energía metabolizable (kcal EMn/kg)	3200	3200	3200
Proteína bruta (%)	23,00	20,00	18,00
Arginina (%)	1,25	1,10	1,00
Glicina + Serina (%)	1,25	1,14	0,97
Histidina (%)	0,35	0,32	0,27
Isoleucina (%)	0,80	0,73	0,62
Leucina (%)	1,20	1,09	0,93
Lisina (%)	1,10	1,00	0,85
Metionina (%)	0,50	0,38	0,32
Metionina + Cisteína (%)	0,90	0,72	0,60
Fenilalanina (%)	0,72	0,65	0,56
Fenilalanina + Tirosina (%)	1,34	1,22	1,04
Prolina (%)	0,60	0,55	0,46
Treonina (%)	0,80	0,74	0,68
Triptófano (%)	0,20	0,18	0,16
Valina (%)	0,90	0,82	0,70

**Nota:** adaptado de Manual de veterinaria (2025)

La inclusión de complejos vitamínicos y de oligoelementos quelados apoyó la respuesta inmune y la integridad epitelial. Durante la fase pre-inicial se recomendó elevar en un 10 % la concentración de vitaminas A, E y del grupo B, así como de zinc y selenio, para compensar la inmadurez digestiva y la variabilidad en la ingestión (Escobar & Esteban, 2022). La transición oportuna a las fases inicial, crecimiento y acabado permitió ajustar la densidad energética y el balance de aminoácidos según la curva de deposición proteica de la estirpe comercial (Fierro et al., 2005).

Los valores se expresan como porcentaje de la dieta, con excepción de la energía metabolizable; los rangos de edad derivan de la disponibilidad de datos científicos y en la práctica, pueden ajustarse a intervalos menores o al peso de alimento consumido (Gómez et al., 2011). La densidad energética se modula según los precios y la oferta de ingredientes locales; las necesidades de proteína bruta corresponden a dietas basadas en maíz y soya, pudiendo

reducirse cuando se emplean aminoácidos sintéticos; por último, investigaciones recientes muestran que concentraciones superiores de lisina optimizan el crecimiento de las genéticas modernas (Campos et al., 2008; Nabi et al., 2020).

## 2.4 Pigmentantes vegetales en la producción de pollos de engorde

El uso de zanahoria, calabaza y remolacha como fuentes naturales de carotenoides y betalaínas ha demostrado intensificar de forma consistente la tonalidad amarilla de la piel y aportar matices rojizos en la carne, efecto atribuido a concentraciones dietarias iguales o superiores a 40 mg kg<sup>-1</sup> de pigmentos totales (Juárez-Caratachea et al., 2010).

**Tabla 6.** *Uso de pigmentantes locales en pollos de engorde*

Aspecto	Evidencia clave	Referencias
<b>Coloración y apariencia</b>	La inclusión de zanahoria ( $\beta$ -caroteno), calabaza ( $\beta$ -caroteno, luteína, zeaxantina) y remolacha (betalaínas) intensificó el tono amarillo de la piel y aportó matices rojizos en la pechuga cuando se emplearon niveles $\geq 40$ mg kg <sup>-1</sup> de carotenoides totales.	(Nabi et al., 2020; Ruiz et al., 2001)
<b>Calidad y textura de la carne</b>	Dietas enriquecidas con carotenoides mejoraron la capacidad de retención de agua y redujeron la oxidación lipídica, lo que se tradujo en una textura más firme y un pH final estable ( $5,8 \pm 0,1$ ).	(Reda et al., 2024)
<b>Salud y bienestar</b>	El aporte de antioxidantes naturales disminuyó la peroxidación de membranas y mantuvo la integridad intestinal, reduciendo la mortalidad en un 3 % respecto al control sin pigmentantes.	(Ninčević-Grassino et al., 2023)

Además de modificar el color, estos compuestos mejoran parámetros tecnológicos: reducen la oxidación lipídica, estabilizan el pH posmortem y elevan la capacidad de retención de agua, lo que se traduce en una textura más firme y una vida útil extendida (Jacome et al., 2024; Nabi et al., 2020). Desde la perspectiva sanitaria, la mayor disponibilidad de antioxidantes naturales mantiene la integridad intestinal, eleva la actividad de enzimas como la superóxido dismutasa y disminuye la mortalidad hasta en 3 % frente a dietas sin pigmentantes, evidenciando un impacto positivo en el bienestar de las aves (Jácome-Gómez et al., 2024).

## 2.5 Mezclas con pigmentantes vegetales

Las formulaciones que combinan zanahoria y calabaza en proporciones 1:1, o bien

zanahoria, calabaza y remolacha en relación 2:1:1, generan una liberación sostenida de carotenoides y logran diferencias de color ( $\Delta E^*$ ) superiores a seis unidades respecto a dietas con un solo vegetal, lo que confiere mayor uniformidad y estabilidad al tono final (Maya-Ortega et al., 2022).

Estas mezclas aportan sinergia antioxidante, diversifican el perfil de nutrientes y reducen la dependencia de un único insumo, aunque exigen estandarizar la molienda, controlar la variabilidad fitoquímica por lote y ajustar la inclusión para evitar costos innecesarios (Çalışlar, 2019; Jácome-Gómez et al., 2024).

En términos productivos, la adición combinada permite optimizar el aporte de  $\beta$ -caroteno, luteína, zeaxantina y betalaínas, potenciando tanto la pigmentación externa como la calidad sensorial de la carne sin recurrir a colorantes sintéticos, siempre que se mantengan criterios estrictos de homogeneidad y almacenamiento de las materias primas (Jácome-Gómez et al., 2024; Marounek & Pebriansyah, 2018).

### 2.5.1 Fundamento químico–fisiológico

Los pigmentantes vegetales que predominan en nutrición aviar se subdividen en (a) carotenoides no oxigenados, como  $\beta$ -caroteno, (b) xantofilas oxigenadas, como luteína y zeaxantina, y (c) betalaínas, representadas por betacianinas y betaxantinas (Luo et al., 2022).

La mezcla busca equilibrar compuestos polares y apolares para mejorar la micelización intestinal y el transporte mediante lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL). Este balance incrementa la tasa de deposición cutánea y limita la degradación oxidativa durante el tránsito digestivo (Ponte et al., 2004).

**Tabla 7.** *Criterios de formulación de mezclas*

<b>Criterio técnico</b>	<b>Recomendaciones prácticas</b>	<b>Ejemplo local</b>
<b>Compatibilidad fitoquímica</b>	Combinar carotenoides con betalaínas para ampliar el espectro de absorción.	Zanahoria: Remolacha (2: 1)
<b>Índice de color (IC)</b>	Ajustar la relación IC objetivo ( $L^*: a^*: b^*$ ) al mercado; $IC \geq 35$ se considera comercial.	Zanahoria + Calabaza + Remolacha (4: 3: 1)
<b>Sinergia antioxidante</b>	Añadir tocoferoles o extracto de romero para proteger carotenoides en pienso.	Encapsulado de calabaza con $100 \text{ mg kg}^{-1}$ de $\alpha$ -tocoferol
<b>Eficiencia de dosificación</b>	Mantener 40–60 mg de pigmento total por kg de dieta; exceder 80 mg no mejora la coloración y eleva el costo.	Fórmula tricomponente con $55 \text{ mg kg}^{-1}$

**Nota:** adaptado de Montalbán, (2022); Pita, (2022); Jacome et al. (2024)

## 2.6 Efecto de harinas vegetales sobre la pigmentación cutánea en pollos

Investigaciones realizadas por Jácome et al., (2024); Lara, (2023); Tamayo, (2022) mostraron una relación directa entre la concentración dietaria de harina de zanahoria, calabaza y remolacha y la intensidad cromática de la piel, medida en una escala de 1 (casi blanco) a 16 (rojo tomate). La harina de zanahoria elevó el tono amarillo de 1,50 en el control a 5,75 con 15 % de inclusión, alcanzando el matiz preferido por el mercado.

La harina de calabaza aumentó la intensidad de 0,50 a 3,75 en el mismo rango de dosis, efecto moderado pero aceptable. En cambio, la harina de remolacha intensificó el color hasta 9,25, desplazando la tonalidad hacia rojo tomate y superando el rango comercial deseado. Estos resultados confirman que las tres fuentes vegetales intensifican la pigmentación, aunque la zanahoria ofrece el equilibrio óptimo entre eficacia y tono amarillo brillante, la calabaza aporta una pigmentación intermedia y la remolacha induce sobrecoloración (Jácome-Gómez et al., 2024).

**Tabla 8.** *Intensidad cromática de la piel de pollos con tres pigmentos naturales (escala 1–16\*)*

Tratamiento	Control	5 %	10 %	15 %
Harina de zanahoria (HZ)	1,50	2,25	4,25	5,75
Harina de calabaza (HC)	0,50	1,00	2,25	3,75
Harina de remolacha (HR)	1,00	3,00	7,00	9,25

**Nota:** adaptado de Jácome et al. (2024)

## 2.7 Efecto de la inclusión de harinas pigmentantes sobre el desempeño productivo de pollos de engorde

Jácome et al. (2024), informaron que los lotes suplementados con pigmentantes vegetales obtuvieron indicadores productivos superiores al testigo. La harina de remolacha mostró la mayor ganancia de peso, con un máximo de 3215,5 g ave<sup>-1</sup> al 5 % de inclusión; las harinas de zanahoria y calabaza también incrementaron este parámetro, aunque en menor medida.

El consumo de alimento resultó más elevado en todos los tratamientos pigmentados,

encabezados por la remolacha y seguidos por la calabaza; sin embargo, el índice de conversión permaneció dentro de rangos aceptables. La mortalidad se redujo a 0 % en todos los grupos tratados, salvo la remolacha al 10 %, que alcanzó 18,75 %, frente al 12,50 % observado en el control, lo que evidencia la conveniencia de ajustar la inclusión máxima de este ingrediente.

## **2.8 Tipo de pigmentante presente en la col morada (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*)**

La col morada contiene como pigmentos predominantes antocianinas, específicamente antocianinas aciladas derivadas de cianidina, pertenecientes al grupo de los flavonoides fenólicos (Vázquez-García et al., 2023). Estas moléculas son responsables de la coloración púrpura-rojiza del tejido vegetal y presentan alta estabilidad térmica y antioxidante en comparación con otras fuentes vegetales (Mejías et al., 2024).

Diversos estudios fitoquímicos confirmaron que la col morada posee uno de los perfiles de antocianinas más complejos y concentrados entre las hortalizas, destacándose la cianidina-3-diglucósido-5-glucósido acilada con ácidos fenólicos, lo que incrementa su capacidad antioxidante y su potencial funcional en nutrición animal (Rebaza et al., 2015).

### **2.8.1 Relación fisiológica entre antocianinas y el incremento del desempeño productivo en pollos de engorde**

Aunque los estudios directos con col morada en broilers son limitados, existe evidencia sólida sobre el efecto de antocianinas y flavonoides vegetales en pollos de engorde, lo cual permite una extrapolación teórica válida para el marco conceptual (Wiczowski et al., 2013). Las antocianinas actúan mediante los siguientes mecanismos fisiológicos comprobados:

#### **A. Reducción del estrés oxidativo**

Las antocianinas poseen alta capacidad de captura de radicales libres, lo que reduce el daño oxidativo a nivel celular (Zhang & Kim, 2020). En pollos de engorde, la disminución del estrés oxidativo se asocia con:

- Mayor eficiencia metabólica
- Mejor aprovechamiento de nutrientes
- Menor gasto energético en respuestas inflamatorias
- Mejora de la salud intestinal

## B. Los compuestos fenólicos derivados de *Brassica* spp. favorecen

- Integridad de la mucosa intestinal
- Modulación positiva de la microbiota
- Mayor absorción de aminoácidos y energía

Esto se traduce indirectamente en incrementos del peso corporal y mejor conversión alimenticia, especialmente en sistemas intensivos de engorde.

**Tabla 9.** *Composición nutricional real de la col morada*

<b>Componente (base fresca)</b>	<b>Contenido aproximado</b>
Agua	90–91 %
Proteína cruda	2.4–2.8 %
Carbohidratos totales	4.5–5.2 %
Fibra dietética	1.8–2.3 %
Grasa	<0.5 %
Cenizas	1.0–1.2 %
Vitamina C	40–50 mg/100 g
Minerales (K, Ca, Mg)	presentes en niveles funcionales
Antocianinas totales	250–450 mg/100 g MF*

**Fuente:** tomado de Rebaza et al., 2015

## ESTADO DEL ARTE

Montalbán (2022), en su trabajo con cuatro niveles de inclusión (0-15 % HZp) y separación por sexo. El 10 % de zapallo en machos obtuvo la mayor ganancia de peso (2323 g), una conversión de 1,50 y la mejor rentabilidad ( $B/C = 1,59$ ). El 15 % elevó la pigmentación hasta 6,20 puntos Roche sin comprometer la eficiencia productiva. La autora concluyó que 10 % optimiza crecimiento y beneficios económicos, y 15 % maximiza la coloración cutánea dentro de parámetros aceptables de desempeño.

Lara (2023) evaluó ocho tratamientos factoriales (sexo  $\times$  0-20 % HZ) en un diseño completamente al azar. Los machos alcanzaron el mayor peso final (2813 g) y mostraron superioridad estadística en la ganancia semanal. La mejor conversión alimenticia se registró sin inclusión de zanahoria (1,31), mientras que la pigmentación cutánea aumentó linealmente hasta 6,13 puntos Roche al 20 % HZ. El análisis económico arrojó la relación beneficio / costo más alto en hembras sin HZ (1,33), lo que indica que dosis elevadas intensifican el color, pero encarecen la dieta; se recomienda no sobrepasar 15 % para equilibrar rendimiento, tonalidad y rentabilidad.

Pita (2022), evaluó tres niveles de harina de achiote (0 %, 10 % y 15 %) durante las dos últimas semanas de engorde en pollos Cobb-500 (machos y hembras; 90 aves; DCA + Tukey 0,05). El 15 % elevó la pigmentación cutánea a 5,33 puntos Roche en machos y 5,00 puntos en hembras, superando significativamente al control. Aunque el testigo hembra mostró la mayor ganancia de peso (3480 g) y la mejor conversión (1,39), 10 % de achiote en machos mantuvo rendimiento cercano (3354 g; 1,40) y redujo la mortalidad a cero. El análisis económico indicó la mayor rentabilidad en 15 % de achiote ( $B/C = 1,44$ ), frente a 1,40 en el control, demostrando que el pigmento mejora la apariencia sin comprometer la productividad y aumenta la utilidad por ave.

Espinel (2024), analizó el efecto pigmentante del extracto de alfalfa (5 %, 10 % y 15 %) en pollos de engorde del cantón El Carmen, complementando los datos productivos con encuestas a comerciantes y consumidores, panel sensorial y análisis químico. El 10 % fue el tratamiento más atractivo para los comerciantes por su tono amarillo, mientras que los consumidores prefirieron carnes con pigmentos naturales (88,9 %) y mostraron disposición a pagar más (68,9 %). En la cata, el 15 % destacó en frescura, jugosidad y preferencia global; sin embargo, el 10 % obtuvo las mejores calificaciones de color y sabor. Químicamente, el extracto incrementó el contenido proteico del agua de cocción desde 0,046 % (5 %) hasta 0,13 % (15

%), lo que confirma beneficios nutricionales adicionales. En conjunto, niveles de 10 – 15 % mejoran la pigmentación y las características sensoriales sin detrimento del valor proteico, posicionando al extracto de alfalfa como un pigmentante natural competitivo.

Cotera (2024), evaluó la aceptación de mercado de pollos de engorde cuyos bebederos se suplementaron con extracto de espinaca (5 %, 10 % y 15 %) durante las dos últimas semanas de engorde, enfocándose en la pigmentación cutánea, la preferencia de compra y la disposición a pagar. El trabajo se desarrolló en la Asociación de Mayoristas del Mercado de El Carmen, donde los 15 socios confirmaron que la pigmentación de la piel influye de forma decisiva en la elección del consumidor. El 53,3 % de los vendedores reportó mayor salida de pollos con piel amarilla, y el 60 % indicó que los clientes están dispuestos a pagar un diferencial de 1,30 USD libra<sup>-1</sup>. Una prueba sensorial con 15 consumidores reveló que el tratamiento al 10 % (etiqueta B) resultó más atractivo visualmente, mientras que el 15 % (etiqueta C) recibió la mejor puntuación en sabor. Para validar estos hallazgos se aplicó la fórmula de Cochran, entrevistándose a 254 personas; los resultados confirmaron la disposición mayoritaria a adquirir carne pigmentada de manera natural y a reconocer su valor agregado. El estudio concluyó que la inclusión de 10–15 % de extracto de espinaca en el agua de bebida mejora la apariencia y las cualidades organolépticas del pollo, satisface la preferencia del mercado de El Carmen y refuerza la competitividad de los productores locales.

Quishpe et al. (2023), investigaron el encarecimiento progresivo de las materias primas destinadas a la elaboración de alimentos balanceados ha incrementado los costos de la producción animal en la actualidad. Frente a este escenario, el estudio tuvo como propósito evaluar la composición química de la harina de brócoli (*Brassica oleracea*), así como analizar su efecto sobre el desempeño productivo de pollos de engorde cuando fue incorporada en la dieta. La investigación se estructuró bajo un enfoque experimental, aplicando el método deductivo, y contempló la determinación de la composición bromatológica del material vegetal, junto con la evaluación de variables productivas en las aves. Los resultados evidenciaron que la harina de brócoli presentó un contenido elevado de proteína. En cuanto al comportamiento productivo, se observó que, conforme avanzó el periodo de crianza, el tratamiento con una inclusión del 30 % de harina mostró los mejores resultados, alcanzando un peso vivo promedio de 3,17 kg por ave, un consumo de alimento de 5,22 kg y una conversión alimenticia de 1,64 g/kg. Adicionalmente, dicho tratamiento registró una viabilidad del 100 %, sin reportarse mortalidad. En conclusión, la incorporación de harina de brócoli hasta un nivel del 30 % no

afectó negativamente los indicadores productivos y contribuyó a reducir la mortalidad en pollos de engorde.

La investigación desarrollada por Macias et al. (2022), se llevó a cabo en la Finca Experimental “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, localizada en el kilómetro 7½ de la vía Quevedo–El Empalme, con una duración total de 43 días. El estudio tuvo como objetivo evaluar la inclusión de col (*Brassica oleracea* var. capitata) en dietas balanceadas destinadas al engorde de pavos americanos. El experimento se estructuró bajo un Diseño Completamente al Azar, considerando tres tratamientos, cinco repeticiones y cuatro aves por unidad experimental, lo que conformó un total de 60 pavos en la fase de engorde. Los resultados productivos indicaron que el tratamiento T3 presentó los mejores valores en consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento a la canal, mientras que el tratamiento testigo mostró un desempeño productivo inferior. El análisis proximal de la carne evidenció que el mayor contenido de proteína correspondió al tratamiento T2, con un valor de 24,8 %, mientras que el menor porcentaje de grasa se registró en el tratamiento T3 (0,60 %). En cuanto al contenido de cenizas, el valor más bajo se observó en el tratamiento T2 (1,04 %), mientras que el mayor porcentaje de humedad se presentó en el tratamiento T1 (73,94 %). Adicionalmente, el análisis sensorial no paramétrico, basado en escalas hedónicas de intensidad de atributos, determinó que el tratamiento T3 exhibió las mejores características organolépticas. Finalmente, el análisis económico reveló que el tratamiento T2 generó el mayor beneficio, alcanzando una rentabilidad del 99,56 %, en comparación con el tratamiento testigo, que registró una rentabilidad del 88,63 %.

## CAPITULO III

### DESARROLLO DE LA PROPUESTA

#### 3.1 Descripción del sistema

El sistema productivo propuesto se desarrolló bajo un esquema de producción intensiva de pollos de engorde (broilers), incorporando el uso de extracto líquido de col morada (*Brassica oleracea* var. capitata f. rubra) como pigmentante vegetal natural, con el propósito de evaluar su efecto sobre la pigmentación cutánea y el desempeño productivo de las aves.

El ensayo se ejecutó en un galpón avícola previamente acondicionado, el cual contó con adecuada ventilación natural, control térmico mediante cortinas laterales y equipamiento básico para la crianza de pollos de engorde, incluyendo comederos y bebederos apropiados para cada fase productiva. El galpón fue dividido en compartimentos independientes, correspondientes a los tratamientos experimentales, garantizando condiciones homogéneas de manejo, bioseguridad y bienestar animal.

El sistema consideró un manejo sanitario preventivo, que incluyó limpieza y desinfección previa de las instalaciones, suministro de vitaminas y electrolitos durante los primeros días de crianza y monitoreo permanente de la temperatura y la humedad ambiental. El suministro de alimento balanceado se realizó de forma controlada, ajustándose a los requerimientos nutricionales de la fase de engorde, mientras que el acceso al agua fue continuo, utilizándose esta como vía de administración del extracto líquido de col morada según los niveles establecidos en cada tratamiento.

La aplicación del pigmentante vegetal natural se efectuó a partir del día 13 de edad, manteniéndose hasta el final del periodo experimental. Durante el desarrollo del sistema se registraron de manera sistemática las variables productivas, el consumo de alimento y agua, así como la pigmentación cutánea de las aves al término del ciclo productivo.

Este sistema permitió evaluar de forma integral la viabilidad técnica del uso de col morada como alternativa natural a los pigmentantes sintéticos en la producción de pollos de engorde, bajo condiciones controladas y replicables, contribuyendo al desarrollo de estrategias de alimentación avícola más sostenibles.

### 3.1.1 El presupuesto del sistema experimental

El presupuesto del sistema experimental incluyó los costos asociados a la adquisición de aves, alimentación, insumos sanitarios y equipamiento básico necesario para el manejo adecuado de los pollos de engorde. Se utilizaron 96 pollos broiler de la línea Ross, con un costo unitario de USD 0,85, lo que representó un valor total de USD 81,60. El rubro de mayor inversión correspondió al alimento balanceado, con 11,5 sacos de 40 kg a un precio unitario de USD 29,90, alcanzando un costo total de USD 343,85, lo que evidenció que la alimentación constituyó el principal componente del gasto productivo.

Adicionalmente, se consideraron insumos sanitarios y de bioseguridad como vitaminas, amonio cuaternario y creolina, destinados al manejo preventivo y a la desinfección del galpón, con un costo conjunto reducido pero esencial para garantizar la sanidad del lote. El equipamiento incluyó comedores, bebederos, bombillos de luz y termohigrómetros, elementos indispensables para asegurar un adecuado suministro de alimento y agua, así como el control de las condiciones ambientales. Asimismo, se incorporaron trampas para moscas como medida complementaria de control sanitario.

En conjunto, estos costos permitieron la correcta implementación del ensayo bajo condiciones controladas, asegurando el bienestar de las aves y la confiabilidad de los resultados productivos y experimentales.

**Tabla 10.** *Costos de implementación del sistema experimental para la producción de pollos de engorde*

Detalle	Cantidad	P. Unitario	Total
Pollos Broiler Ross	96	\$ 0,85	\$ 81,60
Balanceado de 40 kg	11,5	\$ 29,90	\$ 343,85
Vitamina	1	\$ 3,25	\$ 3,25
Amonio Cuaternario	1	\$ 2,00	\$ 2,00
Creolina	1	\$ 1,50	\$ 1,50
Trampas para moscas	2	\$ 2,00	\$ 4,00
Bombillo de Luz	2	\$ 2,00	\$ 4,00
Comederos 6kg	2	\$ 5,00	\$ 10,00
Bebederos 3Lt	6	\$ 3,25	\$ 19,50
Termohigrómetro	2	\$ 4,95	\$ 9,90

## 3.2 Diseño y selección de tecnologías

### 3.2.1 Enfoque tecnológico del sistema productivo

El diseño del sistema productivo se fundamentó en la integración de tecnologías avícolas

convencionales con una estrategia innovadora de suplementación natural, orientada a mejorar la pigmentación cutánea de pollos de engorde mediante el uso de extracto líquido de col morada (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*). Este enfoque permitió evaluar el efecto del pigmentante vegetal natural sin alterar la estructura nutricional base del sistema productivo.

### **3.2.2 Tecnología alimentaria y uso de balanceado comercial**

Durante todo el periodo experimental se utilizó alimento balanceado comercial Wayne, formulado para cubrir los requerimientos nutricionales de los pollos de engorde en la fase productiva evaluada. El empleo de un balanceado comercial estandarizado permitió:

- Mantener un aporte constante de energía, proteína, aminoácidos esenciales, vitaminas y minerales.
- Evitar sesgos nutricionales que pudieran influir en los resultados productivos.
- Aislar el efecto del pigmentante vegetal natural como única variable diferenciadora entre tratamientos.

Esta decisión tecnológica fortaleció la confiabilidad de los resultados, ya que la mejora en la pigmentación y en los parámetros productivos se atribuyó directamente a la inclusión del extracto de col morada y no a variaciones en la dieta basal.

### **3.2.3 Tecnología de pigmentación natural y col morada**

La col morada fue seleccionada como fuente de pigmentación natural debido a su alto contenido de antocianinas, compuestos fenólicos pertenecientes al grupo de los flavonoides, responsables de las tonalidades púrpuras y rojizas en tejidos vegetales. Estas sustancias presentan elevada estabilidad y capacidad antioxidante, lo que favoreció su uso como alternativa natural a los pigmentantes sintéticos empleados en la producción avícola.

La aplicación continua del extracto líquido permitió una acumulación progresiva de pigmentos en la piel de las aves, mejorando la coloración en regiones de alto valor comercial como pechuga, pierna y muslo.

### **3.2.4 Tecnología de aplicación del extracto vegetal**

El extracto líquido de col morada se administró a través del agua de bebida, utilizando bebederos convencionales, lo que facilitó una distribución homogénea del pigmentante entre

las aves de cada tratamiento. Esta vía de suministro presentó ventajas operativas, tales como:

- Facilidad de dosificación y control de niveles de inclusión.
- Uniformidad en el consumo del pigmentante.
- Compatibilidad con sistemas avícolas intensivos.

Los niveles de inclusión fueron definidos en función de criterios técnicos, evitando concentraciones excesivas que pudieran generar efectos adversos, y permitiendo evaluar una respuesta dosis-dependiente sobre la pigmentación y el desempeño productivo.

### **3.2.5 Tecnología ambiental y de bienestar animal**

El sistema incorporó tecnologías básicas de control ambiental, incluyendo el uso de termohigrómetros para el monitoreo permanente de la temperatura y la humedad relativa del galpón. El control térmico se realizó mediante cortinas laterales, permitiendo mantener condiciones adecuadas para el bienestar de las aves y reducir el estrés calórico.

Adicionalmente, se aplicó una estrategia de manejo alimenticio preventivo, suspendiendo el suministro de alimento durante las horas de mayor temperatura ambiental, con el fin de minimizar pérdidas productivas asociadas al calor excesivo.

### **3.2.6 Impacto tecnológico en la estrategia de mercado**

La incorporación de col morada como pigmentante vegetal natural aportó un valor agregado al sistema productivo, al permitir la obtención de pollos de engorde con pigmentación cutánea más atractiva, característica altamente valorada por el consumidor. Esta tecnología facilitó la diferenciación del producto final, alineándose con las tendencias actuales del mercado que demandan alimentos producidos con insumos naturales, menor uso de aditivos sintéticos y bajo enfoques de sostenibilidad.

Desde una perspectiva comercial, el sistema propuesto fortaleció la competitividad del producto avícola, al mejorar su presentación visual y respaldar estrategias de comercialización orientadas a nichos de mercado que priorizan la calidad, la naturalidad y la innovación en los sistemas de producción animal.

## **3.3 Plan de implementación**

**Tabla 11.** *Plan de implementación del sistema productivo con extracto líquido de col morada*

---

<b>Etapas del proceso</b>	<b>Actividad realizada</b>
<b>Adecuación de instalaciones</b>	Limpieza, desinfección y acondicionamiento del galpón, comederos y bebederos; verificación de ventilación y control ambiental.
<b>División del galpón</b>	Delimitación de áreas independientes para cada tratamiento experimental, evitando la contaminación cruzada.
<b>Recepción de aves</b>	Ingreso del lote de 96 pollos de engorde; verificación del estado sanitario y registro del peso inicial individual.
<b>Adaptación inicial</b>	Colocación de las aves en cunas y suministro de vitaminas y electrolitos del día 1 al día 5 para reducir el estrés.
<b>Manejo general</b>	Registro diario del consumo de alimento y agua, realizado cada 24 horas a las 7:00 a.m.
<b>Control de peso inicial</b>	Monitoreo del peso corporal general hasta el día 12 de edad.
<b>Distribución experimental</b>	Asignación de las aves a los tratamientos (5 machos y 3 hembras por repetición) a partir del día 13.
<b>Aplicación del pigmentante</b>	Inclusión del extracto líquido de col morada vía agua de bebida según los niveles establecidos por tratamiento.
<b>Seguimiento productivo</b>	Registro semanal del peso corporal (sexado), consumo de alimento y consumo de agua desde el día 13 al día 37.
<b>Control ambiental</b>	Monitoreo permanente de temperatura y humedad mediante termohigrómetros; regulación por cortinas.
<b>Manejo preventivo</b>	Suspensión del suministro de alimento entre 14:00 y 16:00 h para reducir el estrés térmico.
<b>Evaluación final</b>	Faenamiento de las aves al día 38 y evaluación de la pigmentación cutánea mediante la escala de Roche (1–10).

---

### **3.4 Resultados**

#### **3.4.1 Efecto de los niveles de inclusión de extracto de col morada sobre el consumo de agua por tratamiento**

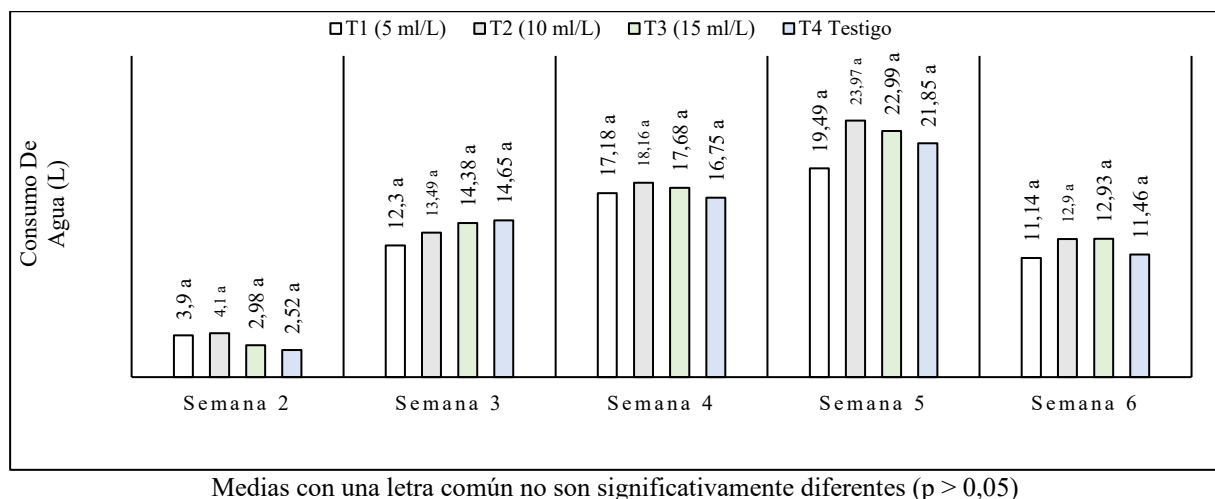
En la semana 2, no se evidenciaron diferencias estadísticas significativas entre

tratamientos ( $p = 0,1086$ ), registrándose un coeficiente de variación de 33 %, lo que indicó una alta variabilidad experimental. El mayor consumo promedio de agua correspondió al tratamiento T2 (10 ml/l), con una media de  $4,10 \pm 0,13$  l.

Durante la semana 3, el análisis estadístico mostró ausencia de diferencias significativas entre tratamientos ( $p = 0,7204$ ), con un coeficiente de variación de 20,56 %. El tratamiento que presentó el mayor consumo de agua fue T2 (10 ml/l), alcanzando un valor promedio de  $14,97 \pm 1,66$  l. En la semana 4, no se detectaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $p = 0,6857$ ), y se obtuvo un coeficiente de variación de 9,59 %, lo que reflejó una adecuada homogeneidad de los datos. El mayor consumo de agua se registró en el tratamiento T2 (1,0 ml/L), con una media de  $18,36 \pm 0,97$  l.

Para la semana 5, el análisis de varianza indicó que no existieron diferencias significativas entre tratamientos ( $p = 0,564$ ), con un coeficiente de variación de 17,08 %. El tratamiento T2 (1,0 ml/l) presentó el mayor consumo promedio de agua, con un valor de  $23,97 \pm 2,15$  l. Finalmente, en la semana 6, tampoco se observaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $p = 0,6483$ ), registrándose un coeficiente de variación de 15,09 %. El mayor consumo de agua correspondió al tratamiento T2 (10 ml/l), con una media de  $12,90 \pm 1,03$  l.

**Figura 2.** Consumo semanal de agua por lote de pollos de engorde (8 aves) suplementados con extracto de col morada



Estudios previos indicaron que, entre 22 y 28 días, el consumo de agua puede aumentar entre 15 y 25 % respecto a la semana anterior, especialmente cuando la temperatura ambiental supera los 28 °C (Sgavioli et al., 2023).

Pesti et al. (1985), determinaron que el consumo diario de agua en pollos de engorde pudo predecirse de manera confiable mediante una relación directa con la edad del ave, estimándose a razón de 5,28 ml de agua por ave y por día de edad. No obstante, los autores señalaron que este coeficiente presentó variaciones estacionales, ajustándose a 5,1 ml·ave<sup>-1</sup>·día<sup>-1</sup> durante periodos fríos y aumentando hasta 5,7 ml·ave<sup>-1</sup>·día<sup>-1</sup> en condiciones de clima cálido.

Adicionalmente, el estudio evidenció que la relación entre el consumo de agua y el consumo de alimento se mantuvo relativamente constante, con un valor promedio de 1,77 g de agua por cada gramo de alimento ingerido, parámetro considerado representativo del comportamiento hídrico normal en sistemas comerciales de producción de pollos de engorde.

#### **3.4.2 Comportamiento del peso corporal de pollos de engorde suplementados con extracto de col morada**

A los 14 días, no se registraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $p = 0,3154$ ), con un coeficiente de variación de 8,79 %, lo que evidenció una adecuada homogeneidad inicial de las aves. El mayor peso promedio fue compartido por los tratamientos T1, T2 y T3, con un valor de  $0,40 \pm 0,01$  kg, mientras que el tratamiento testigo presentó  $0,39 \pm 0,01$  kg. A los 21 días, se evidenciaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $p = 0,0021$ ), con un coeficiente de variación de 8,31 %. El mayor peso corporal correspondió al tratamiento T3 (1,5 %), con una media de  $1,11 \pm 0,02$  kg, diferenciándose del tratamiento testigo, que registró  $1,01 \pm 0,02$  kg.

A los 28 días, se mantuvieron diferencias significativas entre tratamientos ( $p = 0,0244$ ), con un coeficiente de variación de 9,22 %. El tratamiento T3 (1,5 %) presentó el mayor peso promedio con  $2,01 \pm 0,04$  kg, seguido por T1 con  $1,99 \pm 0,04$  kg, mientras que el tratamiento testigo alcanzó  $1,84 \pm 0,04$  kg. A los 34 días, el análisis estadístico mostró diferencias significativas ( $p = 0,0273$ ), con un coeficiente de variación de 10,9 %. El mayor peso corporal se registró en el tratamiento T3 (1,5 %), con un valor de  $2,77 \pm 0,06$  kg, superando al tratamiento testigo, que presentó  $2,55 \pm 0,06$  kg.

Finalmente, a los 38 días, se observaron diferencias altamente significativas entre tratamientos ( $p = 0,001$ ), con un coeficiente de variación de 11,48 %. El tratamiento T3 (1,5 %) alcanzó el mayor peso corporal con  $3,06 \pm 0,07$  kg, seguido por T2 con  $2,90 \pm 0,07$  kg, mientras que el tratamiento testigo registró el menor valor con  $2,77 \pm 0,07$  kg.

**Tabla 12.** *Peso corporal (kg) de pollos de engorde a los 14, 21, 28, 34 y 38 días de edad bajo diferentes tratamientos*

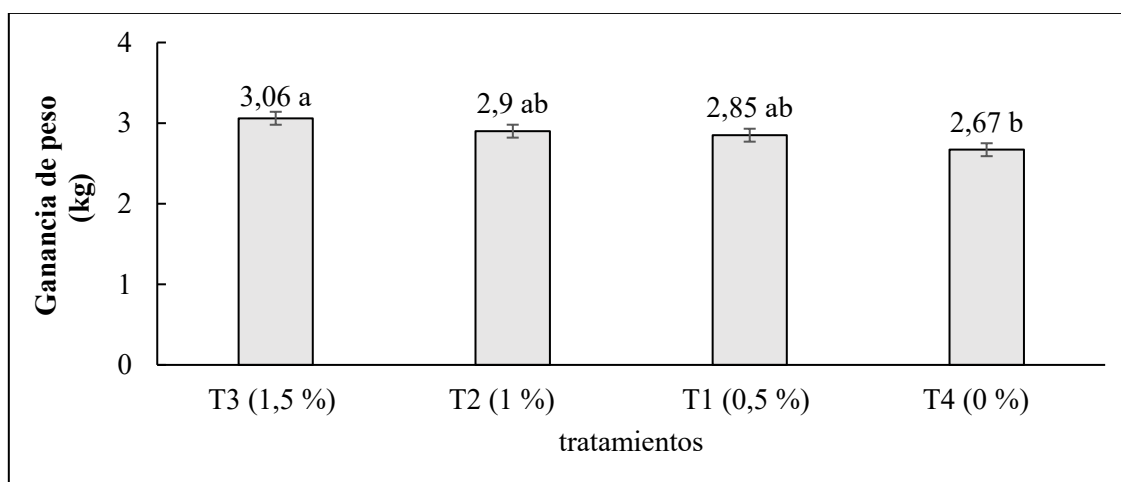
Tratamiento	Peso 14 días (kg)	Peso 21 días (kg)	Peso 28 días (kg)	Peso 34 días (kg)	Peso 38 días (kg)
T1 (0,5%)	0,4 a	1,05 ab	1,99 ab	2,57 ab	2,85 ab
T2 (1%)	0,4 a	1,04 b	1,91 ab	2,58 ab	2,9 ab
T3 (1,5%)	0,4 a	1,11 a	2,01 a	2,77 a	3,06 a
T4 (0%)	0,39 a	1,01 b	1,84 b	2,55 b	2,77 b
<b>P valor</b>	0,3154	0,0021	0,0244	0,0273	0,001
<b>CV (%)</b>	8,79	8,31	9,22	10,9	11,48
<b>E.E.</b>	0,01	0,02	0,04	0,06	0,07

Nota: *E.E.* corresponde al error estándar de la media; *CV (%)* indica el coeficiente de variación; *p-valor* representa el nivel de significancia estadística del análisis de varianza. Medias seguidas por letras iguales no difirieron significativamente entre sí.

### 3.4.3 Ganancia de peso

La ganancia de peso mostró diferencias entre tratamientos al final del periodo experimental. El tratamiento T3 (1,5 %) registró la mayor ganancia de peso, con un valor promedio de 3,06 kg, diferenciándose estadísticamente del tratamiento T4 (0 %), que presentó la menor ganancia con 2,67 kg. Los tratamientos T2 (1 %) y T1 (0,5 %) alcanzaron ganancias intermedias de 2,90 kg y 2,85 kg, respectivamente, sin diferencias estadísticas significativas entre ellos ni con el tratamiento T3, lo que se evidenció por la presencia de letras comunes.

**Figura 3.** *Ganancia de peso (kg) de pollos de engorde sometidos a diferentes niveles de inclusión de extracto de col morada*



Barras con letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas según la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Diversos estudios científicos indicaron que los pollos de engorde modernos alcanzaron pesos corporales finales cercanos a 2,5–3,0 kg hacia el final del ciclo productivo (42–49 días), rango considerado adecuado en sistemas comerciales intensivos. Havenstein et al., (2003), demostraron que los broilers modernos superaron los 2,8 kg a los 49 días, como resultado del

mejoramiento genético y de la optimización nutricional y zootécnica.

De manera similar, Zuidhof et al. (2014), reportaron que broilers comerciales presentaron pesos finales aproximados de 2,6–2,9 kg, lo que reflejó una elevada eficiencia de crecimiento y deposición muscular. Asimismo, los objetivos productivos de Alvarado-Álvarez et al. (2018), señalaron que líneas como Ross 308 alcanzaron 2,7–3,0 kg entre 42 y 49 días, bajo condiciones ambientales y nutricionales controladas, con ganancias diarias cercanas a 55–65 g/ave/día.

#### 3.4.4 Conversión alimenticia

La conversión alimenticia presentó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $p = 0,01804$ ), lo que indicó que los niveles de inclusión evaluados influyeron sobre la eficiencia de utilización del alimento. El coeficiente de variación fue de 12,21 %, valor considerado aceptable para variables productivas en estudios con pollos de engorde, mientras que el error estándar de la media fue de 0,08, lo que evidenció una adecuada precisión experimental.

El tratamiento T3 (1,5 %) registró la mejor conversión alimenticia, con una media de 1,52, diferenciándose estadísticamente del tratamiento T4 (0 %), que presentó la conversión menos eficiente con 1,74. Los tratamientos T1 (0,5 %) y T2 (1 %) mostraron valores intermedios de 1,68 y 1,73, respectivamente, sin diferencias significativas entre ellos, lo cual fue evidenciado por la presencia de letras comunes.

**Tabla 13.** *Conversión alimenticia (kg alimento/kg peso vivo) de pollos de engorde bajo diferentes niveles de tratamiento*

Tratamientos	CA		
T4 (0 %)	1,74		b
T2 (1 %)	1,73	a	b
T1 (0,5 %)	1,68	a	b
T3 (1,5 %)	1,52	a	
<b>P valor</b>		0,01804	
<b>CV (%)</b>		12,21	
<b>E.E.</b>		0,08	

Nota: *E.E.* corresponde al error estándar de la media; *CV (%)* indica el coeficiente de variación; *p-valor* representa el nivel de significancia estadística del análisis de varianza. Medias seguidas por letras iguales no difirieron significativamente entre sí.

Paredes (2024), demostró que los broiler, alimentados con dietas balanceadas a base de maíz y harina de soya formuladas por fases, alcanzaron conversiones alimenticias más eficientes en comparación con genotipos antiguos, evidenciando valores cercanos a 1,60–1,75

al final del ciclo productivo. De manera concordante, Havenstein et al. (2003), reportaron que dietas comerciales maíz–soya, ajustadas en energía metabolizable y aminoácidos digestibles, permitieron conversiones inferiores a 1,70 en broilers modernos, asociadas a una mayor eficiencia en la utilización de nutrientes.

### 3.4.5 Pigmentación cutánea

La pigmentación cutánea, evaluada mediante la escala de Roche en pechuga, pierna y patas, mostró un comportamiento diferenciado según la zona anatómica analizada. En la pechuga, no se registraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $p = 0,9834$ ), con un coeficiente de variación de 7,59 %, lo que indicó una pigmentación homogénea independientemente del nivel de inclusión del extracto de col morada. Los valores promedio oscilaron entre 6,33 y 6,90, evidenciando una coloración similar en todos los tratamientos.

En la pierna, se observaron diferencias estadísticas significativas ( $p = 0,0021$ ), con un coeficiente de variación de 13,26 %. El tratamiento T3 (1,5 %) alcanzó la mayor intensidad de pigmentación, con un valor promedio de 7,67, diferenciándose de los tratamientos T1, T2 y T4, los cuales presentaron valores inferiores y estadísticamente similares entre sí, lo que fue evidenciado por la presencia de letras comunes.

En cuanto a la pigmentación de las patas, el análisis estadístico mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos ( $p = 0,0001$ ), con un coeficiente de variación de 19,22 %. El tratamiento T3 (1,5 %) presentó el valor más alto de pigmentación (7,15), mientras que el tratamiento testigo registró el menor valor (6,67), lo que evidenció un efecto positivo del nivel más alto de inclusión del pigmentante vegetal natural sobre esta variable.

**Tabla 14.** *Pigmentación cutánea (escala de Roche) en pechuga, pierna y patas de pollos de engorde según tratamiento*

<b>Tratamiento</b>	<b>Pechuga</b>	<b>Pierna</b>	<b>Patás</b>
T1 (0,5%)	6,33 a	6,58 ab	6,83 ab
T2 (1%)	6,5 a	6,42 ab	6,83 ab
T3 (1,5%)	6,9 a	7,67 a	7,15 a
T4 (0%)	6,33 a	6,33 ab	6,67 ab
<b>P valor</b>	0,9834	0,0021	0,0001
<b>CV (%)</b>	7,59	13,26	19,22
<b>E.E.</b>	0,35	0,35	0,04

Nota: *E.E.* corresponde al error estándar de la media; *CV (%)* indica el coeficiente de variación; *p-valor* representa el nivel de significancia estadística del análisis de varianza. Medias seguidas por letras iguales no difirieron significativamente entre sí.

Carvajal et al. (2017) quienes al evaluar la inclusión de harina de zapallo en la dieta de pollos de engorde observaron que niveles del 7,5 % y 15 % generaron una mayor intensidad de color amarillo, determinada mediante el abanico colorimétrico DSM.

En el presente estudio, el tratamiento T3 presentó el mayor valor de pigmentación según la escala de Roche. Este comportamiento indicó una mayor intensidad de coloración en comparación con el testigo. Resultados similares fueron reportados por Montaña (2023), quien observó un incremento progresivo de la pigmentación con mayores niveles de inclusión de harina de zapallo (Montalbán, 2022)

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES

Se determinó que el nivel de inclusión del 1,5 % de extracto de col morada (T3) permitió alcanzar una mayor intensidad de pigmentación, particularmente en pierna y patas, donde se registraron diferencias estadísticas. En la pechuga, la pigmentación se mantuvo homogénea entre tratamientos, lo que evidenció que la respuesta pigmentaria fue dependiente de la zona anatómica evaluada.

En cuanto a los parámetros productivos, el tratamiento T3 (1,5 %) presentó el mejor desempeño productivo, al registrar la mayor ganancia de peso final (3,06 kg) y la mejor conversión alimenticia (1,52), diferenciándose estadísticamente del tratamiento testigo. Los tratamientos T1 (0,5 %) y T2 (1 %) mostraron valores intermedios, lo que indicó una respuesta positiva gradual conforme aumentó el nivel de inclusión del extracto vegetal.

Finalmente, la suplementación con extracto líquido de col morada al 1,5 % constituyó una alternativa eficiente como pigmentante vegetal natural, al mejorar la pigmentación cutánea y la eficiencia alimenticia, sin afectar negativamente el consumo de agua, contribuyendo así a un mejor desempeño productivo en pollos de engorde.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda la inclusión de extracto líquido de col morada al 1,5 % en la alimentación de pollos de engorde, debido a su efecto favorable sobre la pigmentación cutánea y la conversión alimenticia.

Se recomienda evaluar la pigmentación cutánea en diferentes zonas anatómicas, especialmente en pierna y patas, por ser las áreas donde se evidenció una mayor respuesta al pigmentante vegetal natural.

Se recomienda realizar estudios complementarios orientados a analizar la estabilidad del pigmento y su impacto económico, con el fin de optimizar su aplicación en sistemas de producción avícola.

## CAPÍTULO V

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdollahi, M., Ravindran, V., & Svihus, B. (2013). Pelleting of broiler diets: An overview with emphasis on pellet quality and nutritional value. *Animal feed science and technology*, 179(1-4), 1-23.
- Alvarado Álvarez, H. J., Guerra Casas, L. D., Montes de Oca, R. V., Ceró Rizo, Á. E., Zambrano Moreira, R., & Filian Hurtado, W. (2018). Comportamiento de los indicadores peso semanal, ganancia media semanal, ganancia media diaria y ganancia media acumulada semanal en dos líneas de hembras Broilers en condiciones ambientales del trópico. *Revista de Producción Animal*, 30(3), 42-47.
- Arreaga, J. (2016). “Producción de pollos cuello desnudo en pastoreo alimentados con lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) y harina de hoja de plátano (*musa paradisiaca l.*), incluido en dietas balanceadas”. [Tesis de Grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/6b0a09b7-6438-42cd-8223-8618e74ecd0d/content>
- Bone, A. M. (2024). *Análisis químico del agua con achiote y su estudio de mercado en pollos de engorde*. [Tesis de Grado, Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí]. <https://repositorio.uileam.edu.ec/handle/123456789/7237>
- Çalışlar, S. (2019). The important of beta carotene on poultry nutrition. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 33(3), 252-259.
- Campos, A., Salguero, S., Albino, L., & Rostagno, H. (2008). *Aminoácidos en la nutrición de pollos de engorde: Proteína ideal*. III CLANA. México: Congreso del Colegio Latino-Americano de Nutrición Animal.
- Carvajal, J., Martínez Mamian, C., & Vivas-Quila, N. (2017). Evaluación de parámetros productivos y pigmentación en pollos alimentados con harina zapallo (*Cucurbita moschata*). *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 15(2), 93-100. [https://doi.org/10.18684/BSAA\(15\)93-100](https://doi.org/10.18684/BSAA(15)93-100)
- Castelo, J. M. (2023). *Efecto de tres programas de alimentación balanceada en el rendimiento productivo de pollos de engorde*. [Tesis de Grado, Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí]. <https://repositorio.uileam.edu.ec/handle/123456789/4620>
- CONAVE. (2024). *Información Sector Avícola Público*. Cifras actualizadas del sector avícola.

<https://conave.org/informacion-sector-avicola-publico/>

- Cotera, M. L. (2024). *Análisis químico del agua con espinaca (spinacia oleracea) y su estudio de mercado en pollos de engorde*. [Tesis de grado, Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí]. <https://repositorio.ulead.edu.ec/handle/123456789/7239>
- Dumon, A. (1992). Formar a los estudiantes en el método experimental: ¿Utopía o problema superado? *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 25-31.
- Escobar, D. H., & Esteban, D. (2022). *Utilización de 2 niveles de inclusión de harina de larva de mosca soldado negro (Hermetia illucens) en sustitución de la soya como fuente proteica en dieta de pollos parrilleros en fase de crecimiento y engorde*. [Tesis de Grado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/9704>
- Espinel, V. L. (2024). *Análisis químico de agua con alfalfa y su estudio de mercado en pollos de engorde*. [Tesis de Grado, Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí]. <https://repositorio.ulead.edu.ec/handle/123456789/7246>
- Estrada Chavarrea, J. I. (2005). *Sustitución de la Harina de Pescado por Adición Amino Acidica en Cría y Acabado de Pollos Parrilleros* [bachelorThesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.espech.edu.ec/handle/123456789/2375>
- FAO. (2023). *Meat Market Review: Overview of global market developments in 2023* (1 No. 12; p. 22). Food and Agriculture Organization of the United Nations. [https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/ae4eb1ec-613d-478c-8361-c9bdba1df559/content?utm\\_source=chatgpt.com](https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/ae4eb1ec-613d-478c-8361-c9bdba1df559/content?utm_source=chatgpt.com)
- Fierro, M. M. T., González, E. Á., García, M. C., & Soria, H. N. (2005). Efecto de la incorporación de harina de pescado con distinto grado de cocción a dietas para pollos de engorda formuladas a un perfil de aminoácidos digestibles. *Técnica Pecuaria en México*, 43(3), 297-308.
- Fitz-Coy, S., & Edgar, S. (1992). Pathogenicity and control of Eimeria mitis infections in broiler chickens. *Avian Diseases*, 44-48.
- Gómez, R. S., Cortés Cuevas, A., López Coello, C., & Ávila González, E. (2011). Evaluación de tres programas de alimentación para pollos de engorda con base en dietas sorgo-soya con distintos porcentajes de proteína. *Veterinaria México*, 42(4), 299-309.

- Google Maps. (2024). *Ubicacion geografica del ensayo* [Ubicacion geografica del ensayo].  
<https://www.google.com/maps/@-0.2643624,-79.4325654,6978m/data=!3m1!1e3!5m1!1e4?entry=ttu>
- Gutiérrez, M. de los A. (2025, abril 24). Panorama del Consumo de Carnes en Ecuador: El Pollo como Protagonista. *aviNews, la revista global de avicultura*.  
<https://avinews.com/panorama-del-consumo-de-carnes-en-ecuador-el-pollo-como-protagonista/>
- Havenstein, G., Ferket, P., & Qureshi, M. (2003a). Growth, livability, and feed conversion of 1957 versus 2001 broilers when fed representative 1957 and 2001 broiler diets. *Poultry science*, 82(10), 1500-1508.
- Havenstein, G., Ferket, P., & Qureshi, M. (2003b). Growth, livability, and feed conversion of 1957 versus 2001 broilers when fed representative 1957 and 2001 broiler diets. *Poultry science*, 82(10), 1500-1508.
- Hernández, R., Fernández, S., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ta ed., Vol. 3). Editorial Mc Graw Hill.
- Herrera-Feijoo, Sosa-Cano, Y. Y., Torres-Navarrete, E., Guamán-Rivera, S. A., & Herrera-Jacome, D. F. (2024). Tendencias globales en el uso de Curcuma longa en la alimentación de pollos broiler: Un análisis bibliométrico. *Código Científico Revista de Investigación*, 5(2), 1602-1623.
- INAMHI. (2022, abril 16). *Anuario meteorológico*. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.  
[http://www.serviciometeorologico.gob.ec/docum\\_institucion/anuarios/meteorologicos/Am\\_2013.pdf](http://www.serviciometeorologico.gob.ec/docum_institucion/anuarios/meteorologicos/Am_2013.pdf).
- Jacome, J., Chicaiza, M. D. la C., Enríquez, X. V., Zambrano, J. E., & Rosado, V. M. (2024). *PIGMENTOS NATURALES EN LA PRODUCCIÓN AVÍCOLA* [Text.Chapter]. Editorial Erevna Ciencia Ediciones. <https://doi.org/10.70171/487rr081>
- Jácome-Gómez, J. R., Sánchez, E. J. S., Mendoza, M. E. Z., De la Cruz Chicaiza, M. V., & Macay- Anchundia, M. Á. M. (2022). Efecto de diferentes materiales de cama sobre el comportamiento productivo de pollos de engorde Cobb 500. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(5), 3868-3881.
- Jácome-Gómez, J. R., Valencia-Enríquez, X. P., Salcán-Sánchez, E. J., Martínez Sotelo, M. C.,

- & de La Cruz Chicaiza, D. L. (2024). *Daucus carota* L. como fuente de pigmento natural y su efecto sobre los parámetros zootécnicos en pollos de engorde Cobb 500. *La técnica*, 14(1), 29-36.
- Juárez-Caratachea, A., Sarmiento-Franco, L., & Segura-Correa, J. (2010). Efecto de la relación pellet: Harina en la dieta sobre el rendimiento productivo de gallinas de postura. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 12(1), 135-138.
- Kevin Guzmán. (2024). Achiote (*Bixa orellana* L.) flour in the organoleptic enhancement and pigmentation of broiler chickens. *Bionatura*, 9(2). <https://doi.org/10.70373/RB/2024.09.02.2>
- Lara, A. P. (2023). *Suplementación alimenticia en pollos de engorde con harina de zanahoria (Daucus carota) y su incidencia en la pigmentación*. [Tesis de grado, Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí]. <https://repositorio.ulead.edu.ec/handle/123456789/4606>
- Luo, Q., Li, J., Li, H., Zhou, D., Wang, X., Tian, Y., Qin, J., Tian, X., & Lu, Q. (2022). The Effects of Purple Corn Pigment on Growth Performance, Blood Biochemical Indices, Meat Quality, Muscle Amino Acids, and Fatty Acids of Growing Chickens. *Foods*, 11(13), Article 13. <https://doi.org/10.3390/foods11131870>
- Macias, P. F. Y., Montoya, J. A. M., Carvajal, R. J. G., & Briones, K. P. A. (2022). Addition of cabbage (*Brassica oleracea* var. *Capitata*) in a balanced diet for fattening American turkey. *Centrosur Agraria*, 1(12). <https://doi.org/10.37959/revista.v1i12.145>
- MAG. (2023). *Pobladores de Bahamas ya disfrutan de la carne de pollo ecuatoriano – Ministerio de Agricultura y Ganadería* [Agropecuaria]. Ministerio de Agricultura y Ganadería. <https://www.agricultura.gob.ec/pobladores-de-bahamas-ya-disfrutan-de-la-carne-de-pollo-ecuatoriano/>
- Manual de veterinaria. (2025). *Table:Necesidades nutricionales de los pollos de engorde a*. Manual de veterinaria de MSD. <https://www.msdevetmanual.com/es/multimedia/table/necesidades-nutricionales-de-los-pollos-de-engorde>
- Marounek, M., & Pebriansyah, A. (2018). Use of carotenoids in feed mixtures for poultry: A review. *Agricultura Tropica et Subtropica*, 51(3), 107-111.
- Martínez, M., Díaz, M., Hernández, Y., Sarmiento, M., & Sierra, F. (2013). Sustitución de pasta de soya comercial (*Glycine max*) por harina de frijol de soya germinada y sin germinar

- en dietas de pollos de engorde. *Livestock Research for Rural Development*, 25(7).
- Maya-Ortega, C. A., Madrid-Garcés, T. A., & Parra-Suescún, J. E. (2022). Bacillus subtilis mejora el desarrollo de órganos digestivos, la morfología del intestino y el rendimiento productivo en pollos de engorde. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 25(2).
- Mejías, N., Vega-Galvez, A., Gomez-Perez, L. S., Pasten, A., Uribe, E., Cortés, A., Valenzuela-Barra, G., Camus, J., Delporte, C., Bernal, G., Mejías, N., Vega-Galvez, A., Gomez-Perez, L. S., Pasten, A., Uribe, E., Cortés, A., Valenzuela-Barra, G., Camus, J., Delporte, C., & Bernal, G. (2024). Health-Promoting Properties of Processed Red Cabbage (*Brassica oleracea* var. capitata f. rubra): Effects of Drying Methods on Bio-Compound Retention. *Foods*, 13(6). <https://doi.org/10.3390/foods13060830>
- Montalbán, D. M. (2022a). *Pigmentación en pollos de engorde con la suplementación de harina de zapallo (cucurbita maxima)*. [Tesis de grado, Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí]. <https://repositorio.ulead.edu.ec/handle/123456789/5190>
- Montalbán, D. M. (2022b). *Pigmentación en pollos de engorde con la suplementación de harina de zapallo (cucurbita maxima)*. [Tesis de grado, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí]. <https://repositorio.ulead.edu.ec/handle/123456789/5190>
- Murillo, J. (2011). Métodos de investigación de enfoque experimental. *Recuperado el*, 2.
- Nabi, F., Arain, M. A., Rajput, N., Alagawany, M., Soomro, J., Umer, M., Soomro, F., Wang, Z., Ye, R., & Liu, J. (2020). Health benefits of carotenoids and potential application in poultry industry: A review. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 104(6), 1809-1818.
- Nicole. (2024, enero 18). Fundamentos e importancia de la nutrición temprana en la avicultura. *aviNews, la revista global de avicultura*. <https://avinews.com/fundamentos-de-la-nutricion-temprana-en-la-avicultura/>
- Ninčević-Grassino, A., Rimac Brnčić, S., Badanjak Sabolović, M., Šic Žlabur, J., Marović, R., & Brnčić, M. (2023). Carotenoid content and profiles of pumpkin products and by-products. *Molecules*, 28(2), 858.
- Paredes, W. A. (2024). *Evaluación de probióticos y prebióticos en la ganancia de peso en pollos Broiler* [Tesis de Grado, Universidad Politécnica Salesiana]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/28536>

- Pesti, G. M., Amato, S. V., & Minear, L. R. (1985). Water consumption of broiler chickens under commercial conditions. *Poultry Science*, 64(5), 803-808. <https://doi.org/10.3382/ps.0640803>
- Pita, C. J. (2022). *Pigmentación en pollos de engorde con la suplementación de harina de achiote (Bixa orellana)* [Tesis de Grado, Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí]. <https://repositorio.ulead.edu.ec/handle/123456789/5203>
- Ponte, P., Ferreira, L., Soares, M., Aguiar, M., Lemos, J., Mendes, I., & Fontes, C. (2004). Use of cellulases and xylanases to supplement diets containing alfalfa for broiler chicks: Effects on bird performance and skin color. *Journal of applied poultry research*, 13(3), 412-420.
- Quinsaguano, J. (2021). *Comportamiento productivo de los pollos parrilleros en ambientes controlados y manuales*. [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica De Chimborazo]. <https://dspace.esoch.edu.ec/items/5b914eb5-98cf-4364-babe-cd2f295b1bc1>
- Quishpe, X., Deley, L. S., Chacón Marcheco, E., Toro Molina, B., Jarrin, R. G., Mendoza, X. Q., Deley, L. S., Chacón Marcheco, E., Toro Molina, B., & Jarrin, R. G. (2023). Empleo de la harina de Brassica oleracea en la alimentación de pollos de ceba. *Revista Científica y Tecnológica UPSE (RCTU)*, 10(2), 1-10. <https://doi.org/10.26423/rctu.v10i2.723>
- Rebaza, G. A. F., Velasquez, Y. M. C., Huamaní, J. M. A., Huayaney, M. E. Q., Chavez, J. L. T., & Rivera, P. E. B. (2015). Estudio etnobotánico y fitoquímico de hojas de Brassica oleracea L." col morada". *Ciencia & Desarrollo*, 20, 7-11.
- Reda, F. M., Alagawany, M., Mahmoud, H. K., Alshahrani, M. Y., Suliman, M., Alghamdi, M. A., Ismail, T. A., El-Saadony, M. T., & El-Shall, N. A. (2024). Application of pumpkin oil as a new feed additive in Cobb Avian 48 broilers: Its effect on performance, carcasses, digestive enzyme, blood metabolites and cecal bacterial load. *Journal of Applied Poultry Research*, 33(4), 100480.
- Rosales, T. (2014). *Estudio Avcola Version Publica*. Superintendencia de control de mercado. <https://es.scribd.com/document/668671024/ESTUDIO-AVCOLA-VERSION-PUBLICA>
- Ruiz, J., Guerrero, L., Arnau, J., Guardia, M., & Esteve-Garcia, E. (2001). Descriptive sensory analysis of meat from broilers fed diets containing vitamin E or  $\beta$ -carotene as

- antioxidants and different supplemental fats. *Poultry science*, 80(7), 976-982.
- Sgavioli, S., Santos, E. T., Domingues, C. H. de F., Castiblanco, D. M. C., Rodrigues, P. H. M., Zeferino, C. P., Almeida, A. R., & Boleli, I. C. (2023). Broiler behavior: Influence of thermal stress, age, and period of the day. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 52, e20200239.
- Tamayo, A. A. (2022). *Suplementación de harina de remolacha (beta vulgaris l.) efecto en la pigmentación y otros parámetros productivos en pollos de engorde*. [Thesis de grado, Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí]. <https://repositorio.ulead.edu.ec/handle/123456789/5218>
- Vázquez-García, J., Piloni-Martini, J., Quintero-Lira, A., Soto-Simental, S., & Ocampo-López, J. (2023). Evaluación fisicoquímica de harina de col morada (*Brassica oleracea* var. Capitata f. Rubra) para usos alternos. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 8(1), 222-229.
- Wei, Y., Qin, K., Qin, X., Song, F., & Xu, X. (2023). Effects of different types of xanthophyll extracted from marigold on pigmentation of yellow-feathered chickens. *Animal Bioscience*, 36(12), 1853-1859. <https://doi.org/10.5713/ab.23.0097>
- Wiczowski, W., Szawara-Nowak, D., & Topolska, J. (2013). Red cabbage anthocyanins: Profile, isolation, identification, and antioxidant activity. *Food research international*, 51(1), 303-309.
- Wu, J., Lin, Z., Chen, G., Luo, Q., Nie, Q., Zhang, X., & Luo, W. (2021). Characterization of Chicken Skin Yellowness and Exploration of Genes Involved in Skin Yellowness Deposition in Chicken. *Frontiers in Physiology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.585089>
- Zambrano, A. C. (2016). *Aplicación del colorante natural de Cúrcuma (Cúrcuma longa Linn) en Pollos Broiler (Broiler ross 308) para mejorar la pigmentación de la piel*. [bachelorThesis, Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/3179>
- Zhang, S., & Kim, I. H. (2020). Effect of quercetin (flavonoid) supplementation on growth performance, meat stability, and immunological response in broiler chickens. *Livestock Science*, 242, 104286.
- Zuidhof, M., Schneider, B., Carney, V., Korver, D., & Robinson, F. (2014). Growth, efficiency,

and yield of commercial broilers from 1957, 1978, and 2005. *Poultry science*, 93(12), 2970-2982.

## ANEXOS

**Anexo 1.** *Proceso de limpieza y desinfección de las instalaciones avícolas previo al inicio del experimento*



**Anexo 2.** *Adecuación y división del galpón experimental según tratamientos establecidos*



**Anexo 3.** *Instalación y verificación del sistema de ventilación para el control ambiental del galpón.*



**Anexo 4.** *Recepción y acondicionamiento inicial de pollos de engorde en el galpón experimental.*



**Anexo 5.** *Preparación y dosificación del extracto líquido de col morada para la suplementación en pollos de engorde*



**Anexo 6.** Pesaje del alimento balanceado posterior a su suministro cada 24 horas en pollos de engorde.



**Anexo 7.** Preparación de tratamientos y evaluación de la pigmentación cutánea en pollos de engorde





# 1.- 2025- Evaluación de mezclas con pigmentantes vegetales en manejo de pollos de engorde- ARTEGA DAVID

**2%**  
Textos sospechosos

- 2% Similitudes
  - 0% similitudes entre comillas
  - < 1% entre las fuentes mencionadas
- 0% Idiomas no reconocidos
- 24% Textos potencialmente generados por IA (ignorado)

Nombre del documento: 1.- 2025- Evaluación de mezclas con pigmentantes vegetales en manejo de pollos de engorde- ARTEGA DAVID .docx  
ID del documento: cb6d6837540544dc45a9b51fa626d84e2351667f  
Tamaño del documento original: 4,61 MB

Depositante: Janeth Jácome Gómez  
Fecha de depósito: 2/2/2026  
Tipo de carga: interface  
fecha de fin de análisis: 2/2/2026

Número de palabras: 13.724  
Número de caracteres: 93.407

Ubicación de las similitudes en el documento:



## Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<b>Cedeño Zambrano Angie_ Implementación de un sistema de peletiza...</b> #245c06 Viene de de mi biblioteca 21 fuentes similares	6%		Palabras idénticas: 6% (796 palabras)
2	<b>Mecías Acosta Angelica_ Implementación en un sistema de peletización...</b> #95965e Viene de de mi biblioteca 15 fuentes similares	4%		Palabras idénticas: 4% (454 palabras)
3	<b>Suplementación de lombriz roja californiana (Eisenia foetida) sobre ...</b> #75b032 Viene de de mi grupo 20 fuentes similares	3%		Palabras idénticas: 3% (356 palabras)
4	<b>Santiago Alexander Anzules Zapata.docx   Santiago Alexander Anzules ...</b> #fb4472 Viene de de mi grupo 13 fuentes similares	3%		Palabras idénticas: 3% (357 palabras)
5	<b>3.- TESIS MARTHA COTERA -ESTUDIO DE MERCADO - POLLOS CON ESPI...</b> #6f3214 Viene de de mi biblioteca 15 fuentes similares	2%		Palabras idénticas: 2% (323 palabras)

## Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<b>doi.org   Sustitución parcial de maíz por harina integral de Cucurbita moschata y ...</b> <a href="https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num2_art.1298">https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num2_art.1298</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (38 palabras)
2	<b>ciencialatina.org</b> <a href="https://ciencialatina.org/index.php/ciencia/a/article/download/3362/5110">https://ciencialatina.org/index.php/ciencia/a/article/download/3362/5110</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (34 palabras)
3	<b>www.agrifoodscience.com   Anadolu-T Etlik Piliç Saf Hatlarının Gelişme ve Karka...</b> <a href="http://www.agrifoodscience.com/index.php/TURJAF/article/download/4575/2251">http://www.agrifoodscience.com/index.php/TURJAF/article/download/4575/2251</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (36 palabras)
4	<b>www.scielo.org.mx   Evaluación de tres programas de alimentación para pollos ...</b> <a href="https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=50301-50922011000400005">https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=50301-50922011000400005</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (39 palabras)
5	<b>www.upse.edu.ec</b> <a href="https://www.upse.edu.ec/ciencia/revistas/index.php/rctu/article/view/723">https://www.upse.edu.ec/ciencia/revistas/index.php/rctu/article/view/723</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (32 palabras)

## Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas) Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

- <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/6b0a09b7-6438-42cd-8223-8618e74ecd0d/content>
- [https://doi.org/10.18684/BSAA\(15\)](https://doi.org/10.18684/BSAA(15))
- <https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/4620>
- <https://conave.org/informacion-sector-avicola-publico/>
- <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2375>

*Janeth Jácome*