



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR IBARRA**  
**ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS AMBIENTALES Y**  
**VETERINARIA**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA**  
**OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERIA ZOOTECNISTA**

**EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON HARINA DE PIMENTÓN**  
**(*Capsicum annuum*) Y FLOR DE CALÉNDULA (*Calendula officinalis*) SOBRE**  
**LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y LA PIGMENTACIÓN DE LA YEMA**  
**DE HUEVO EN GALLINAS PONEDORAS DE LA LÍNEA HY-LINE BROWN**

**GLENDIA FRANCESCA RAMIREZ VERA**

**TUTOR: Msc. LUIS HUMBERTO HARO BEDON**

**IBARRA – ECUADOR**

**FEBRERO, 2026**

Ibarra, 06 de marzo

## CERTIFICACIÓN TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de integración curricular titulado: Luis Humberto Haro Bedon, presentado por el estudiante Glenda Franchesca Ramírez Vera con cédula de ciudadanía N°100406318-4, para obtener el Título de Efecto de la Suplementación de harina de pimentón (*Capsicum annumm*) y flor de caléndula (*Calendula offisinalis*) sobre los parámetros productivos y pigmentación de la yema de huevo en gallinas ponedoras de la línea Hy-Line Brown.

Certifico que el trabajo cumple con todos los parámetros establecidos, mediante el cual el estudiante demuestra el desarrollo de competencias en el campo de conocimiento de su profesión con un nivel de argumentación coherente, para ser sometido a la evaluación por parte de los lectores.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de originalidad de TURNITIN.

RECURSO EDUCATIVO PARA LA PROGRAMACIÓN EN EL ÁREA DE INFORMATICA			
INFORME DE ORIGINALIDAD			
5%	4%	2%	2%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
FUENTES PRIMARIAS			
1	Submitted to Universidad de Málaga - Tii	Trabajo del estudiante	< 1 %
2	Submitted to Universicorp Universi S.A. Blue Hill College	Trabajo del estudiante	< 1 %
3	Submitted to Universidad Pedagogica y Tecnologica de Colombia	Trabajo del estudiante	< 1 %
4	herostartup.com	Fuente de Internet	< 1 %
5	Submitted to Universidad del Istmo de Panamá	Trabajo del estudiante	< 1 %
6	lareferencia.info	Fuente de Internet	< 1 %
7	www.atenas-school.edu.ec	Fuente de Internet	< 1 %
8	repositorio.itb.edu.ec	Fuente de Internet	< 1 %

(f):



Mgs. Luis Humberto Haro Bedon

**TUTOR DE TRABAJO**

C.C.: 1002739389


## PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El tribunal examinador, aprueba el presente trabajo en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Ibarra:

(f): 

Mgs. Luis Humberto Haro Bedon

C.C.: 1002739389

(f):   
.....

Msc. Maritza de los Ángeles Mier Quiroz

C.C.: 100287828-6


(f): 

Ms. Edmundo Rene Recalde Posso

C.C.: 1001774494

## ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo, *Glenda Franchesca Ramírez Vera*, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 165 del Código Orgánico de Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que manifiesta textualmente: “Se reconoce facultad de los autores y demás titulares de derechos de disponer de sus derechos o autorizar las utilidades de sus obras o prestaciones a título gratuito y oneroso, según las condiciones que determinen. Esta facultad podrá ejercerse mediante licencias libres, abiertas y otros modelos alternativos de licenciamiento o la renuncia”.


(f):  \_\_\_\_\_

*Glenda Franchesca Ramírez Vera*

C.C.: 100406318-4

## AUTORIA

Yo, *Glenda Franchesca Ramírez Vera* autor, portador(@ de la cedula de ciudadanía N° 100406318-4, declaro que la presente trabajo de investigación es de total responsabilidad de la autor@, y eximo expresamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Ibarra de posibles reclamos o acciones legales.

(f):.....

*Glenda Franchesca Ramírez Vera*

C.C.: 100406318-4

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de titulación, con profundo amor y gratitud, a mis padres Alejandro Ramírez y Glenda Vera, quienes, con su apoyo incondicional, sacrificio y ejemplo de perseverancia han sido el pilar fundamental de mi formación personal y académica. Su confianza en mí y su constante aliento me dieron la fortaleza necesaria para no rendirme ante las dificultades.

A mi esposo Cristian Chulde, por su apoyo constante, comprensión y motivación, por impulsarme a seguir luchando por mis sueños y creer en mi incluso en los momentos mas difíciles. Su compañía y respaldo han sido esenciales en este camino.

Y de manera muy especial, a mi hijo Santiago Ramírez, quien es el motor de mi vida y la razón para seguir adelante, superarme cada día y alcanzar mis metas. Todo este esfuerzo es por él y para él.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco en primer lugar a Dios, por otorgarme fortaleza, sabiduría y perseverancia a lo largo de este camino académico, y por no permitirme rendirme ante las dificultades, dándome la fe y la confianza necesarias para seguir adelante hasta alcanzar esta meta.

Manifiesto mi más sincero agradecimiento a mis padres, por su cariño incondicional, respaldo permanente y por estar presente en cada etapa de mi vida, constituyendo las bases esenciales que me permitió avanzar y concluir este proceso de formación personal.

A mi esposo, por su apoyo constante por alentarme a alcanzar mis objetivos y permanecer a mi lado con dedicación y responsabilidad durante el desarrollo de este trabajo.

A mi tutor, Mgs. Luis Humberto Haro Bedón, por su asesoramiento, seguimiento académico y perseverancia, los cuales resultaron fundamentales para consolidar ese trabajo y orientarme adecuadamente en cada fase de la investigación.

A mi profesor, PhD. José Valdemar, por su nivel de exigencia, por motivarme a desarrollar un trabajo con responsabilidad y rigor, y por incentivar constantemente la búsqueda de la excelencia académica.

Finalmente, expreso mi gratitud a mis compañeros incondicionales, quienes permanecieron a mi lado en todo momento, escuchándome, apoyándome y brindarme su compañía durante este proceso, convirtiéndose en un apoyo fundamental para la culminación de este trabajo.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN TUTOR	ii
PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iii
ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS .....	iv
AUTORIA .....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
INDICE DE FIGURAS .....	xii
RESUMEN.....	1
ABSTRACT .....	2
CAPITULO I.....	3
INTRODUCCION.....	3
CAPITULO II.....	6
OBJETIVOS.....	6
2.1 Objetivo General.....	6
2.2Objetivos Específicos .....	6
2.3HIPOTESIS .....	6
CAPITULO III .....	7
ESTADO DEL ARTE .....	7
3.1 Antecedentes.....	7
3.2 La calidad del huevo.....	8
3.2.1 Calidad de la yema de huevo .....	9
3.2.2 Importancia de la producción de huevos .....	9
3.2.3 Composición nutricional del huevo de las gallinas ponedoras .....	10
3.2.4 Parámetros de calidad y composición del huevo de las gallinas ponedoras ....	12
3.2.5 Introducción a los Carotenoides.....	14
3.2.6 Distribución de los Carotenoides en los alimentos .....	16
3.2.7 Fuentes de carotenoides en la dieta de gallinas ponedoras .....	17
3.2.8 Importancia de los carotenoides en la salud de las gallinas ponedoras .....	18

3.2.9 Propiedades de las Plantas en la Pigmentación de la Yema de Huevo .....	18
3.2.10 Valoración de pigmentación del huevo.....	19
3.2.11 Importancia del pimentón en la pigmentación de la yema de huevo .....	20
3.2.12 Generalidades del pimentón.....	20
3.2.13 Importancia de la flor de caléndula en la pigmentación de la yema de huevo	
21	
3.2.14 Generalidades de la flor de Caléndula .....	22
3.2.15 Mejora de la Calidad de la Yema con Pimentón y Caléndula .....	23
3.2.16 Propiedades físicas y químicas importantes de los Carotenoides .....	24
<b>CAPITULO IV .....</b>	<b>25</b>
<b>MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>25</b>
4.1 Materiales e insumos .....	25
4.1.1 Insumos Alimenticios .....	25
4.1.2 Semovientes .....	25
4.2 Métodos.....	26
4.2.1 Fase de campo.....	26
4.2.2 Variables .....	27
4.2.3 Variable dependiente .....	27
4.2.4 Variable Independiente .....	28
4.3 Diseño experimental .....	28
4.3.1 Análís funcional .....	29
4.3.2 Coeficiente de variación .....	30
4.3.3 Unidades Experimentales.....	30
4.3.4 Factores de estudio.....	30
4.3.5 Tratamientos .....	30
4.3.6 Esquema de ANOVA.....	31
4.3.7 Manejo específico del experimento .....	31
4.3.8 Preparación y adecuación de las instalaciones.....	32
4.3.9 Periodo de adaptación y aclimatación.....	33
4.3.10 Elaboración y preparación de la harina de pimentón y flor de caléndula.....	34
4.3.11 Manejo del alimento .....	35
4.4 Medición de variables .....	36

4.4.1 Numero de huevos producidos.....	37
4.4.2 Consumo alimenticio. ....	37
4.4.3 Conversión alimenticia. ....	37
4.4.4 Pigmentación de la yema de huevo.....	37
CAPÍTULO V .....	39
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	39
5.1 Prueba de Normalidad y Homogeneidad de Varianzas .....	39
5.2 Análisis de Varianza.....	40
5.2.1 Análisis de Varianza de la Variable número de huevos por semana .....	40
5.2.1.1 Ordenamiento de promedios de la variable número de huevos .....	41
5.2.2 Análisis de Varianza de la Variable consumo de alimento por semana .....	46
5.2.2.1 Ordenamiento de promedio de variable consumo de alimento.....	48
5.2.3 Análisis de Varianza de la Variable conversión alimenticia por semana .....	52
5.2.3.1 Ordenamiento de promedio de variable conversión alimenticia .....	54
5.2.4 Análisis de Varianza de la Variable Pigmentación del Huevo .....	59
5.2.4.1 Ordenamiento de promedio de variable pigmentación de la yema.....	61
CAPITULO VI.....	66
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	66
6.1 Conclusiones.....	66
6.1 Recomendaciones .....	67
BIBLIOGRAFÍA .....	68
ANEXOS .....	77

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Materiales .....	26
Tabla 2. Descripción de la ubicación geográfica de la investigación .....	26
Tabla 3. Dosificación de tratamientos. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 4. Descripción de los tratamientos.....	30
Tabla 5. Esquema del ANOVA .....	31
Tabla 6. Prueba de normalidad y homogeneidad.....	39
Tabla 7. ANOVA número de huevos sema 1-5.....	40
Tabla 8. ANOVA consumo de alimento semana 1-5. ....	46
Tabla 9. ANOVA conversión alimenticia semana 1-5 .....	52
Tabla 10. ANOVA pigmentación de huevo semana 1-5. ....	59

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Composición básica proteínica de la porción proteica del huevo de la gallina ponedora .....	11
Figura 2 Esquema de la formación del huevo en las gallinas ponedoras .....	13
Figura 3 Gallina Hy-Line Brown.....	13
Figura 4 Gallina Hy-Line Brown.....	14
Figura 5 Estructuras y características de los Carotenos comunes en los alimentos.....	15
Figura 6 Estructuras y características de las Xantofilias comunes en los alimentos.....	16
Figura 7 Estructuras y características de las Xantofilias comunes en los alimentos.....	17
Figura 8 Estructuras y características de las Xantofilias comunes en los alimentos.....	24
Figura 9 Lista de aditivos autorizados en alimentos para las gallinas ponedoras .....	18
Figura 10 Figura geográfica del área de estudio.....	27
Figura 11 Promedio número de huevos semana 1.....	42
Figura 12 Promedio número de huevos semana 2.....	43
Figura 13 Promedio número de huevos semana 3.....	43
Figura 14 Promedio número de huevos semana 4 .....	44
Figura 15 Promedio número de huevos semana 5.....	44
Figura 16 Promedio número de huevos semana 1 a 5.....	45
Figura 17 Promedio consumo de alimento semana 1.....	48
Figura 18 Promedio consumo de alimento semana 2.....	48
Figura 19 Promedio consumo de alimento semana 3.....	49
Figura 20 Promedio consumo de alimento semana 4.....	50
Figura 21 Promedio consumo de alimento semana 5.....	51
Figura 22 Promedio consumo de alimento semana 1 a 5.....	51
Figura 23 Promedio conversión alimenticia semana 1.....	54
Figura 24 Promedio conversión alimenticia semana 2.....	55
Figura 25 Promedio conversión alimenticia semana 3.....	55
Figura 26 Promedio conversión alimenticia semana 4.....	56
Figura 27 Promedio conversión alimenticia semana 5.....	57
Figura 28 Promedio conversión alimenticia semana 1 a 5.....	58
Figura 29 Promedio pigmentación de la yema semana 1.....	61
Figura 30 Promedio pigmentación de la yema semana 2.....	61

Figura 31 Promedio pigmentación de la yema semana 3.....	62
Figura 32 Promedio pigmentación de la yema semana 4.....	63
Figura 33 Promedio pigmentación de la yema semana 5.....	63
Figura 34 Promedio pigmentación yema de huevo semana 1 a 5.....	64

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la suplementación de dos tipos de pigmentante, harina de pimentón (*Capsicum annuum*) y flor de caléndula (*Calendula officinalis*), y su influencia sobre la pigmentación de la yema de huevo de gallinas ponedoras Hy-Line Brown, considerando que el color de la yema constituye un atributo fundamental de calidad y aceptación para el consumidor. El estudio se desarrolló en las instalaciones de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Ibarra, bajo un diseño completamente al azar, con tres tratamientos y tres repeticiones, utilizando una dieta basal formulada a base de harina de trigo, harina de soya y harina de pescado. Se emplearon noventa (90) gallinas ponedoras Hy-Line Brown, distribuidas en sistema de piso, con diez aves por tratamiento y repetición. Los tratamientos consistieron en: T1(control, dieta basal sin pigmentantes), T2(dieta basal suplementada con 1,67% de harina de pimentón) y T3 (dieta suplementada con 2,65% de harina de flor de caléndula). Las variables evaluadas fueron el consumo de alimento, la conversión alimenticia, el número de huevos producidos y la pigmentación de la yema, esta última determinada mediante el uso del colorímetro digital y la escala de color de yema de huevo YolkFan, la misma que se utiliza para evaluar y comparar la pigmentación de la yema de huevo de forma visual y estandarizada, permitiendo asignar un valor numérico al color de la yema. Los resultados obtenidos mostraron que la suplementación con harina de pimentón y flor de caléndula no generó diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ) en los parámetros productivos evaluados, como el número de huevos producidos, el consumo de alimento y la conversión alimenticia durante el periodo experimental. Sin embargo, se evidenció un incremento progresivo en la pigmentación de la yema de los huevos en los tratamientos suplementados, alcanzando calores superiores en comparación con el tratamiento control, con tonalidad comprendidas entre 11 y 13 en la escala de color de yema de huevo Yolkfan a partir de las semanas finales de evaluación. En conclusión, la suplementación con la harina de pimiento y flor de caléndula constituye una alternativa natural, viable y sostenible para mejorar la pigmentación de la yema de huevo en gallinas ponedoras Hy-Line Brown, sin afectar negativamente el desempeño productivo, contribuyendo así a la obtención de huevos con mayor valor comercial y aceptación por parte del consumidor.

Palabras clave: gallinas ponedoras, pimentón, caléndula, pigmentación de la yema, calidad del huevo.

## ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effect of supplementing two types of pigments, paprika flour (*Capsicum annuum*) and calendula flower (*Calendula officinalis*), and their influence on the pigmentation of egg yolks from Hy-Line Brown laying hens, considering that yolk color is a fundamental attribute of quality and consumer acceptance. The study was conducted at the Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ibarra Campus, under a completely randomized design, with three treatments and three replicates, using a basal diet formulated with wheat flour, soybean meal, and fish meal. Ninety (90) Hy-Line Brown laying hens were used, distributed in a floor system, with ten birds per treatment and repetition. The treatments consisted of: T1 (control, basal diet without pigments), T2 (basal diet supplemented with 1.67% paprika meal), and T3 (diet supplemented with 2.65% marigold meal). The variables evaluated were feed consumption, feed conversion, number of eggs produced, and yolk pigmentation, the latter determined using a digital colorimeter and the YolkFan egg yolk color scale, which is used to evaluate and compare egg yolk pigmentation visually and in a standardized manner, allowing a numerical value to be assigned to the yolk color. The results obtained showed that supplementation with paprika and calendula flower meal did not generate statistically significant differences ( $p > 0.05$ ) in the production parameters evaluated, such as the number of eggs produced, feed consumption, and feed conversion during the experimental period. However, a progressive increase in egg yolk pigmentation was observed in the supplemented treatments, reaching higher values compared to the control treatment, with shades ranging from 11 to 13 on the Yolkfan egg yolk color scale from the final weeks of evaluation. In conclusion, supplementation with paprika and marigold flower meal is a natural, viable, and sustainable alternative for improving egg yolk pigmentation in Hy-Line Brown laying hens without negatively affecting productive performance, thus contributing to the production of eggs with higher commercial value and consumer acceptance.

Keywords: laying hens, paprika, calendula, yolk pigmentation, egg quality.

# CAPITULO I

## INTRODUCCION

En la producción avícola el huevo es considerado una fuente rica de proteínas, vitaminas y minerales y su alto valor biológico (alimento funcional) y su costo hace que sea accesibles al mundo (Caffa et al., 2025). La yema es el componente que ha influido como un producto impactante en la percepción del mercado. El color, la textura y la composición nutricional de la yema en términos y en relación con la clara tenían mayor impacto en la impresión de frescura y valor alimenticio de los productos para los compradores finales (Réhault-Godbert et al., 2019).

Esta característica dependió principalmente de la dieta suministrada a las gallinas ponedoras, ya que las aves no son capaces de sintetizar carotenoides de forma endógena, y deben obtenerlos de los alimentos (Valladares, 2022). No obstante, en la formulación tradicional de dietas avícolas se priorizó la optimización de costos, limitando la incorporación de suplementos naturales que podrían haber mejorado la pigmentación y calidad del huevo (Andaluz, 2022).

El maíz es la base de la formulación de piensos compuestos pues a más de ser un ingrediente energético el contenido de carotenoides coadyuba en los procesos de pigmentación de la piel y de la yema de los huevos (Andaluz, 2022). Sin embargo, la producción de maíz, es un eslabón de la cadena productiva muy sensible pues su obtención depende de un adecuado manejo de las condiciones agronómicas y de los fenómenos climáticos que reducen sus rendimientos y limitan su utilización como ingrediente; en el Ecuador lo antes mencionado genera una pérdida significativa de 40,000 hectáreas de cultivo y retrasos del 77 % en las siembras (Fernández y Lobato, 2009). Con este escenario, la producción anual de maíz disminuyó en un 26 %, aumentando en un 23 % el precio del grano (Asociación de Productores de Alimentos Balanceados [APROBAL], 2024), lo que redujo el nivel de utilidad del fabricante de piensos y se incrementa los costos de alimentación de animales de granja (Caffa, 2025). Ante esta problemática, surgió la necesidad de encontrar alternativas de ingredientes de los piensos compuestos que suplan las necesidades nutricionales de los animales de granja; además de identificar ingredientes que aporten carotenoides para suplir las necesidades nutricionales de las aves (Vlaicu et al., 2024).

Dentro de estas alternativas, destacan el pimentón (*Capsicum annuum*) y la flor de caléndula (*Calendula officinalis*), dos ingredientes naturales ricos en carotenoides — capsantina, luteína y xantina— (Rodríguez-Amaya, 1999; Shaaban et al., 2024). Diferentes investigaciones han demostrado que la suplementación de la dieta de gallinas ponedoras con harina de pimentón o flor de caléndula incrementa el color de la yema hasta valores de 9–10 en la escala de Roche, sin alteraciones en los parámetros productivos de postura, consumo de alimento y tiempo de postura (Parra et al., 2021). Asimismo, estos compuestos presentan propiedades antioxidantes y mejoras de la estabilidad oxidativa y prolongaron la frescura del huevo (Surai, 2019).

En consecuencia, el presente trabajo se propuso evaluar el efecto de la suplementación con harina de pimentón y flor de caléndula en la pigmentación de la yema de huevo en gallinas Hy-Line Brown, con el objetivo de identificar una alternativa natural, económica y sostenible que optimice la calidad organoléptica y nutricional del huevo (Parra et al., 2017). Este estudio se desarrolló bajo condiciones controladas y mediante un diseño experimental completamente al azar, donde se incluirán diferentes porcentajes de suplementación de harina de pimiento y flor de caléndula en la dieta para la, sobre el color de la yema de huevo (Surai, 2019).

El color de la yema es un signo de calidad apreciado por los consumidores y se vincula a la frescura y calidad nutritiva (alimentos funcionales) (Parra et al., 2017). Además, el uso de productos naturales contribuye a facilitar una alternativa de remplazo de pigmentantes de origen sintético; reducción de los costos de producción (pienso compuesto) alternativas para los productores agrícolas (Pila, 2018). Además, el uso de harina de pimentón y flor de caléndula permitiría revalorizar recursos agrícolas locales, fomentando la economía circular mediante la utilización de subproductos o cultivos de bajo costo.

Desde una perspectiva técnica y científica, este estudio generó datos sobre la dosis óptima de la suplementación; consistencia y propiedades de los pigmentos naturales y su impacto en las métricas productivas y la calidad organoléptica del huevo (Réhault-Godbert et al., 2019). También ayudará al sector avícola ecuatoriano a ser más competitivo al proporcionar un producto de alto valor añadido (alimentos funcionales) (Mottet y Tempio, 2017). Los hallazgos futuros se pueden utilizar para crear alimentos equilibrados más sostenibles y eficientes, fomentando métodos productivos que respeten el medio ambiente y se adhieran a los principios agroecológicos (Andaluz, 2022).

La investigación tubo efectos sociales, ambientales y económicos positivos (Réhault-Godbert et al, 2019). Económicamente, sustituir algun ingredientes de alto costo, como el maíz, reducirá los costos de producción (APROBAL, 2024). La contribución con la reducción del uso de colorantes sintéticos; promueve la gestión sostenible de los recursos (Valladares, 2022). Fortalecer la producción local y mejorar la calidad nutricional del huevo, alimento básico en la dieta ecuatoriana, promoviendo así el bienestar de la población y la seguridad alimentaria (Andaluz, 2022).

Esta investigación contribuye con los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) 2030: Objetivo 2 “De aquí a 2030, asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción, contribuyan al mantenimiento de los ecosistemas, fortalezcan la capacidad de adaptación al cambio climático, los fenómenos meteorológicos extremos, las sequías, las inundaciones y otros desastres, y mejoren progresivamente la calidad de la tierra y el suelo” ; Objetivo 3 “De aquí a 2030, reducir considerablemente el número de muertes y enfermedades causadas por productos químicos peligrosos y por la polución y contaminación del aire, el agua y el suelo” (Organización de las Naciones Unidas [ONU] 2016).

## CAPITULO II

### OBJETIVOS

#### 2.1 Objetivo General

Evaluar el efecto de la suplementación con harina de Pimentón (*Capsicum annuum*) y Flor de caléndula (*Caléndula officinalis*) sobre los parámetros productivos y la pigmentación de la yema de huevo en gallinas ponedoras de la línea Hy-Line Brown.

#### 2.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el efecto de pigmentación de la yema de los huevos de gallinas ponedoras Hy-Line Brown suplementadas con harina de Pimentón (*Capsicum annuum*) y Flor de caléndula (*Caléndula officinalis*), usando el colorímetro digital para determinar la intensidad del color y comparar los resultados con un grupo control sin suplementación.
- Analizar el efecto de la suplementación con harina de pimentón y harina de flor de caléndula sobre los parámetros productivos de gallinas ponedoras de la línea Hy-Line Brown, considerando el consumo de alimento, la conversión alimenticia y número de huevos producidos durante el periodo experimental.

#### 2.3 HIPOTESIS

- Hipótesis nula ( $H_0$ ): La suplementación con harina de pimentón (*Capsicum annuum*) y Flor de caléndula (*Caléndula officinalis*), no tienen efecto significativo sobre los parámetros productivos y la pigmentación de la yema de huevo (medida por colorímetro digital y escala YolkFan) en gallinas ponedoras de la línea Hy-Line Brown respecto al tratamiento control.
- Hipótesis alternativa ( $H_1$ ): La suplementación con harina de pimentón (*Capsicum annuum*) y Flor de caléndula (*Caléndula officinalis*), tienen efecto significativo sobre los parámetros productivos y la pigmentación de la yema de huevo (medida por colorímetro digital y escala YolkFan) en gallinas ponedoras de la línea Hy-Line Brown respecto al tratamiento control.

## CAPITULO III

### ESTADO DEL ARTE

#### 3.1. Antecedentes

Cueva (2020) desarrollo una investigación cuyo objetivo fue evaluar el efecto de los pigmentos carotenoides a base de la flor de marigold (*Calendula officinalis*) para la calidad del huevo, distribuidas en tres tratamientos (0%; 2%, 4% de flor de marigold). Empleo un diseño completamente al azar con cien gallinas distribuidos es tres tratamientos y tres repeticiones, midiendo consumo de alimento, conversión alimenticia y pigmentación. Los resultados conseguidos en esta propuesta es que indicaron cada grupo T3 consiguió una mejor pigmentación en la yema (valores de 9-10 en la escala de Roche), sin afectar la producción de huevos ni la ingesta de alimento. También, en la retención de carotenoides en la yema obtuvo un 15% superior en comparación del control (Cueva, 2020).

Rodríguez-Amaya (2023) en su investigación se evaluó el efecto de la suplementación con harina de pimentón y caléndula en gallinas ponedoras Hy-Line Brown. Para alcanzarlo, en lo referente a la pigmentación de la yema de huevo, las cuales fueron distribuidas es cuatro tratamientos (0%, 1.5% harina de pimentón, 2,5% harina de caléndula, 1%/1,5% harina de pimientó/harina de caléndula). Ocupando un diseño experimental con cuatro tratamientos y 4 repeticiones con ciento veinte gallinas. Donde los resultados recabados de esta propuesta fue que mostraron la yema de los huevos de los tratamientos T1 y T3 presentó un incremento significativo en la tonalidad de la yema (valores de 10 en la escala de Roche), mientras que el grupo control alcanzó valores entre 6 y 7. También, la suplementación con pimentón y caléndula mejoró la estabilidad oxidante de la yema en un 18% en comparativa con el grupo control (Rodríguez-Amaya et al., 2023).

Al respecto, afirma Kljak et al., (2021) en su investigación realizó una evaluación de diversas fuentes vegetales de carotenoides en la pigmentación de la yema de gallinas ponedoras. Se trabajó con 150 gallinas Hy-Line Brown mismas que fueron distribuidas en tres grupos (0%, 3% de harina de pimentón y 4% de harina de caléndula).

Como resultado de la propuesta se presentaron una suplementación con pimentón y caléndula mejoró significativamente la pigmentación de la yema, alcanzando valores de 9-10 en escala de Roche en comparativa con el grupo control (5-6 en la escala de Roche). También, el contenido de luteína y capsantina en la yema incrementó un 15% en los grupos suplementados en comparación con el control, y la estabilidad oxidativa de la yema se incrementó un 20% (Kljak et al., 2021).

### 3.2 La calidad del huevo

En una investigación (Pié, 2019) afirma que la calidad del huevo es un parámetro fundamental en la industria avícola, ya que determina su aceptación por parte del consumidor y su valor en el mercado. Los factores que influyen en la calidad del huevo incluyen:

- **Pigmentación de la yema:** La coloración de la yema es un aspecto clave de la calidad del huevo, pues los consumidores asocian los tonos más intensos con un mejor contenido nutricional y mayor frescura (Parra, Torres, Tortolero, Durazzi, Ineichen y Fernández, 2017).
- **Consistencia y frescura:** La firmeza y la textura de la yema dependen de la proporción de lípidos y proteínas, así como de la estabilidad del huevo en el tiempo (Lesnierowski y Stangierski, 2018).
- **Estabilidad oxidativa:** La presencia de antioxidantes como la luteína y la capsantina protege los lípidos de la yema contra la oxidación, lo que prolonga su vida útil y preserva sus propiedades organolépticas y nutricionales (Berntein, Li, Vachali, Gorudupudi, Shyam, Henriksen y Nolan, 2016)
- **Contenido nutricional:** La yema es una fuente importante de proteínas de alta calidad, ácidos grasos esenciales, vitaminas y minerales, lo que la convierte en un componente fundamental para la nutrición humana (Nimalaratne y Wu, 2015).

Entonces, en tal sentido, es importante mencionar que este tipo de raza por su alto nivel de productividad y dieta especializadas las gallinas Hy-Line Brown es una excelente opción para valorar el impacto que tendrá con los carotenoides en la pigmentación de la yema y la calidad del huevo (HY-LINE INTERNATIONAL, 2016).

### 3.2.1 Calidad de la yema de huevo

La calidad de la yema no solo es medida por su pigmentación, sino también por factores como: textura, estabilidad oxidativa, frescura y contenido nutricional (Lesnierowski et al., 2018). A continuación, se describe estos factores claves:

- **Pigmentación:** vinculada con el tipo y cantidad de carotenoides que exista en la dieta de las gallinas (Karadas et al., 2020).
- **Consistencia:** esta va acorde a la proporción de lípidos y proteínas que haya en la yema (Lesnierowski et al., 2018).
- **Estabilidad oxidativa:** estos antioxidantes tales como: luteína y capsantina, que ayuda a extender la vida útil y el valor nutricional del huevo (Howard et al., 2000).
- **Contenido de ácidos grasos:** contribuye con beneficios para la salud humana (Nimalaratne et al., 2015).
- **Efecto de la suplementación en la calidad de yema:** estudios demuestran que la suplementación de carotenoides, ayudan al mejoramiento en la estabilidad oxidativa, aumentando la retención de líquidos y optimizando la textura de la yema, estos elementos son primordiales para la ingesta de los consumidores y la calidad en el producto (Lesnierowski et al., 2018).

### 3.2.2 Importancia de la producción de huevos

La producción de huevos es considerada como una actividad importante en la avicultura y desempeña un papel importante en la seguridad alimentaria y la economía a nivel mundial y nacional. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2021). En resumen, se destacan los aspectos más relevantes de su importancia:

Los huevos son una fuente rica en proteínas de alta calidad, vitaminas y minerales esenciales, lo que lo convierte en un alimento básico en muchas dietas alrededor del mundo. En el contexto de la dieta equilibrada, alimentos como el huevo han sido reconocidos por sus beneficios nutricionales, desmitificado perjuicios sobre su relación con el colesterol y resultado su valor en una alimentación saludable (North, 1987). Por otro lado, en el ámbito económico ha logrado contribuir al desarrollo económico de diversos países (Mele, Pappalardo y Scintu, 2019). A escala mundial, la producción de

huevos ha mostrado un crecimiento continuo, con un consumo promedio en la Unión Europea de 210 huevos por persona al año, destacando países como España con 273 huevos per cápita (Rodríguez y otro., 2011). Por su parte en Ecuador, la producción de los huevos es considerada como una parte integral del sector ganadero (Instituto Nacional de Estadística y Censos del Ecuador [INEC], 2020). En 2019, el país produjo aproximadamente 133 mil toneladas de huevo de gallinas, lo que refleja su relevancia en la economía nacional y en la provisión de proteínas asequibles para la población (Mezones- Santana et al, 2022).

Por otra parte, en base a la importancia social genera empleo en distintas etapas de la cadena de producción, desde la cría y manejo de aves hasta la distribución y comercialización de los productos (Lara y Rostagno, 2013). También, la accesibilidad y el costo relativamente bajo de los huevos los transforma en una fuente de proteína esencial, esencialmente en comunidades de bajos ingresos, contribuyendo a la reducción de la malnutrición y optimizando la calidad de vida (Gutiérrez et al.,2024).

Finalmente, en relación a la salud pública tienen implicaciones en la salud pública (Menezes, Costa y Santos, 2020). Adicionalmente, es sumamente importante mantener prácticas de bioseguridad en la cría de aves para prevenir enfermedades que puedan afectar tanto a los animales como a los seres humanos (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2018). Por ejemplo, la falta de protocolos de higiene adecuados en gallineros de autoconsumo puede incrementar el riesgo de transmisión de enfermedades zoonóticas, como infecciones por *Compylobacter* (Dussaillant et al., 2017).

### **3.2.3 Composición nutricional del huevo de las gallinas ponedoras**

Es importante señalar que actualmente existen distintos estudios científicos donde mencionan que han investigado la composición proteica del huevo y las propiedades funcionales que estas proteínas ofrecen al consumidor, tanto en la industria alimentaria como para la salud (Réhault- Godbert, 2019). En tal sentido, aproximadamente el 12% de las proteínas del huevo se distribuyen entre la yema, que contiene lipoproteínas de alta y baja densidad, así como livetinas, la clara, que incluye ovoalbúmina, ovotransfererina, ovomucoide, ovomucina, entre otros (Nimalaratne et al., 2015). Cada una de estas proteínas han sido analizadas tanto sus propiedades específicas, lo que destaca el alto potencial funcional del huevo en distintas industrias. También las proteínas del huevo se consideran de alta calidad y se usan como estándar para medir la calidad proteica de otros

alimentos (Jung, Kim, Son, Nam, Ahn y Jo, 2012); (Nimalaratne et al., 2015). La mayoría de estos compuestos tienen propiedades antioxidantes, relacionadas con su capacidad para regular o disminuir las reacciones redox que pueden ocurrir con iones metálicos, especies reactivas de oxígeno y monóxido de nitrógeno (NO), peróxido de hidrógeno H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, entre otros (Lesnierowski et al., 2018). Ver figura 1.\_

**Figura 1.**

*Composición básica proteína de la Producción proteica del huevo de gallinas ponedoras.*

Proteína	Porcentaje (%)	Propiedades específicas
Ovoalbúmina	61.6	Conformación globular, contiene 4 grupos sulfhídrico.
Ovotransferina	14.3	Agente antibacteriano, forma complejos con el hierro y otros metales
Ovomucoide	12.6	Altamente termo resistente a la desnaturalización
Ovomucina	4.0	Componente principal de las proteínas de alta densidad, forma complejos con otras proteínas, resistente a la desnaturalización térmica
Lisozima	3.9	Agente antibacteriano, conforma el grupo de las hidrolasas glicosídicas
Ovoinhibidor	1.7	Inhibe la serina proteinasa, tripsina y quimiotripsina
Avidina	0.06	Agente antibacterial, se une con 4 moléculas de biotina
Cistatina	0.05	Inhibe papaína y ficaina

*Nota: La tabla muestra las principales proteínas presentes en la clara de huevo, su porcentaje aproximado y sus propiedades específicas, destacando su función estructural, enzimática ya antibacteriana (Lesnierowski y Stangierski, 2018).*

La Luteína y la zeaxantina son los principales carotenoides presentes en el pigmento macular (MP) de la retina (Rodríguez-Rodríguez et al., 2021). Evaluar con precisión la densidad óptica del pigmento molecular (MPOD) es importante para comprender el papel protector de estos carotenoides (Johnson, 2014). Investigaciones realizadas en los últimos años han logrado demostrar que aumentar el consumo de huevos a seis o más por semana puede ser una estrategia efectiva para elevar la MPOD en humanos, indicando así que los carotenoides de la yema de huevo se acumulan en la retina, reconociendo al huevo de la gallina como una fuente biodisponible de luteína y zeaxantina beneficiosa para la salud ocular y la visión (Aparicio, Salas González, Cuadrado Soto, Ortega, López Sobaler, 2020). También, se ha observado que el consumo

diario de huevos enriquecidos con luteína o zeaxantina, o bebidas a base de suero de leche enriquecidas con yema de huevo, puede incrementar los niveles séricos de estos carotenoides, comparables a una dosis de 5 mg de suplemento (Zaheer, 2017).

### **3.2.4 Parámetros de calidad y composición del huevo de las gallinas ponedoras**

En este contexto, es importante mencionar que el huevo es la célula reproductiva femenina que participa en la reproducción sexual, entonces, es una célula única con forma esférica o elíptica (ovoide) que, tras su respectiva fecundación, alberga el embrión en desarrollo, proporcionándole los nutrientes y la protección necesaria (Parra et al., 2017).

Al respecto, la formación de un huevo de gallinas ponedoras requiere aproximadamente entre 24 y 26 horas, permitiendo una producción cercana a un huevo diario (Hester, 2017). En este proceso se lleva a cabo en el oviducto, donde la yema, tras su ovulación, es recubierta por la clara de las cáscaras, entonces, las gallinas suelen poner huevos durante varios días consecutivos y luego toman un descanso antes de reanudar la puesta, para la formación del huevo, la gallina ponedora requiere una reserva significativa de nutrientes; si el huevo es fertilizado, estos nutrientes sostendrán el desarrollo del embrión durante de la incubación (Hester, 2017).

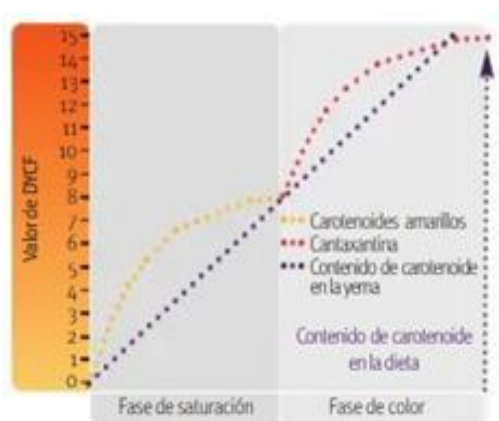
La yema de huevo se encuentra constituido por lipoproteínas que sintetizan inicialmente en el hígado de la gallina, estas lipoproteínas son luego transportadas por medio del torrente sanguíneo hacia los óvulos en desarrollo en el ovario izquierdo (Griffin y Perry, 1985). Entonces, la formación del huevo inicia cuando la ovulación en el ovario, seguida por su paso por medio del oviducto, donde se añaden el albumen (clara), las membranas de la cáscara, y al final la cáscara misma (Chambers, Zaheer, Akhtar y Abdel-Aal, 2024).



El color de la yema de huevo se obtiene en dos etapas; en la primera, se depositan carotenoides amarillos que crean una base de color amarillo, esta base es esencial para lograr el tono final deseado (Galobart, Barroeta, Baucells, Cortinas y Codony, 2004). En la segunda etapa, se añade cantaxantina, un pigmento rojo, que intensifica el color y lo vuelve más anaranjado. La cantidad de cantaxantina utilizada tiene un mayor impacto en el color final en comparación con la cantidad de carotenoides amarillos. Esta combinación de pigmentos amarillos y rojos es la forma más eficiente de lograr el color deseado en la yema de huevo (Figura 4) (Carophyll, 2020).

**Figura 4.**

*Gallina Hy-Line Brown*



*Nota: Escalas de la coloración de la yema de huevo (Carophyll, 2020)*

En resumen, un huevo de la gallina se compone aproximadamente de un 10% de cáscara, un 60% de clara (albumen) y un 30% de yema, en cuanto a su composición nutricional posee alrededor del 74% de agua, 12 % de proteínas, el 12% de lípidos y 1% de carbohidratos, también, de vitaminas, antioxidantes y minerales (Anton y Nys, 2006).

### 3.2.5 Introducción a los Carotenoides







Más de un siglo, los carotenoides han logrado despertar un interés considerable en investigadores de distintas disciplinas, como: química, bioquímica, ciencia, biología y tecnología de los alimentos, farmacia, entre otros (Ballesta, 2022). Dado que, estos compuestos siguen siendo el objeto de extensas investigaciones. Los carotenoides son pigmentos naturales ampliamente distribuidos que dan lugar a colores: amarillo, naranja y rojo en frutas, raíces, peces, flores, invertebrados y aves. Entonces, se puede decir que se encuentran principalmente en cloroplastos de las plantas superiores, sin embargo, estas

células fotosintéticas su color queda opaco debido a la clorofila (Rodríguez-Amaya, 1999).

Los carotenoides hidrocarbonados se agrupan según el nombre de carotenos, ver figura 5, mientras que aquellos que tienen oxígeno se conoce como xantofilas, ver figura 2, dichos grupos oxigenados más comunes en estos compuestos son los grupos hidroxilo (OH) y epoxi (epóxidos 5,6- o 5, 8). Además, puede encontrarse en grupos como aldehído (CHO), carboxilo (CO<sub>2</sub>H), cetona (C=O), metoxi (OMe) y carbometoxi (CO<sub>2</sub>Me) (Pila, 2018).

**Figura 5.**

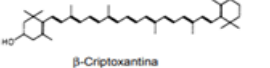
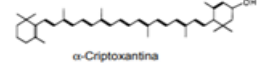
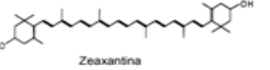
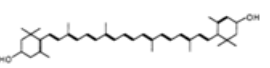
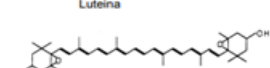
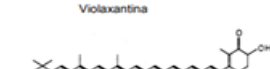
*Estructuras y características de los Carotenos comunes en los alimentos.*

Estructura	Características
 Fitoftueno	acíclico, incoloro
 α-Caroteno	acíclico, amarillo suave
 Licopeno	acíclico, rojo
 γ-Caroteno	monocíclico (1 anillo β) rojo-naranja
 β-Caroteno	bicíclico (2 anillos β) naranja
 ε-Caroteno	bicíclico (1 anillo β, 1 anillo γ), amarillo

*Nota: Estructuras y características de los Carotenos (Pila, 2018)*

**Figura 6.**

*Estructuras y características de las Xantofilias comunes en los alimentos.*

Estructura	Características	Función de Oxígeno
 β-Criptoxantina	bicíclica (2 anillos β) naranja	1 grupo hidroxilo
 α-Criptoxantina	bicíclica (1 anillo β, 1 anillo ε), amarillo	1 grupo hidroxilo
 Zeaxantina	bicíclica (2 anillos β), amarillo-naranja	2 grupos hidroxilo
 Luteína	bicíclica (1 anillo β, 1 anillo ε), amarilla	2 grupos hidroxilo
 Violaxantina	bicíclica, amarillo	2 grupos hidroxilo 2 grupos epoxi
 Astaxantina	bicíclica (2 anillos β), rojo	2 grupos hidroxilo 2 grupos ceto

*Nota: Estructuras y características de las Xantofilias (Pila, 2018)*

### 3.2.6 Distribución de los Carotenoides en los alimentos

Los Carotenoides se encuentran ampliamente distribuidos en función de los seres vivos, ver figura 7, siendo los vegetales los que presentan mayor concentración y diversidad (Rodríguez- Amaya, 2019). Por otro lado, también se encuentran en las bacterias, hongos, algas y animales, aunque estos últimos no poseen la capacidad de sintetizarlos (Takaichi, 2011). Se estima que anualmente se producen más de 100 millones de toneladas de carotenoides en la naturaleza. Entonces, la mayor parte de dicha producción se localiza en forma de fucoxantina (presente en distintas algas) y en los tres principales carotenoides de las hojas verdes, como: violaxantina, luteína y neoxantina. En algunas especies, como *Lactuca sativa*, la lactucaxantina es el pigmento predominante (Meléndez-Martínez et al., 2004).

### Figura 7.

Estructuras y características de las Xantofilias comunes en los alimentos.

Alimento	Carotenoides mayoritarios
Zanahoria ( <i>Daucus carota</i> )	$\alpha$ - y $\beta$ -caroteno
Naranja ( <i>Citrus sinensis</i> )	Violaxantina, $\beta$ -criptoxantina, luteína, zeaxantina
Mango ( <i>Mangifera indica</i> )	Violaxantina, $\beta$ -caroteno
Tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> )	Licopeno
Pimiento rojo ( <i>Capsicum anuum</i> )	Capsantina, capsorrubina
Melocotón ( <i>Prunus persica</i> )	$\beta$ -criptoxantina, luteína
Papaya ( <i>Carica papaya</i> )	$\beta$ -criptoxantina, $\beta$ -caroteno
Guayaba ( <i>Psidium guajava</i> )	Licopeno, $\beta$ -caroteno
Ciruela ( <i>Spondias lutea</i> )	$\beta$ -criptoxantina

Nota: Estructuras y características de las Xantofilias (Meléndez-Martínez et al., 2004)

#### 3.2.7 Fuentes de carotenoides en la dieta de gallinas ponedoras

Además de su impacto en la pigmentación, los carotenoides juegan un papel clave en la calidad general del huevo, influyendo en los siguientes aspectos:

1. **Estabilidad oxidativa:** Los carotenoides tienen propiedades antioxidantes que protegen los lípidos de la yema contra la oxidación, ayudando a mantener su frescura por más tiempo (Rodríguez-Rodríguez et al., 2021).
2. **Textura y consistencia de la yema:** Una mayor concentración de carotenoides en la dieta favorece una mejor retención de agua en la yema, evitando que se vuelva demasiado líquida con el tiempo (Lesnierowski et al., 2018).
3. **Valor nutricional:** La luteína y la zeaxantina presentes en los huevos enriquecidos con carotenoides han demostrado beneficios para la salud ocular en los consumidores, contribuyendo a la prevención de enfermedades como la degeneración macular (Zaheer, 2017).

### 3.2.8 Importancia de los carotenoides en la salud de las gallinas ponedoras

Los carotenoides son pigmentos naturales que desempeñan un papel esencial en la salud y productividad de las gallinas ponedoras (Surai et al, 2019). Sin embargo, su función más reconocida es la pigmentación de la yema del huevo, ya que su impacto va más allá de la simple coloración (Karadas et al, 2020). Según el Registro Europeo de Aditivos para Alimentos (Marounek y Pebriansyah, 2018), incluye las xantofilas para su adición en la alimentación animal, como: capsantina, éster etílico del ácido  $\beta$ -apo-8'-carotenoico, luteína, cantaxantina, zeaxantina y citranaxantina. Donde, el contenido máximo de cantaxantina en el alimento para gallinas ponedoras es de 8 mg por kg, mientras que otras aves de corral es de 25 mg por kg (Loetscher et al., 2014).

#### **Figura 9.**

*Lista de aditivos autorizados en alimentos para las gallinas ponedoras.*

Additive	(EC no)	Species or category of poultry
Capsanthin	(E 160c)	Poultry
$\beta$ -apo-8' carotenoic acid ethyl ester	(E 160f)	Poultry
Lutein	(E 161b)	Poultry
Zeaxanthin	(E 161h)	Poultry
Citranaxanthin	(E 161i)	Laying hens
Canthaxanthin	(E 161g)	Chickens for fattening Laying poultry

*Nota:* Registro de aditivos para alimentos de gallinas ponedoras según Unión Europea por conformidad con el reglamento (CE) n° 1831/2003 (Marounek et al., 2018)

### 3.2.9 Propiedades de las Plantas en la Pigmentación de la Yema de Huevo

El pimentón (*Capsicum annuum*) y la flor de caléndula (*Calendula officinalis*) son dos de las fuentes más utilizadas de carotenoides naturales en la alimentación de gallinas ponedoras (Karadas et al, 2020). Sus propiedades mejoran la pigmentación de la yema a través de distintos mecanismos:

#### 1. **Capsantina y capsorubina del pimentón**

- La capsantina y la capsorubina son los principales carotenoides del pimentón y pertenecen a la familia de las xantofilas.
- Estos pigmentos son altamente biodisponibles y se absorben en el intestino de las gallinas, transportándose a la yema mediante lipoproteínas.

- Su incorporación en la dieta en niveles entre 1.5% y 3% ha demostrado aumentar la tonalidad anaranjada de la yema, alcanzando valores de 9-10 en la escala de Roche (Ribes, 2021).

## **2. Luteína y zeaxantina de la caléndula**

- La luteína y la zeaxantina son los carotenoides predominantes en la flor de caléndula y son responsables de la tonalidad amarilla de la yema.

- Estudios han demostrado que la suplementación con 2.5% a 5% de harina de caléndula en la dieta de gallinas ponedoras puede aumentar la retención de carotenoides en la yema hasta en un 15% en comparación con dietas sin suplementación.

- Además, estos carotenoides mejoran la capacidad antioxidante de la yema, prolongando su estabilidad oxidativa y frescura (Dansou et al, 2023).

## **3. Sinergia entre pimentón y caléndula**

- La combinación de ambas fuentes de carotenoides potencia la intensidad del color de la yema, logrando un tono más uniforme y atractivo para el consumidor.

- Al combinar 1.5% de harina de pimentón con 2.5% de harina de caléndula, se obtiene una pigmentación equilibrada entre tonos amarillos y naranjas sin comprometer la calidad del huevo (Rodríguez-Rodríguez et al., 2021).

### **3.2.10 Valoración de pigmentación del huevo**

Para evaluar la pigmentación de la yema de los huevos de gallinas ponedoras suplementadas con harina de pimentón (*Capsicum annuum*) y flor de caléndula (*Calendula officinalis*), se empleará el abanico de color de Roche (Galobart et al., 2004). Este método es ampliamente utilizado en la industria avícola para determinar la intensidad de la coloración de la yema de manera visual y estandarizada (Vuilleumier, 1969).

Se llevo a cabo un análisis comparativo de la pigmentación de los huevos provenientes de gallinas alimentadas con diferentes niveles de suplementación de carotenoides naturales.

Las evaluaciones se realizarán semanalmente a lo largo del periodo experimental, registrando los valores obtenidos en la escala de YolkFran para cada tratamiento. Además, se complementará el análisis con los parámetros productivos.

Investigaciones previas han demostrado que la suplementación con estos carotenoides naturales puede mejorar significativamente la pigmentación de la yema, alcanzando valores entre 8 y 10 en la escala de Roche, en comparación con los huevos de gallinas alimentadas con dietas sin suplementación, que presentan valores entre 5 y 6 (Dansou et al., 2023).

### **3.2.11 Importancia del pimentón en la pigmentación de la yema de huevo**

El pimentón (*Capsicum annuum*) es una fuente natural de carotenoides, en particular capsantina y capsorubina, que juegan un papel fundamental en la pigmentación de la yema de los huevos. Estos compuestos otorgan un color anaranjado intenso a la yema, mejorando su atractivo visual y su percepción por parte del consumidor (Ribes, 2021).

La suplementación con pimentón en la dieta de gallinas ponedoras ha demostrado ser efectiva para incrementar la intensidad del color de la yema sin afectar la producción de huevos. Estudios han indicado que la inclusión de un 1.5% - 3% de harina de pimentón en la dieta mejora la coloración de la yema, obteniendo valores más altos en la escala de Roche en comparación con dietas sin suplementación (Barreto et al., 2012). Además, la capsantina tiene propiedades antioxidantes que contribuyen a la estabilidad oxidativa de la yema, prolongando su frescura y calidad nutricional.

En combinación con la caléndula, el pimentón potencia aún más la pigmentación de la yema, logrando una tonalidad equilibrada entre amarillo y naranja. La sinergia entre ambos ingredientes naturales permite obtener un producto más atractivo para el mercado, reduciendo la necesidad de colorantes sintéticos y ofreciendo una alternativa más saludable y sostenible en la producción avícola (Rodríguez-Rodríguez et al., 2021).

### **3.2.12 Generalidades del pimentón**

El pimentón (*Capsicum annuum*) es una hortaliza de gran valor nutricional y comercial debido a su alto contenido de carotenoides, especialmente capsantina, capsorubina y  $\beta$ -caroteno (Topuz y Özdemir, 2007). Su importancia radica en los siguientes aspectos:

- Valor Nutricional: El pimentón es rico en antioxidantes naturales, como la vitamina C y los carotenoides, que contribuyen a la salud del sistema inmunológico y la reducción del estrés oxidativo (Ribes, 2020).

- Uso en la Industria Avícola: En la alimentación de gallinas ponedoras, la harina de pimentón se emplea como un aditivo natural para mejorar la pigmentación de la yema de huevo (Soto, González y Hernández, 2013). Estudios han demostrado que la inclusión de un 1.5% - 3% de harina de pimentón en la dieta puede incrementar significativamente la intensidad del color de la yema sin afectar la producción o el bienestar de las aves (Barreto, Ávila y Lozada, 2012).

- Importancia Económica: El pimentón tiene un alto valor en el mercado agrícola debido a su demanda tanto en la industria alimentaria como en la avicultura (Kumar, Singh y Sharma, 2020). Su uso como pigmentante natural en huevos y carne de ave reduce la necesidad de colorantes sintéticos, lo que favorece la producción sostenible y la preferencia del consumidor por productos más naturales (Schierle, Brufau y Pe, 1992).

### **3.2.13 Importancia de la flor de caléndula en la pigmentación de la yema de huevo**

La flor de caléndula (*Calendula officinalis*) es ampliamente reconocida en la avicultura por su alto contenido de carotenoides, principalmente luteína y zeaxantina (Topuz et al., 2007). Estos compuestos tienen un papel esencial en la coloración de la yema de huevo, ya que aportan un tono amarillo intenso, mejorando su apariencia y aumentando su atractivo comercial (Pinar, 2021).

La inclusión de harina de caléndula en la dieta de gallinas ponedoras ha demostrado ser una estrategia efectiva para mejorar la pigmentación de la yema (Loetscher, Kreuzer, y Messikommer, 2014). Investigaciones han señalado que la suplementación con 2.5% - 5% de harina de caléndula puede incrementar la puntuación en la escala de Roche, alcanzando valores de 8-10, lo que refleja una coloración más intensa y homogénea (Dansou et al., 2023). Esta característica es de gran importancia para la industria avícola, ya que una yema más pigmentada suele ser percibida por los consumidores como un indicador de calidad y frescura del huevo.

Además de su efecto en la coloración, la luteína y la zeaxantina presentes en la flor de caléndula son antioxidantes naturales que pueden mejorar la estabilidad oxidativa de los lípidos de la yema (Howard, Talcott, Brenes, y Villalon, 2000). Esto prolonga su vida útil y mejora su perfil nutricional, convirtiéndolo en un alimento más saludable para el consumidor. Asimismo, la luteína presente en la caléndula puede contribuir a la salud

visual de los consumidores al ayudar en la protección contra la degeneración macular (Surai et al., 2019).

Por lo tanto, la flor de caléndula, en conjunto con el pimentón, no solo mejora la coloración de la yema de los huevos de gallina ponedora, sino que también optimiza su calidad nutricional y su conservación (Karadas et al., 2020). Este enfoque permite obtener huevos más atractivos para el mercado, sin la necesidad de recurrir a colorantes sintéticos, ofreciendo un producto más natural y saludable para los consumidores (Rodríguez-Rodríguez, 2021).

### **3.2.14 Generalidades de la flor de Caléndula**

La flor de caléndula (*Calendula officinalis*) es ampliamente utilizada en la alimentación animal debido a su alto contenido en xantofilas, especialmente luteína y zeaxantina (Menezes, Costa y Santos, 2020). Su importancia radica en los siguientes aspectos:

- **Valor Nutricional y Antioxidante:** La caléndula contiene altos niveles de luteína y zeaxantina, carotenoides esenciales que favorecen la salud ocular y actúan como antioxidantes naturales (Pinar, 2021). Estos compuestos son fundamentales en la reducción del daño oxidativo en las células, lo que contribuye a la estabilidad de los lípidos en la yema del huevo y prolonga su vida útil (Castillo, 2023).
- **Aplicación en la Avicultura:** La harina de caléndula es utilizada como aditivo en la dieta de gallinas ponedoras para mejorar la pigmentación de la yema de huevo (Karadas y Grammenidis, 2020). Estudios han demostrado que la suplementación con 2-5% de harina de caléndula en la alimentación de ponedoras incrementa significativamente el tono amarillo intenso de la yema, logrando valores óptimos en la escala de Roche sin comprometer la salud de las aves (Dansou,Zhang, Yu, Wang, Tang, Zhao, Qin y Zhang, 2023).
- **Importancia Económica y Comercial:** Debido a la creciente demanda de alimentos más naturales y libres de aditivos sintéticos, el uso de la caléndula en la producción de huevos representa una alternativa sostenible para la industria avícola (Domínguez, M., 2009). Su cultivo es de bajo costo y adaptable a diversas condiciones climáticas, lo que facilita su producción y uso en formulaciones de piensos balanceados (Domínguez, L., 2009).

### **3.2.15 Mejora de la Calidad de la Yema con Pimentón y Caléndula**

El uso combinado de pimentón (*Capsicum annuum*) y caléndula (*Calendula officinalis*) en la alimentación de gallinas ponedoras ha demostrado ser una estrategia efectiva para optimizar la calidad de la yema de huevo (Karadas et al., 2020). Ambos ingredientes aportan carotenoides esenciales que influyen en diferentes aspectos de la calidad del huevo:

#### **1. Intensidad del color de la yema**

- La capsantina y capsorubina del pimentón generan un color anaranjado intenso en la yema.
- La luteína y zeaxantina de la caléndula potencian los tonos amarillos profundos, mejorando la uniformidad del color.
- Estudios han demostrado que la combinación de 1,5% de harina de pimentón y 2,5% de harina de caléndula en la dieta de gallinas ponedoras puede aumentar la puntuación en la escala de Roche de 6 a 10, logrando un color más atractivo para los consumidores (Dansou et al., 2023).

#### **2. Estabilidad oxidativa y frescura**

- La presencia de antioxidantes naturales en ambas plantas protege los lípidos de la yema contra la oxidación, evitando que se vuelva rancia y mejorando su conservación (Rodríguez-Rodríguez, Herranz y Peña, 2021).
- Se ha observado que la suplementación con estos pigmentos naturales puede aumentar la vida útil del huevo hasta en un 20% en comparación con huevos sin suplementación (Zaheer, 2017).

#### **3. Consistencia y retención de agua**

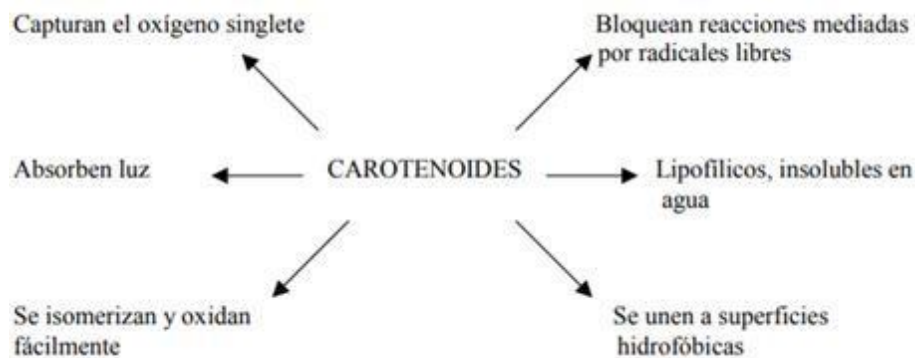
- La adición de carotenoides en la dieta favorece una mejor retención de agua en la yema, manteniéndola más firme y evitando que se vuelva líquida con el tiempo (Lesnierowski et al., 2018).
- Este efecto es particularmente beneficioso en la industria alimentaria, donde la textura de la yema es un factor clave en productos como mayonesa y salsas (Yüceer y Caner, 2022).

### 3.2.16 Propiedades físicas y químicas importantes de los Carotenoides

A continuación, en la figura 8 se presentan las propiedades clave de los carotenoides, sus características estructurales principales se deben a que posee una cadena poliénica con dobles enlaces conjugados, permitiendo absorber luz en la región visible, por lo tanto, genera calor (Rodríguez-Amaya, 2019). Ya que, para producir calor se debe de al menos requerir siete enlaces dobles conjugados, como el caroteno (amarillo). El fitoflueno, con cinco enlaces, es incoloro (Goodwin, 1980). A medida que se amplía el sistema conjugado, como en el licopeno (rojo), el color se intensifica. La ciclación, de la cadena limita el color, por lo que el  $\beta$ -caroteno es de color naranja, aunque posee el mismo número de enlaces dobles que el licopeno (once). La intensidad y tono de color en los alimentos dependen de los carotenoides presentes, su concentración y estado físico (Ballesta, 2022).

**Figura 8.**

*Estructuras y características de las Xantofilias comunes en los alimentos.*



*Nota: Estructuras y características de las Xantofilias (Ballesta, 2022)*

Existen pigmentos naturales en vegetales, frutas y granos que abarcan una gama de colores desde el amarillo hasta el rojo. Se han identificado alrededor de 600 tipos diferentes de carotenoides, los cuales pertenecen al grupo de las xantofilas, siendo la luteína el principal producto vegetal dentro de este grupo (Guerrero, 2019).

## CAPITULO IV

### MATERIALES Y METODOS

#### 4. Materiales e insumos

En el desarrollo del presente estudio se utilizaron los siguientes materiales como lo menciona la tabla.

*Tabla 1.*

*Materiales*

<b>Materiales</b>	<b>Equipos electrónicos</b>	<b>Equipos de limpieza e insumos de desinfección</b>	<b>Instalaciones</b>
Botas punta de acero	Balanza digital (METTLER TOLEDO)	Cid 20	Corrales
Costenera	Molino (TRF 400)	Yodo	Bebederos (9)
Mallas	Mezcladora (AGROSISTEMAS)	Agua	Comederos (9)
Serán	Triturador (Retsch GM 200)	Cal (oxido de calcio)	Nidales (18)
	Estufa (MEMMERT)	Creso	Cortinas
	Colorímetro (digital WR10QC)	Bomba para fumigar	

*Nota: La tabla presenta los materiales e insumos utilizados en el estudio.*

##### 4.1.1 Insumos Alimenticios

- Alimento Balanceado sin pigmentantes
- Alimento Balanceado + Harina de Pimentón 1.67%
- Alimento Balanceado + Harina de Flor de Caléndula 2.65%

##### 4.1.2 Semovientes

- Noventa (90) gallinas ponedoras de la línea Hi- Line Brown, de 12 semanas de edad.

## 4.2 Métodos

### 4.2.1 Fase de campo

*Tabla 2.*

*Descripción de la ubicación geográfica de la investigación*

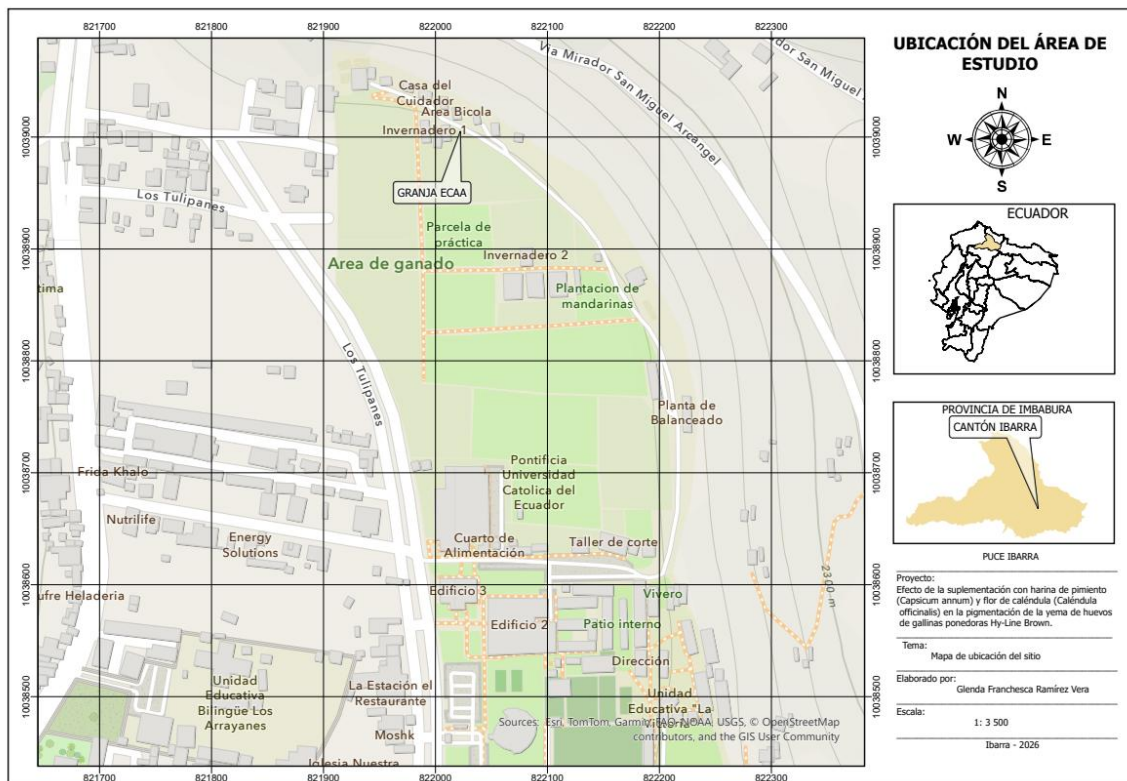
#### **Localización**

Provincia	Imbabura
Cantón	Ibarra
Parroquia	San Francisco
Sector	La Victoria
Latitud	0°21'01" N
Longitud	W 78°15'40"
Altitud	2220 m.s.n.m.
Temperatura	17.0 °C
Precipitación	763.0 mm
Humedad Respectiva	80.89 %

*Nota. Datos adaptados de Anuario agroclimático 2016-2023 (Recalde, Arciniegas y PUSDÁ, 2024). Centro de Publicaciones PUCE.*

**Figura 10.**

*Figura geográfica del área de estudio.*



*Nota: Horizonte geográfico de la investigación, Google imagen editada en ArcGIS Pro (2026)*

## 4.2.2 Variables

### 4.2.3 Variable dependiente

1. **Pigmentación de la yema:** En el proceso experimental, se recolectaron muestras representativas de huevos de cada tratamiento y repetición, los cuales fueron analizados por medio de un colorímetro digital y abanico de color de yema de huevo *YolkFan* (DSM) para registrar los cambios en la tonalidad de la yema. La pigmentación de la yema se evaluó mediante un colorímetro digital y la escala visual *YolkFan* (DSM). Semanalmente se recolectaron huevos representativos de cada tratamiento y repetición, registrando los valores de color para determinar las variaciones en la intensidad de la pigmentación durante el periodo experimental.

2. **Consumo de alimento por gallina:** Durante el periodo experimental se llevó un control diario del alimento consumido por las gallinas de cada tratamiento con sus respectivas repeticiones, registrando las cantidades no ingeridas, con el fin de establecer de forma exacta la cantidad realmente consumida.

$$\text{Alimento consumido} = \text{Peso de alimento inicial} - \text{Peso de alimento final} \\ = \text{alimento consumido}$$

3. **Conversión alimenticia:** La conversión alimenticia se calculó como la relación entre la cantidad de alimento consumido y la cantidad de huevos producidos por unidad experimental durante el periodo de evaluación, permitiendo determinar la eficiencia del uso del alimento.
4. **Número de huevos:** El número de huevos producidos se registró diariamente por unidad experimental, acumulándose semanalmente para su posterior análisis estadístico.

#### 4.2.4 Variable Independiente

- Nivel de inclusión de harina de pimentón (*Capsicum annuum*) con un porcentaje de 1.67% y de flor de caléndula (*Calendula officinalis*) con una participación del 2.65%. en gallinas ponedoras Hy-Line Brown (Surai et al., 2019).

### 4.3 Diseño experimental

El estudio se desarrollará bajo un diseño completamente al azar (DCA), con tres tratamientos y tres repeticiones por tratamiento, dando un total de (9) unidades experimentales. Cada unidad experimental estuvo conformada por un corral de diez gallinas ponedoras Hy-Line Brown, consideradas como un grupo homogéneo para la recolección de datos productivos y de pigmentación como se indica en la Tabla 2 (Serrato, 2013).

**Tabla 3**

*Descripción de tratamientos*

Tratamiento	Simbología	Descripción
Tratamiento 1	T1	Alimento Balanceado elaborado sin pigmentante
Tratamiento 2	T2	Alimento Balanceado elaborado + Harina de pimentón
Tratamiento 3	T3	Alimento Balanceado elaborado + Harina de flor de caléndula

*Nota. La tabla presenta los tratamientos experimentales utilizados en el estudio, diferenciando entre dietas elaboradas y comerciales.*

La muestra estuvo compuesta por un total de 90 gallinas ponedoras de la Línea Hy-Line Brown seleccionadas por su uniformidad en peso, edad y estado de salud. Estas aves se distribuyeron de manera equitativa entre los tres tratamientos experimentales, asignando 10 gallinas a cada tratamiento y repetición. Cada gallina tuvo acceso libre al agua y alimento, y fueron alojadas en corrales por cada tratamiento y repetición para un control preciso del consumo de alimento y la recolección de datos.

Los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis estadístico utilizando ANOVA de una vía, y en caso de diferencias significativas se aplicó una prueba de comparación mediante (Tukey al 5%).

#### **4.3.1 Análisis funcional**

El procedimiento de análisis funcional inició con la realización de pruebas de significancia; no obstante, antes de ello se verificó el supuesto de normalidad de los residuos del modelo ANOVA mediante la prueba de Shapiro-Wilks (Shapiro y Wilk, 1965, citado por Field, 2023). Este procedimiento incluye la aplicación de pruebas de rango múltiple, comparaciones ortogonales y polinomios ortogonales, herramientas estadísticas que facilitan la identificación de contrastes específicos entre medias y la evaluación de tendencias lineales o cuadráticas en función de los niveles estudiados (Montgomery, 2020; Steel, et al., 1997). Es importante señalar que dicha prueba se aplicó exclusivamente a los residuos generados a partir del ajuste del ANOVA y no a los datos observados de manera directa (Montgomery, 2020).

**Prueba de Normalidad:** En caso de que el supuesto de normalidad no sea satisfecho ( $p < 0.05$ ), se procedería a la aplicación de transformaciones matemáticas a los datos, tales como la raíz cuadrada ( $\sqrt{x}$ ), el logaritmo en base 10 ( $\log_{10}(x)$ ) o la transformación arcoseno para variables expresadas como proporciones ( $\arcsin(x)$ ), con el fin de estabilizar la varianza y aproximar la distribución de los residuos a la normalidad (Zar, 2010).

**Tukey (HSD):** El método de Tukey se emplea en ANOVA con el propósito de generar intervalos de confianza para todas las diferencias entre pares de medias de los niveles de factores, al mismo tiempo que regula la tasa de error familiar a un nivel determinado. (Abdi & Williams, 2010, citado en Field, 2023).

### 4.3.2 Coeficiente de variación

Para cada variable dependiente se determinó el coeficiente de variación (CV). Un valor de CV superior al 20 % puede reflejar una elevada dispersión de los datos en relación con la media, lo cual podría estar asociado a la presencia de factores externos no controlados o a la variabilidad propia de las unidades experimentales. No obstante, un CV alto por sí mismo no invalida el estudio, aunque sí demanda una interpretación cuidadosa y prudente de los resultados obtenidos (Gómez y Gómez, 1984).

### 4.3.3 Unidades Experimentales

El total de unidades experimentales consideradas en el estudio se obtuvo a partir de la multiplicación entre el número de tratamientos y el número de repeticiones establecidas (Número de tratamientos  $\times$  número de réplicas =  $3 \times 3 = 9$  unidades experimentales); el uso de múltiples unidades experimentales permite reducir el error experimental y mejorar la precisión de las estimaciones estadísticas, incrementando la confiabilidad de los resultados obtenidos en estudios zootécnicos y nutricionales en aves de postura (Montgomery, 2020).

### 4.3.4 Factores de estudio

Factor 1: Alimento balanceado elaborado sin pigmentantes

Factor 2: Alimento balanceado elaborado + Harina de pimentón 1.67%

Factor 3: Alimento balanceado elaborado + Harina de flor de caléndula 2.65%

### 4.3.5 Tratamientos

Los tratamientos evaluados en el presente experimento fueron identificados mediante la siguiente simbología, con el propósito de simplificar y ordenar la presentación, análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

**Tabla 4. Descripción de los tratamientos**

<b>Tratamiento</b>	<b>Simbología</b>	<b>Descripción</b>
Tratamiento 1	T1	Alimento Balanceado elaborado sin pigmentante
Tratamiento 2	T2	Alimento Balanceado elaborado + Harina de pimentón
Tratamiento 3	T3	Alimento Balanceado elaborado + Harina de flor de caléndula

*Nota. La tabla presenta los tratamientos experimentales utilizados en el estudio, diferenciando entre dietas elaboradas y comerciales.*

#### **4.3.6 Esquema de ANOVA**

El análisis estadístico de los datos obtenidos en el presente estudio se realizó mediante un análisis de varianza (ANOVA) de una vía, con el objetivo de determinar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados en relación con las variables dependientes estudiadas. Este método es ampliamente utilizado en investigaciones zootécnicas y nutricionales cuando se comparan más de dos tratamientos independientes bajo un diseño completamente al azar (Montgomery, 2020).

**Tabla 5.**

*Esquema del ANOVA para un Diseño Completamente al Azar (DCA)*

Fuente de variación	Grados de Libertad (GL)
<b>Total</b>	8
<b>Tratamientos</b>	2
<b>Error experimental</b>	6

*Nota: Elaborado por la autora con base en Montgomery (2017)*

#### **4.3.7 Manejo específico del experimento**

El esquema general de manejo se guió principalmente por lo reportado por Cueva (2020), quien trabajó con gallinas ponedoras bajo un diseño completamente al azar, controlando de forma homogénea el alojamiento, el suministro de alimento y la recolección sistemática de huevos.

Los niveles de inclusión de harina de pimentón y flor de caléndula se definieron a partir de los trabajos de Kljak et al., (2021) y Rodríguez-Amaya et al., (2023), quienes indican que la suplementación con pigmentantes naturales en rangos moderados no afecta negativamente el consumo ni la productividad de las gallinas. En función de estos antecedentes, se aplicaron los niveles experimentales establecidos en el presente estudio.

El manejo ambiental y el fotoperiodo se ajustaron a las recomendaciones técnicas para gallinas ponedoras Hy-Line Brown descritas por Hy-Line International (2023),

manteniéndose un régimen de iluminación constante durante 12-14 horas el periodo experimental. Las prácticas básicas de bioseguridad y control sanitario se realizaron siguiendo los lineamientos generales propuestos por la FAO (2018).

La recolección y evaluación de los huevos para el análisis de la pigmentación de la yema se efectuó de acuerdo con la metodología descrita por Galobart et al., (2004) y Vuilleumier (1969), quienes establecen procedimientos estandarizados para la valoración del color de la yema en estudios con gallinas ponedoras.

#### **4.3.8 Preparación y adecuación de las instalaciones.**

La preparación y adecuación de las instalaciones experimentales se realizó siguiendo los criterios técnicos descritos en estudios previos sobre manejo de gallinas ponedoras y evaluación de pigmentación de la yema de huevo, reportados en el Capítulo II del presente trabajo, priorizando condiciones homogéneas de alojamiento, bienestar animal y control de variables externas que pudieran interferir en los resultados del experimento permitiendo evaluar el efecto real de la suplementación con harina de pimienta y flor de caléndula en gallinas ponedoras de la Línea Hy-Line Brown (Cueva, 2020; Kljak et al., 2021).

El diseño y distribución de las instalaciones se fundamentó en el descrito por Hy-Line International (2023), considerando corrales independientes por tratamiento y repetición, equipados con comederos, bebederos y nidos, asegurando espacio suficiente para las aves y acceso continuo al alimento y al agua. Este tipo de disposición ha sido ampliamente utilizado en investigaciones con gallinas ponedoras para evaluar parámetros productivos y de calidad del huevo (Cueva, 2020; Kljak et al., 2021).

Previo al inicio del ensayo, las instalaciones fueron sometidas a un proceso de limpieza y desinfección utilizando cal, cid 20 y otros desinfectantes, con el objetivo de disminuir la carga microbiana y prevenir enfermedades que puedan alterar el consumo de alimento, la postura y la calidad del huevo (FAO, 2018).

Se verificaron las condiciones de ventilación, iluminación y producción frente a corrientes de aire y humedad excesiva, factores que influyen directamente en el comportamiento, la fisiología y la productividad de las gallinas ponedoras, así como en la calidad del huevo (Hester, 2017; Lesnierowski y Stangireski, 2018).

El control de fotoperiodo se realizó mediante el uso de cortinas y manejo de luz natural, manteniendo un régimen estable durante todo el periodo experimental, ya que la estabilidad lumínica es determinante para la regulación de la postura y la uniformidad en la producción de huevos (Hy-Line International, 2023).

#### **4.3.9 Periodo de adaptación y aclimatación**

Las gallinas ponedoras de la Línea Hy-Line Brown utilizadas en el presente estudio ingresaron a las instalaciones experimentales de la Granja ECAA de 12 semanas de edad, etapa en la cual se controló la fase de crecimiento y preparación fisiológica para el inicio de la postura. Esta etapa temprana permitió una adecuada aclimatación al sistema de alojamiento en piso y las condiciones ambientales del lugar de estudio, reduciendo el estrés asociado al cambio de entorno (Hy-Line Internacional, 2023)

Durante el periodo de adaptación inicial, las aves fueron alimentadas con una dieta base sin suplementación durante un periodo de 7 días, con el objetivo de estabilizar el consumo de alimento, homogenizar la respuesta fisiológica de las gallinas y evitar interferencias metabólicas previas al inicio del tratamiento experimental (Kljak et al., 2021).

Las gallinas se mantuvieron alojadas en compartimientos independientes en sistemas de piso, distribuidas en grupos de 10 gallinas por tratamiento y por repetición, garantizando condiciones homogéneas de manejo, acceso al alimento y al agua, así como un control adecuado del consumo y del comportamiento productivo de las aves (Cueva, 2020)

El inicio de la suplementación con harina de pimentón y flor de caléndula se realizó después de 7 días del inicio de la postura, la cual ocurrió a las 20 semanas de edad, siguiendo recomendaciones metabólicas que indican que la evaluación de pigmentación de la yema debe realizarse una vez estabilizada la producción de huevos (Rodríguez-Amaya et al., 2023).

Este periodo de adaptación y aclimatación permitió que las gallinas alcanzaran un estado fisiológico estable previo a la aplicación de los tratamientos experimentales, asegurando que los efectos observados en la pigmentación de la yema y en los parámetros zootécnicos se atribuyan principalmente a la suplementación dietética y no a factores asociados al estrés o a la adaptación inicial (Dansou et al., 2023).

#### **4.3.10 Elaboración y preparación de la harina de pimentón y flor de caléndula**

La harina de pimentón (*Capsicum annu*) y harina de flor de caléndula (*Calendula officinalis*), estas se elaboraron durante el proceso de adaptación que fue en la semana 20 para que se encuentre lista y fresca para la dosificación con la dieta base. El proceso se desarrolló a través de varias fases, las cuales se llevaron a cabo empleando los equipos descritos en el apartado 4.1.2:

##### **Pimentón (*Capsicum annuum*)**

- **Selección y limpieza:** Los frutos de pimentón fueron seleccionados manualmente, eliminando aquellos con daños físicos o signos de deterioro, y posteriormente lavados con agua potable para retirar impurezas superficiales, conforme a recomendaciones para el procesamiento de insumos vegetales destinados a alimentos animales (Shaaban et al., 2024).
- **Corte:** Luego de la limpieza, los pimentones fueron cortados en fragmentos de tamaño uniforme con el fin de facilitar un secado homogéneo y reducir el tiempo de deshidratación. Este procedimiento permite mejorar la eficiencia del secado y disminuir el riesgo de degradación de compuestos bioactivos sensibles al calor, como los carotenoides (Rodríguez-Amaya et al., 2019).
- **Secado:** El secado del pimentón se realizó en una estufa de aire forzado a una temperatura constante de 55°C, hasta alcanzar una textura quebradiza. Esta temperatura fue seleccionada debido a que valores superiores pueden provocar la degradación térmica de carotenoides como la capsantina y la capsorubina, reduciendo el poder pigmentante del producto final. En estudios recientes indican que el secado a temperatura moderadas ( $\leq 55^\circ\text{C}$ ) permite conservar la estabilidad química y funcional de los carotenoides presentes en el pimentón (Rodríguez-Amaya et al., 2019; Vlaicu et al., 2024)
- **Trituración:** Una vez completado el secado, el material vegetal fue sometido a un proceso de trituración mediante un triturador industrial, hasta obtener una harina fina con granulometría homogénea, adecuada para su incorporación uniforme en el alimento balanceado de las gallinas ponedoras (Dansou et al., 2023)
- **Almacenamiento:** La harina de pimentón obtenida fue almacenada en recipientes herméticos, protegidos de la luz y la humedad, con el objetivo de minimizar procesos de oxidación y pérdidas de carotenoides durante su conservación,

garantizando así la estabilidad del pigmento hasta su utilización en la formulación de las dietas experimentales (Shaaban et al., 2024; Vlaicu et al., 2024)

#### **Flor de caléndula (*Calendula officinalis*)**

- **Selección y limpieza:** la flor de caléndula utilizada en el presente estudio fue adquirida previamente deshidratada, garantizando condiciones adecuadas de secado que permita conservar su contenido de xantofilas; previo a su procesamiento, se realizó una selección manual para eliminar material extraño, impurezas, restos de tallos u hojas deterioradas, asegurando la calidad de la materia prima deshidratada (Karadas et al., 2020).
- **Trituración:** La flor de caléndula seca fue sometida a un proceso de trituración mediante un triturador industrial, hasta obtener una harina fina y de granulometría homogénea. Este proceso permitió asegurar una adecuada incorporación del pigmento natural en el alimento balanceado, favoreciendo una distribución uniforme de las xantofilas en la dieta de las gallinas ponedoras (Dansou et al., 2023)
- **Almacenamiento:** La harina de flor de caléndula fue almacenado en recipientes herméticos, protegidos de la luz, el calor y humedad, con el objetivo de preservar la estabilidad de las xantofilas, principalmente luteína y zeaxantina, evitando su degradación por oxidación hasta el momento de su incorporación en las dietas experimentales (Karadas et al., 2020; Dansou et al., 2023).

Este procedimiento permitió obtener harina de pimentón y flor de caléndula con características homogéneas y aptas para su uso en los tratamientos experimentales. Las harinas elaboradas fueron incorporadas en las dietas experimentales en los niveles establecidos 1.67% para pimentón y 2.65% para flor de caléndula, calculadas sobre la base del alimento seco, garantizando una distribución uniforme del pigmento natural en la ración esto generando efectos favorables sin afectar negativamente el desempeño productivo de las aves (Radzikowski y Milczarek, 2022)

#### **4.3.11 Manejo del alimento**

Durante la fase experimental, que se comenzó desde la semana 20 hasta la semana 25 de edad de las gallinas, se evaluó tres tratamientos, todos basados en una misma dieta base.

La dieta base, para los tres tratamientos, estuvo compuesta por los siguientes ingredientes: 60% de harina de trigo + 21.43% de harina de soja + 0.60% de avena + 3.20% de harina de pescado industrial + 2.14% de melaza de caña + 9.05% de carbonato de calcio + 1.79% de fosfato bicálcico + 0.38% de sal + 0.12% de bicarbonato de sodio + 0.23% de DL- metionina + 0.08% de L-lisina HCL + 0.98% de premix vit-min. La mezcla de los ingredientes se realizó exclusivamente en las instalaciones de la universidad, en una mezcladora industrial hasta obtener una distribución homogénea de los componentes.

Los tratamientos experimentales se establecieron de la siguiente manera:

- **T1:** Alimento balanceado sin pigmentantes (control)
- **T2:** Alimento balanceado + Harina de pimentón al 1.67%, incorporado de manera homogénea durante el proceso de mezcla.
- **T3:** alimento balanceado + Harina de caléndula al 2.65%, mezclade de manera uniforme con el resto de los ingredientes.

El suministro de este alimento se lo realizo una vez al día, a las 07:00 am con las siguientes cantidades 120g de alimento por gallina con un total de 1.2 kg por tratamiento esto esta ajustado de acuerdo con la guía de manejo de gallinas ponedoras de la Línea Hy-Line Brown de 20 semanas de edad.

En total de la fase experimental se utilizaron:

- 1 saco (de 45kg) para el T1
- 1 saco (de 45 kg) para T2
- 1saco (de 45 kg) para T3

Durante toda la fase experimental, se registró diariamente la cantidad de alimento ofrecido y sobrante en cada corral, utilizado en balanza digital, para estimar el consumo real por tratamiento.

#### **4.4 Medición de variables**

La selección y medición de las variables experimentales que se realizó es de la siguiente manera.

#### **4.4.1 Numero de huevos producidos**

El registro del número de huevos se realizó diariamente por unidad experimental, contabilizando la producción total por corral. Esta variable fue incluida debido a que estudios previos reportan que la incorporación de pigmentantes naturales como el pimentón y flor de caléndula no afecta negativamente la producción de huevos, por eso necesario verificar que la suplementación no genere alteraciones productivas. En este sentido, los resultados del presente estudio se comparan con lo reportado por Cueva (2020) y Kljak et al., (2021), quienes evaluaron la producción de huevos en gallinas suplementadas con fuentes naturales de carotenoides, sin observar disminuciones significativas en la postura.

#### **4.4.2 Consumo alimenticio.**

El consumo de alimento se determinó mediante el registro diario del alimento ofrecido y el restante en cada unidad experimental, calculándose el consumo real por tratamiento. Esta variable fue considerada debido a que los antecedentes indican que dietas suplementadas con pigmentantes naturales pueden modificar la palatabilidad del alimento y, por ende, el consumo voluntario. Los resultados obtenidos se contrastan con los estudios de Rodríguez-Amaya et al., (2023) y Dansou et al., (2023), quienes señalan que la inclusión de carotenoides naturales en niveles moderados no genera cambios significativos en el consumo de alimento en gallinas ponedoras.

#### **4.4.3 Conversión alimenticia.**

La conversión alimenticia es la relación entre el consumo total del alimento y el número de huevos producidos por tratamientos durante el periodo experimental. Esta variable permitió evaluar la eficiencia del uso del alimento en función de la producción obtenida, tal como se ha realizado en investigaciones previas sobre suplementación con pigmentantes naturales. Los valores obtenidos en el presente estudio se compara con los resultados por Kljak et al., (2021) y Vlaicu et al., (2024), quienes evaluaron la eficiencia alimenticia con gallinas ponedoras suplementadas con carotenoides de origen vegetal.

#### **4.4.4 Pigmentación de la yema de huevo.**

La pigmentación de la yema fue evaluada mediante el abanico de color de yema de huevo de YolkFan y el colorímetro digital portátil WR10QC, registrando valores objetivos por tratamiento y repetición. Esta variable constituye el eje central del estudio, debido a que los antecedentes indican que la harina de pimentón y flor de caléndula incrementan significativamente la intensidad del color de la yema, principalmente por su

contenido de capsantina, luteína y zeaxantina. Los resultados obtenidos se contrastan con los trabajos de Galobart et al., (2004), Cueva (2020) y Dansou et al., (2023), quienes reportaron incrementos progresivos en la pigmentación de la yema tras la suplementación con fuentes naturales de carotenoides.

## CAPÍTULO V

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 5.1 Prueba de Normalidad y Homogeneidad de Varianzas

**Tabla 6.**

*Prueba de normalidad y homogeneidad.*

Variable	Observaciones	Promedio	Desviación estándar	Shapiro-test		Levene-test	
				W	P-Value	F	P-Value
Número de huevos semana 1	9	8,301	1,070	0,926	0,447	0,969	0,432
Número de huevos semana 2	9	8,460	0,852	0,955	0,749	0,518	0,620
Número de huevos semana 3	9	8,952	0,736	0,916	0,359	1,331	0,332
Número de huevos semana 4	9	8,699	0,836	0,956	0,760	0,249	0,788
Número de huevos semana 5	9	9,080	0,585	0,875	0,140	0,207	0,818
Consumo de alimento semana 1	9	0,192	0,015	0,897	0,235	0,375	0,702
Consumo de alimento semana 2	9	0,186	0,009	0,899	0,249	0,333	0,729
Consumo de alimento semana 3	9	0,178	0,010	0,923	0,418	1,750	0,252
Consumo de alimento semana 4	9	0,179	0,011	0,906	0,286	0,333	0,729
Consumo de alimento semana 5	9	0,183	0,014	0,896	0,229	0,308	0,746
Conversión alimenticia semana 1	9	0,024	0,005	0,934	0,518	0,900	0,455
Conversión alimenticia semana 2	9	0,022	0,003	0,933	0,514	1,192	0,366
Conversión alimenticia semana 3	9	0,020	0,002	0,943	0,618	1,083	0,397
Conversión alimenticia semana 4	9	0,021	0,002	0,934	0,520	0,864	0,468
Conversión alimenticia semana 5	9	0,020	0,001	0,932	0,504	0,200	0,824
Pigmentación semana 1	9	6,976	3,497	0,968	0,879	1,418	0,313
Pigmentación semana 2	9	8,416	3,612	0,937	0,549	0,878	0,463
Pigmentación semana 3	9	9,087	3,690	0,892	0,211	0,722	0,523
Pigmentación semana 4	9	9,429	3,813	0,900	0,250	1,414	0,314
Pigmentación semana 5	9	9,617	3,886	0,899	0,249	0,517	0,621

*Nota: Los valores p obtenidos en la prueba de Shapiro y Levene fueron mayores a 0,05 para todas las variables evaluadas, indicando que los datos cumplieron con los supuestos de normalidad y homogeneidad.*

En la tabla 5, la prueba de normalidad evaluado a través de Shapiro-Wilk indicó que todas las variables productivas y de calidad analizadas durante las cinco semanas

presentaron un p-valor mayor a 0,05, lo que indica una distribución normal de los datos; asimismo, la prueba de Levene presento niveles de significancia mayor a 0,05, confirmando la homogeneidad de varianzas entre los tratamientos. En consecuencia, se puede aplicar análisis de varianza (ANOVA) para la comparación de las variables productivas y de calidad evaluadas.

## 5.2 Análisis de Varianza

### 5.2.1 Análisis de Varianza de la Variable número de huevos por semana

**Tabla 7.**

*ANOVA número de huevos sema 1-5.*

		Fuente	G	Suma de L cuadrados (SC)	Cuadrados medios (CM)	F	Pr > F	Significación
<b>Semana 1</b>		Modelo	2	2,325	1,163	1,022	0,415	ns
		Total corregido	8	9,153				
<b>Promedio</b>	8,3	Tratamiento	2	2,345	1,163	1,022	0,415	ns
<b>CV%</b>	12,85	Error	6	6,828	1,138			
<b>Semana 2</b>		Modelo	2	1,262	0,631	0,834	0,479	ns
		Total corregido	8	5,802				
<b>Promedio</b>	8,46	Tratamiento	2	1,262	0,631	0,834	0,479	ns
<b>CV%</b>	8,18	Error	6	4,540	0,757			
		<b>Fuente</b>	<b>G</b>	<b>Suma de L cuadrados (SC)</b>	<b>Cuadrados medios (CM)</b>	<b>F</b>	<b>Pr &gt; F</b>	<b>Significación</b>
<b>Semana 3</b>		Modelo	2	1,267	0,634	1,241	0,354	ns
		Total corregido	8	4,330				
<b>Promedio</b>	8,95	Tratamiento	2	1,267	0,634	1,241	0,354	ns
<b>CV%</b>	6,65	Error	6	3,063	0,510			
<b>Semana 4</b>		Modelo	2	0,278	0,139	0,157	0,858	ns
		Total corregido	8	5,595				
<b>Promedio</b>	8,7	Tratamiento	2	0,278	0,139	0,157	0,858	ns
<b>CV%</b>	10,76	Error	6	5,317	0,886			

<b>Semana 5</b>		Modelo	2	0,608	0,304	0,856	0,471	ns
		Total corregido	8	2,741				
<b>Promedio</b>	9,08	Tratamiento	2	0,608	0,304	0,856	0,471	ns
<b>CV%</b>	7,56	Error	6	2,133	0,355			

*Nota: Calculado contra el modelo  $Y=Media(Y)$ . Código significación: \*\*\* altamente significativo ( $p < 0.001$ ), \*\* muy significativo ( $p < 0.01$ ), ns no significativo ( $p > 0,05$ ).*

En la tabla 6, se observa el ANOVA realizado para el número de huevos producidos durante las semanas 1 a la 5, en donde, no se evidenció diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados en ninguna de las semanas del periodo experimental ya que los valores de p-valor fueron mayores a 0,05. En la semana 1, el valor de F fue 1,022 con una probabilidad asociada de 0,415, mientras que en las semanas 2,3,4 y 5 los valores de F fueron 0,0834 ( $p=0,479$ ), 1,241 ( $p=0,354$ ), 0,157 ( $p=0,858$ ) y 0,856 ( $p=0,471$ ), respectivamente. Estos resultados indican que los tratamientos no influyeron de manera significativa sobre la producción semanal de huevos.

Los valores promedio del número de huevos mostraron una tendencia estable a lo largo del tiempo, con medias de 8,30; 8,46; 8,95; 8,70 y 9,08 huevos para la semana 1 a la 5, respectivamente. Asimismo, los coeficientes de variación oscilaron entre 6,65% y 12,85%, lo que refleja una variabilidad baja a moderada y una adecuada uniformidad en la respuesta productiva de las aves durante el periodo evaluado.

En este experimento, los tratamientos con harina de pimiento y caléndula no fueron estadísticamente significativos en la dieta basal en términos de número de huevos producidos, esto indica que, la modificación dietaria no tuvo un impacto estadísticamente relevante sobre la tasa de postura. Este comportamiento es consistente con lo reportado Matache et al. (2024), quienes al evaluar dietas suplementadas con caléndula y pimiento observaron que el número total de huevos puesto no presentó diferencias significativas entre los grupos experimentales ( $p > 0,081$ ), a pesar de variaciones observadas en otros parámetros productivos.

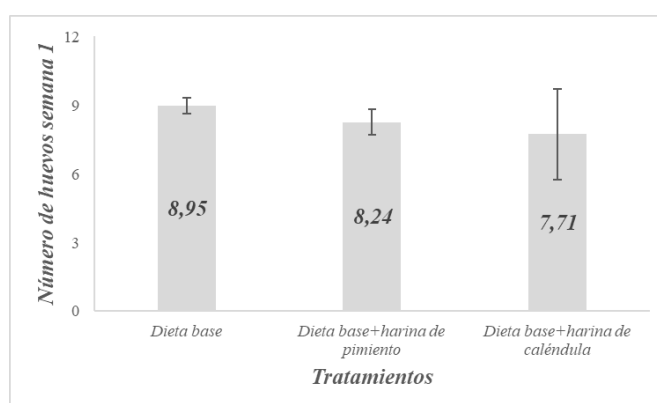
Por otro lado, Barreto et al. (2022) al evaluar la inclusión de 1% de harina de pimienta en dietas para gallinas ponedoras, reportaron un promedio semanal de 4,93 huevos por ave, valor que resulta considerablemente inferior a los obtenidos en el presente estudio. Lo que atribuye a variaciones en la formulación del balanceado, edad, línea genética, y condiciones de manejo.

Además, es congruente con la investigación de Yunitasari et al. (2023), que evaluó la suplementación con carotenoides en gallinas ponedoras y encontró que no todas las fuentes de carotenoides incrementaron significativamente la producción de huevos respecto al control, con mejoras marginales en torno al 0,38% promedio y elevado grado de variación entre estudios individuales.

### 5.2.1.1 Ordenamiento de promedios de la variable número de huevos

#### *Figura 11.*

*Promedio número de huevos sema 1.*

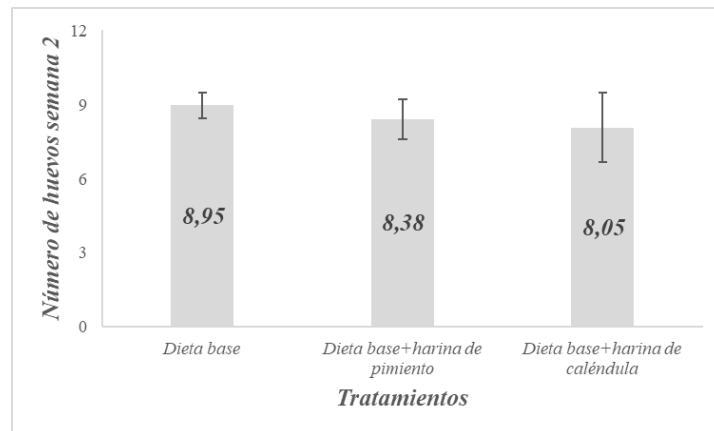


*Nota: En número de huevos evaluados en la semana 1 no presentó diferencias estadísticamente significativas entre los tres tratamientos evaluados ( $p>0,05$ ).*

La figura 11, presenta los resultados de la prueba de Tukey aplicada al número de huevos producidos en la semana 1, el cual mostró que las medias de los tratamientos fueron 8,95 para la dieta basal, 8,23 para la dieta basal suplementada con harina de caléndula. Si bien se observa una tendencia numérica a una mayor producción de huevos en el tratamiento de dieta basal, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas, con concordancia con los resultados del ANOVA ( $p>0,05$ ).

**Figura 12.**

*Promedio número de huevos semana 2.*

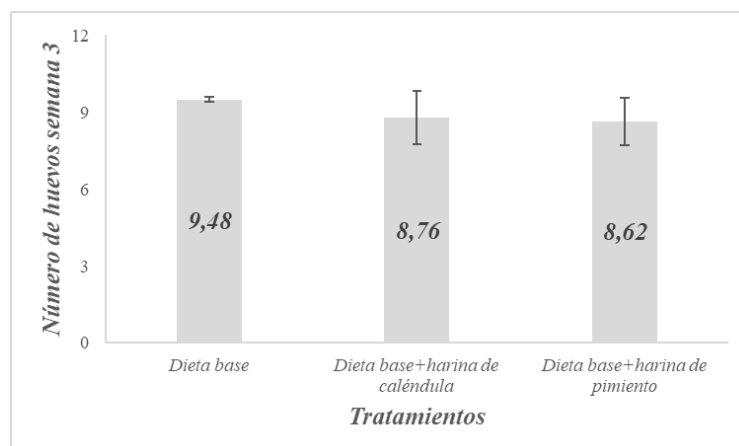


*Nota: En número de huevos evaluados en la semana 2 no presentó diferencias estadísticamente significativas entre los tres tratamientos evaluados ( $p>0,05$ ).*

La figura 12, presenta los resultados de la prueba de Tukey aplicada al número de huevos producidos en la semana 2, en donde la dieta basal presento la mayor media con 8,95, seguida de la dieta basal con harina de pimentón 8,38 y le menor media con 8,04 fue dieta basal con harina de caléndula, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas, con concordancia con los resultados del ANOVA ( $p>0,05$ ).

**Figura 13.**

*Promedio número de huevos semana 3.*

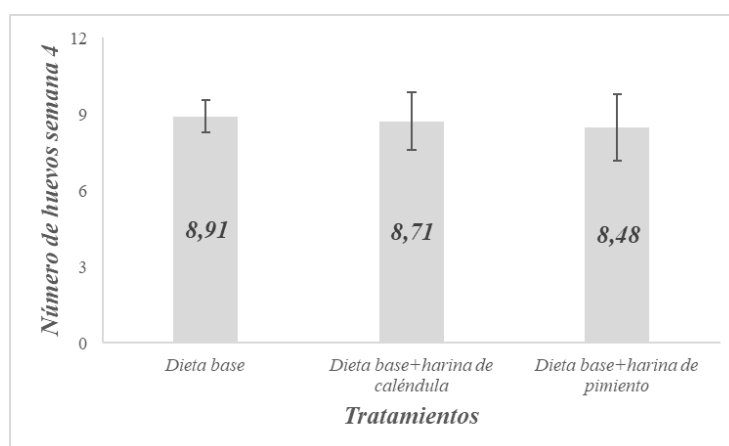


*Nota: En número de huevos evaluados en la semana 3 no presentó diferencias estadísticamente significativas entre los tres tratamientos evaluados ( $p>0,05$ ).*

La figura 13, presenta los resultados de la prueba de Tukey aplicada al número de huevos producidos en la semana 3, en donde la dieta basal presentó la mayor media con 9,47, seguida de la dieta basal con harina de pimentón 8,76 y la menor media con 8,62 fue dieta basal con harina de caléndula, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas, con concordancia con los resultados del ANOVA ( $p > 0,05$ ).

**Figura 14.**

*Promedio número de huevos semana 4*

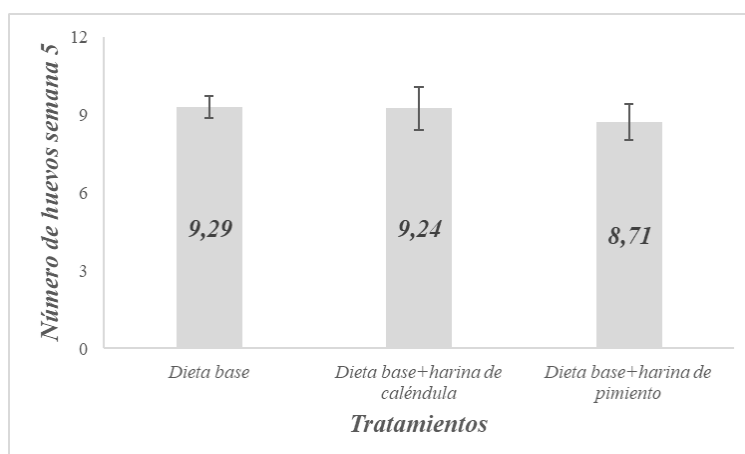


*Nota: En número de huevos evaluados en la semana 4 no presentó diferencias estadísticamente significativas entre los tres tratamientos evaluados ( $p > 0,05$ ).*

La figura 14, presenta los resultados de la prueba de Tukey aplicada al número de huevos producidos en la semana 4, en donde la dieta basal presentó la mayor media con 8,90, seguida de la dieta basal con harina de pimentón 8,71 y la menor media con 8,47 fue dieta basal con harina de caléndula, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas, con concordancia con los resultados del ANOVA ( $p > 0,05$ ).

**Figura 15.**

*Promedio número de huevos semana 5.*

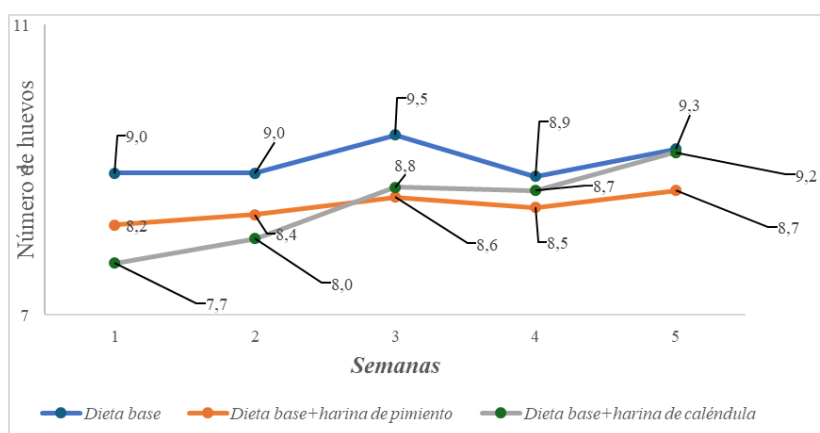


*Nota: En número de huevos evaluados en la semana 5 no presentó diferencias estadísticamente significativas entre los tres tratamientos evaluados ( $p>0,05$ ).*

La figura 15, presenta los resultados de la prueba de Tukey aplicada al número de huevos producidos en la semana 5, en donde la dieta basal presento la mayor media con 9,38, seguida de la dieta basal con harina de pimentón 9,24 y le menor media con 8,71 fue dieta basal con harina de caléndula, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas, con concordancia con los resultados del ANOVA ( $p>0,05$ ).

**Figura 16.**

*Promedio número de huevos semana 1 a 5.*



*Nota: El número de huevos registrados durante las semanas evaluadas no presentó diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ( $p>0,05$ ). Las variaciones observadas corresponden a fluctuaciones normales a lo largo del tiempo.*

En la figura 16, se presenta un resumen del número de huevos desde la semana 1 a 5, con respecto a cada tratamiento, en donde la dieta basal inicio en la semana 1 con una media de 9 huevos, mantuvo valores similares en la semana 2 y alcanzó su pico máximo en la semana 3 con 9,5 huevos, posteriormente, disminuyo alcanzo a 8 y finalmente termino en la semana 5 con 9,3 huevos. La dieta basal con harina de pimiento comenzó con 8,2 huevos, con una leve disminución en la semana 4; mientras que la dieta con harina de caléndula empezó con 7,7 en la semana 1, evidencio un aumento progresivo hasta alcanzar su pico en la semana 5 con 9,2 huevos.

### 5.2.2 Análisis de Varianza de la Variable consumo de alimento por semana

**Tabla 8.**

*ANOVA consumo de alimento semana 1-5.*

		Fuente	G	Suma de L cuadrados (SC)	Cuadrados medios (CM)	F	Pr > F	Significación
<b>Semana 1</b>		Modelo	2	0,001	0,000	3,583	0,095	.
		Total corregido	8	0,002				
<b>Promedio</b>	0,19	Tratamiento	2	0,001	0,000	3,583	0,095	.
<b>CV%</b>	6,01	Error	6	0,001	0,000			
<hr/>								
		Fuente	G	Suma de L cuadrados (SC)	Cuadrados medios (CM)	F	Pr > F	Significación
<b>Semana 2</b>		Modelo	2	0,000	0,000	2,60	0,15	ns
		Total corregido	8	0,000				
<b>Promedio</b>	0,19	Tratamiento	2	0,000	0,000	2,60	0,15	ns
<b>CV%</b>	4,02	Error	6	0,000	0,000			
<hr/>								
<b>Semana 3</b>		Modelo	2	0,000	0,000	0,40	0,69	ns
		Total corregido	8	0,000				
<b>Promedio</b>	0,18	Tratamiento	2	0,000	0,000	0,40	0,69	ns
<b>CV%</b>	5,93	Error	6	0,000	0,000			
<hr/>								
<b>Semana 4</b>		Modelo	2	0,000	0,000	2,71	0,14	ns
		Total corregido	8	0,000				

<b>Promedio</b>	0,18	Tratamiento	2	0,000	0,000	2,71	0,14	ns
<b>CV%</b>	4,93	Error	6	0,000	0,000			
<hr/>								
<b>Semana 5</b>		Modelo	2	0,000	0,000	1,24	0,36	ns
		Total corregido	8	0,000				
<b>Promedio</b>	9,08	Tratamiento	2	0,000	0,000	1,24	0,36	ns
<b>CV%</b>	7,56	Error	6	0,000	0,000			
<hr/>								

**Nota:** Calculado contra el modelo  $Y=Media(Y)$ . Código significación:  $0 < *** < 0.001 < ** < 0.01 < * < 0.05 < . < 0.1 < ns < 1$

En la tabla 7, se observa el ANOVA aplicado al consumo de alimento durante las semanas 1 a 5 del periodo experimental, no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados ( $p > 0,05$ ). En la semana 1 se observó una tendencia cercana a la significancia con un valor de  $F=3,583$  y  $p=0,095$ ; sin embargo, este valor no es significativo  $< 0.1$ . En las semanas 2,3,4 y 5, los valores de F fueron 2,60kg ( $p=0,15$ ), 0,40kg ( $p=0,69$ ), 2,71kg ( $p=0,14$ ) y 1,24kg ( $p=0,36$ ), respectivamente, confirmando la ausencia de efectos significativos del tratamiento sobre esta variable.

Los valores promedio de consumo de alimento se mantuvieron estables a lo largo del periodo evaluado, con medias de 0,19 kg en las semanas 1 y 2, y 0,18 kg en las semanas 3 y 4, lo que evidencia un patrón de consumo homogéneo entre los grupos experimentales. Los coeficientes de variación oscilaron entre 4,02% y 7,56%.

Los datos experimentales mostraron que el consumo de alimento no difirió significativamente entre los tratamientos ( $p > 0,05$ ). Este patrón indica que ni la inclusión de pimienta ni la de caléndula alteraron de forma estadística la ingesta voluntaria de alimento por parte de las aves.

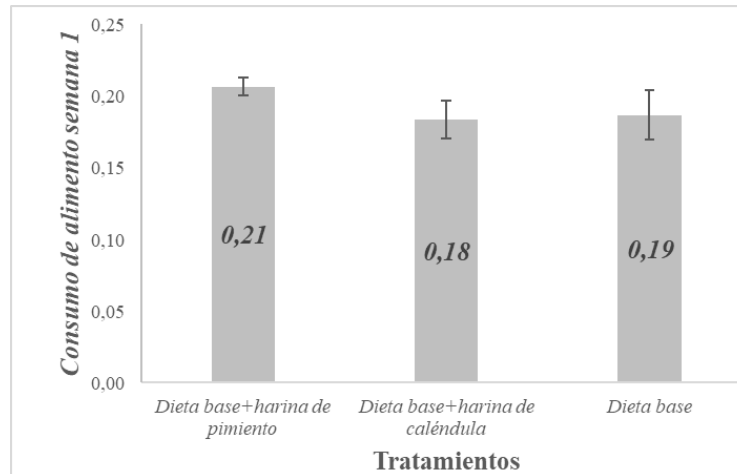
Los resultados coinciden con lo reportado por Tomanguilla (2024), quienes evaluaron dietas con diferentes niveles de harina de caléndula y alfalfa, Encontraron diferencias significativas en el consumo de alimento ( $p < 0,01$ ). En dicho estudio, las dietas sin harina de alfalfa y aquellas suplementadas con una combinación de pigmentos de caléndula presentaron los mayores consumos totales. Esta discrepancia entre ambos

estudios se atribuye a diferencias en la composición balanceada base, porcentajes de harina y duración del ensayo.

### 5.2.2.1 Ordenamiento de promedio de variable consumo de alimento

**Figura 17.**

*Promedio consumo de alimento semana 1*

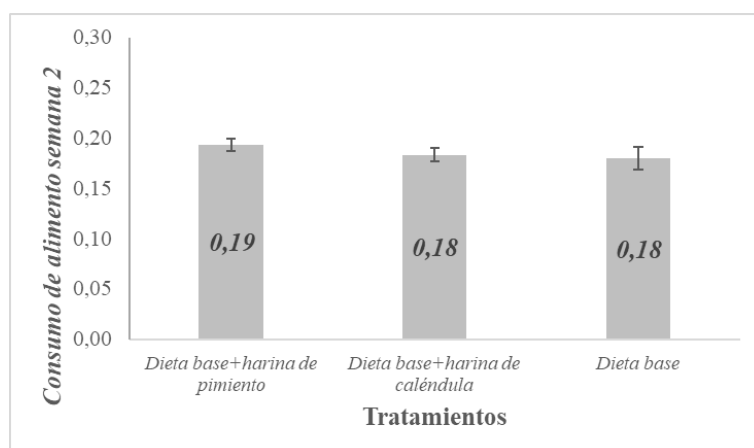


*Nota: El consumo de alimento evaluado en la semana 1 no presentó diferencias estadísticamente significativas entre los tres tratamientos evaluados ( $p > 0,05$ ).*

La figura 17, presenta los resultados de la prueba de Tukey aplicada al consumo de alimento para la semana 1, el cual mostró que la media mayor fue 0,21 para la dieta basal con harina de pimienta, seguida de para la dieta basal con 0,18kg y finalmente para la dieta basal suplementada con harina de caléndula fue 0,18 kg. Si bien se observa una tendencia numérica a una mayor producción de consumo de alimento para dieta basal y harina de pimienta, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas, con concordancia con los resultados del ANOVA ( $p > 0,05$ ).

**Figura 18.**

*Promedio consumo de alimento semana 2.*

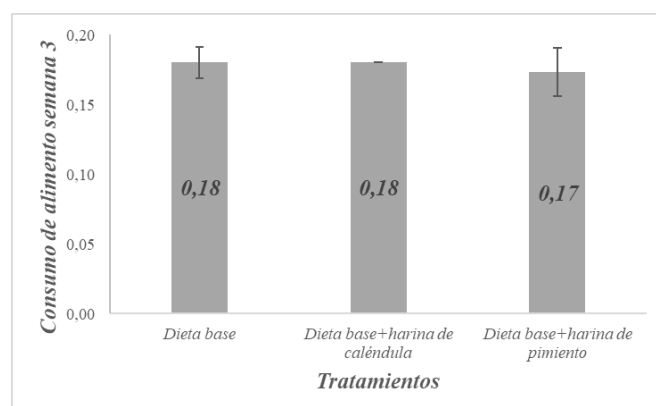


*Nota: El consumo de alimento evaluado en la semana 2 no presentó diferencias estadísticamente significativas entre los tres tratamientos evaluados ( $p>0,05$ ).*

La figura 18, presenta los resultados de la prueba de Tukey aplicada al consumo de alimento para la semana 2, el cual mostró una media mayor para la dieta basal con harina de pimienta 0,19 kg, seguida de para la dieta basal con 0,18 kg y finalmente para la dieta basal suplementada con harina de caléndula fue 0,18 kg. Estas diferencias no fueron estadísticamente significativas, con concordancia con los resultados del ANOVA ( $p>0,05$ )

**Figura 19.**

*Promedio consumo de alimento semana 3.*

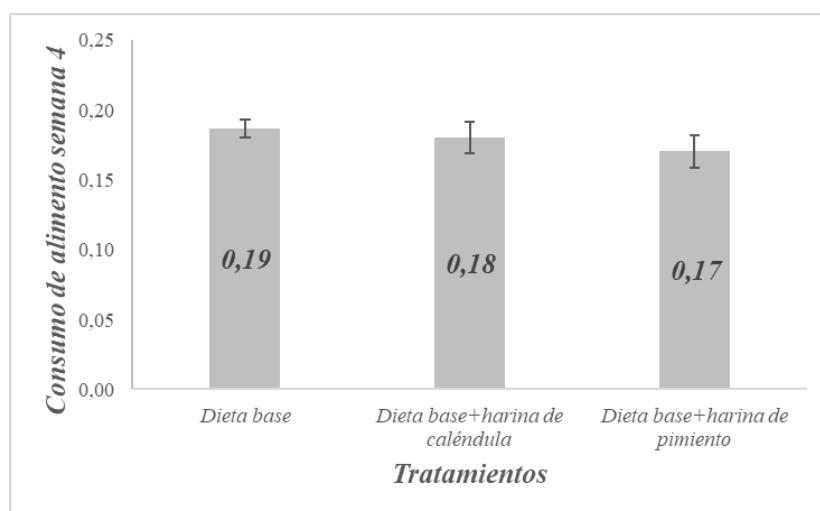


*Nota: El consumo de alimento evaluado en la semana 3 no presentó diferencias estadísticamente significativas entre los tres tratamientos evaluados ( $p>0,05$ ).*

La figura 19, presenta los resultados de la prueba de Tukey aplicada al consumo de alimento para la semana 3, el cual mostró una media de 0,18 kg para la dieta basal y dieta basal + harina de caléndula y la menor media fue para dieta basal + harina de pigmento con 0,17 kg. Estas diferencias no fueron estadísticamente significativas, con concordancia con los resultados del ANOVA ( $p>0,05$ ).

**Figura 20.**

*Promedio consumo de alimento semana 4.*

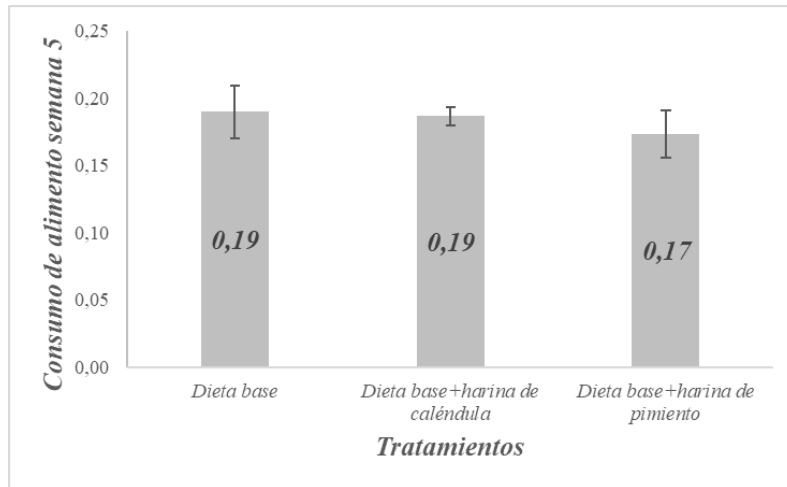


*Nota: El consumo de alimento evaluado en la semana 4 no presentó diferencias estadísticamente significativas entre los tres tratamientos evaluados ( $p>0,05$ ).*

La figura 20, presenta los resultados de la prueba de Tukey aplicada al consumo de alimento para la semana 4, el cual mostró una media mayor para la dieta basal con 0,19 kg , seguida de la media para dieta basal + harina de caléndula con 0,18 kg y la menor media fue dieta basal + harina de pimiento con 0,17 kg. Estas diferencias no fueron estadísticamente significativas, con concordancia con los resultados del ANOVA ( $p>0,05$ ).

**Figura 21.**

*Promedio consumo de alimento semana 5.*

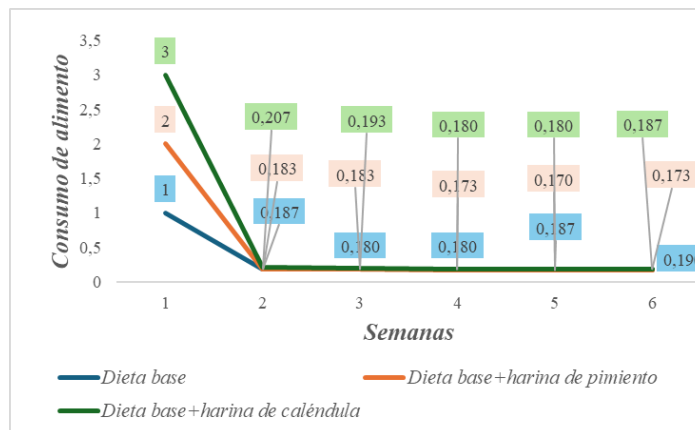


*Nota: El consumo de alimento evaluado en la semana 5 no presentó diferencias estadísticamente significativas entre los tres tratamientos evaluados ( $p>0,05$ ).*

La figura 21, presenta los resultados de la prueba de Tukey aplicada al consumo de alimento para la semana 5, el cual mostró una media mayor para la dieta basal y dieta basal + harina de caléndula con 0,19 kg, y la menor media fue dieta basal + harina de pimienta con 0,17 kg. Estas diferencias no fueron estadísticamente significativas, con concordancia con los resultados del ANOVA ( $p>0,05$ ).

**Figura 22.**

*Promedio consumo de alimento semana 1 a 5.*



*Nota: El consumo de alimento registrado durante las semanas evaluadas no presentó diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ( $p>0,05$ ), manteniendo valores similares a lo largo del tiempo.*

En la figura 22, se presenta un resumen del consumo de alimento desde la semana 1 a 5, con respecto a cada tratamiento, en donde la dieta basal presenta valores cercanos a 0,18 kg -0,19 kg, con un leve incremento hacia la semana 5 (0,19 kg), sin variaciones, La dieta basal + harina de pimienta mantuvo consumos ligeramente inferiores, con valores entre 0,17 kg y 0,18 kg, registrando su mínimo en la semana 5 (0,17 kg) y una leve recuperación en la semana 5 (0,17 kg). En contraste la dieta basal + harina de caléndula con valores entre 0,18 kg y 0,21 kg, con su valor más alto en la semana 1 (0,21 kg) y una estabilidad posterior alrededor de 0,18 kg.

### 5.2.3 Análisis de Varianza de la Variable conversión alimenticia por semana

**Tabla 9.**

*ANOVA conversión alimenticia semana 1-5*

		Fuente	G	Suma de L cuadrados (SC)	Cuadrados medios (CM)	F	Pr > F	Significación
<b>Semana 1</b>		Modelo	2	0,000	0,000	1,98	0,22	ns
		Total corregido	8	0,000				
<b>Promedio</b>	0,02	Tratamiento	2	0,000	0,000	1,98	0,22	ns
<b>CV%</b>	17,95	Error	6	0,000	0,000			
<b>Semana 2</b>		Modelo	2	0,000	0,000	1,87	0,23	ns
		Total corregido	8	0,000				
<b>Promedio</b>	0,02	Tratamiento	2	0,000	0,000	1,87	0,23	ns
<b>CV%</b>	11,68	Error	6	0,000	0,000			
<b>Semana 3</b>		Modelo	2	0,000	0,000	0,38	0,70	ns
		Total corregido	8	0,000				
<b>Promedio</b>	0,02	Tratamiento	2	0,000	0,000	0,38	0,70	ns
<b>CV%</b>	8,16	Error	6	0,000	0,000			
<b>Semana 4</b>		Modelo	2	0,000	0,000	0,03	0,97	ns

		Total corregido	8	0,000				
<b>Promedio</b>	0,02	Tratamiento	2	0,000	0,000	0,03	0,97	ns
<b>CV%</b>	9,89	Error	6	0,000	0,000			
<hr/>								
<b>Semana 5</b>		Modelo	2	0,000	0,000	0,08	0,93	ns
		Total corregido	8	0,000				
<b>Promedio</b>	0,02	Tratamiento	2	0,000	0,000	0,08	0,93	ns
<b>CV%</b>	5,98	Error	6	0,000	0,000			
<hr/>								

**Nota:** Calculado contra el modelo  $Y=Media(Y)$ . Código significación:  $0 < *** < 0.001 < ** < 0.01 < * < 0.05 < . < 0.1 < ns < 1$

En la tabla 8, se observa el ANOVA aplicado a la conversión alimentaria durante las semanas 1 a 5 del periodo experimental no evidenció diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados en ninguna de las semanas ( $p>0,05$ ). En la semana 1, el valor de F fue 1,98 kg ( $p=0,22$ ), mientras que en la semana 2 se obtuvo un valor de F de 1,87 kg ( $p=0,23$ ). En las semanas 3,4 y 5, los valores de F fueron menor, alcanzando 0,38 kg ( $p=0,70$ ), 0,03 kg ( $p=0,97$ ) y 0,08 kg ( $p=0,93$ ), respectivamente, lo que confirma la ausencia de efecto del tratamiento sobre esta variable a lo largo del tiempo.

Los valores promedio de conversión alimenticia se mantuvieron constantes durante todo el periodo experimental, con una media aproximada de 0,02 kg en todas las semanas evaluadas, lo que indica una eficiencia alimenticia similar entre los tratamientos. Asimismo, los coeficientes de variación mostraron una tendencia decreciente desde la semana 1 hasta la semana 5, pasando de 17,95% a 5,98%.

El presente estudio, la conversión alimentaria no presentó diferencias estadísticamente significativas ( $p>0,05$ ) entre la dieta basal y las dietas suplementadas con harina de pimiento y harina de caléndula, lo que indica que la eficiencia en la utilización del alimento para la producción de huevos fue similar entre los tratamientos evaluados.

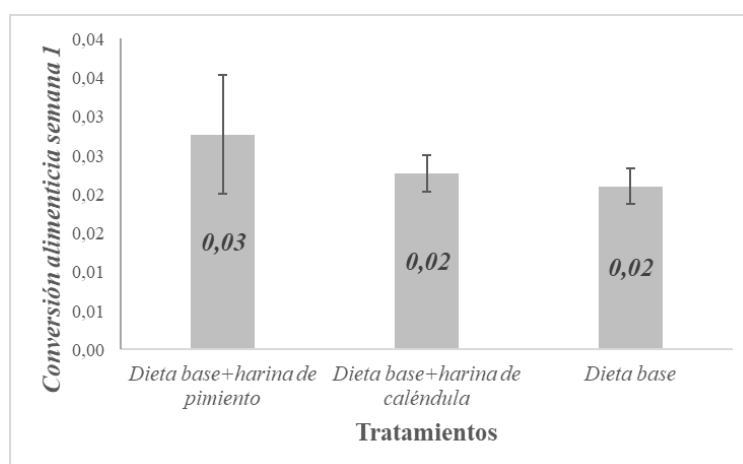
Por otro lado, Matache et al. (2024) quienes evaluaron la suplementación de extracto de caléndula (0,07%), extracto de pimiento rojo (0,07%) y una mezcla de ambos

en dietas para gallinas ponedoras, observando diferencias altamente significativas en la conversión alimentaria ( $p < 0,0001$ ). En dicho estudio, el tratamiento con extracto de pimienta roja presentó la mejor conversión alimentaria 2,11 kg de alimento/kg de huevo mientras que los tratamientos de caléndula y pimienta mostraron valores menos eficientes (2,21 y 2,22, respectivamente), en comparación con la dieta control.

### 5.2.3.1 Ordenamiento de promedio de variable conversión alimenticia

**Figura 23.**

*Promedio conversión alimenticia semana 1.*

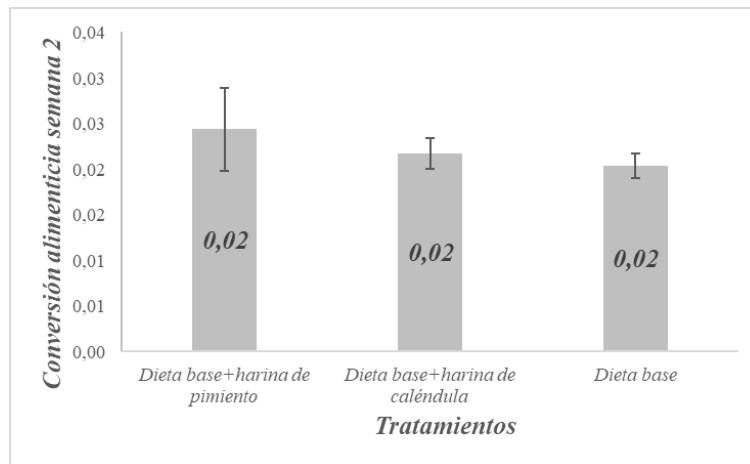


*Nota: La conversión alimenticia evaluada en la semana 1 no presentó diferencias estadísticamente significativas entre los tres tratamientos evaluados ( $p > 0,05$ ).*

La figura 23, presenta los resultados de la prueba de Tukey aplicada a la conversión alimenticia para la semana 1, el cual mostró que la media mayor fue 0,03 kg para la dieta basal con harina de pimienta, seguida de la dieta basal + harina de caléndula con 0,02 kg y finalmente para la dieta basal fue 0,02 kg. Si bien se observa una tendencia numérica a una mayor producción de conversión alimenticia para dieta basal + harina de pimienta, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas, con concordancia con los resultados del ANOVA ( $p > 0,05$ ).

**Figura 24.**

*Promedio conversión alimenticia semana 2.*

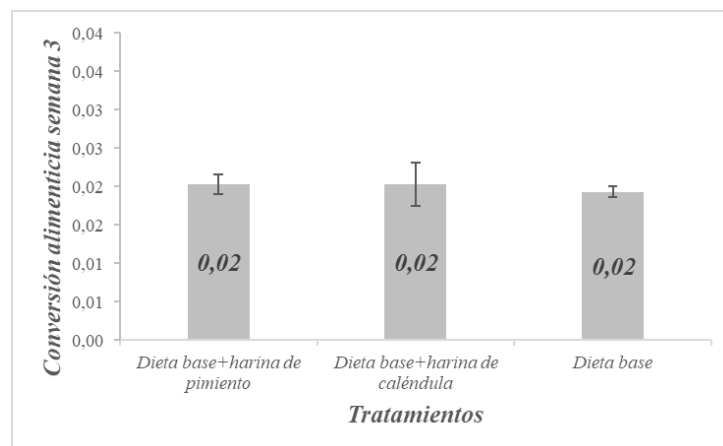


*Nota: La conversión alimenticia evaluada en la semana 2 no presentó diferencias estadísticamente significativas entre los tres tratamientos evaluados ( $p>0,05$ ).*

La figura 24, presenta los resultados de la prueba de Tukey aplicada a la conversión alimenticia para la semana 2, el cual mostró que la media mayor fue 0,02 kg para la dieta basal con harina de pimienta, seguida de la dieta basal + harina de caléndula con 0,02 kg y finalmente para la dieta basal fue 0,02 kg. Estas diferencias no fueron estadísticamente significativas, con concordancia con los resultados del ANOVA ( $p>0,05$ ).

**Figura 25.**

*Promedio conversión alimenticia semana 3.*

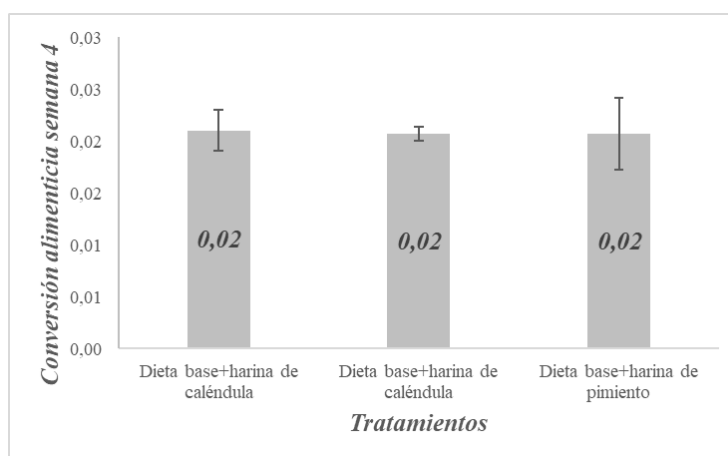


*Nota: La conversión alimenticia evaluada en la semana 3 no presentó diferencias estadísticamente significativas entre los tres tratamientos evaluados ( $p>0,05$ ).*

La figura 25, presenta los resultados de la prueba de Tukey aplicada a la conversión alimenticia para la semana 3, el cual mostró que tanto para la dieta basal + harina de pimiento y dieta basal + harina de caléndula fue 0,02 kg, la menor media fue para la dieta basal con 0,02 kg. Estas diferencias no fueron estadísticamente significativas, con concordancia con los resultados del ANOVA ( $p>0,05$ )

**Figura 26.**

*Promedio conversión alimenticia semana 4.*

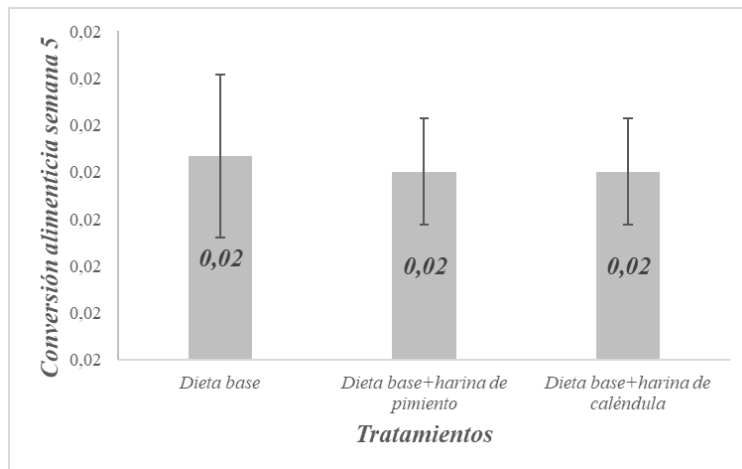


*Nota: La conversión alimenticia evaluada en la semana 4 no presentó diferencias estadísticamente significativas entre los tres tratamientos evaluados ( $p>0,05$ ).*

La figura 26, presenta los resultados de la prueba de Tukey aplicada a la conversión alimenticia para la semana 4, el cual mostró que la dieta basal con harina de caléndula fue la media más alta con 0,02 kg; por otro lado, tanto para la dieta basal y dieta basal + harina de pimiento fue menor con una media de 0,02 kg. Estas diferencias no fueron estadísticamente significativas, con concordancia con los resultados del ANOVA ( $p>0,05$ ).

**Figura 27.**

*Promedio conversión alimenticia semana 5.*

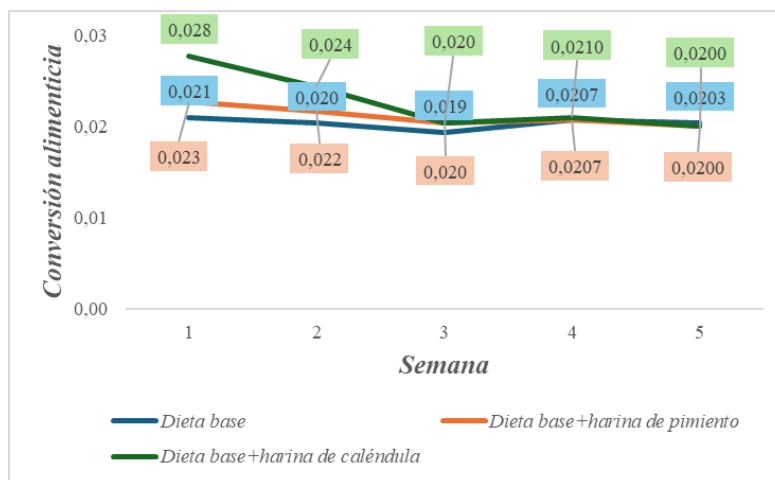


*Nota: La conversión alimenticia evaluada en la semana 5 no presentó diferencias estadísticamente significativas entre los tres tratamientos evaluados ( $p > 0,05$ ).*

La figura 27, presenta los resultados de la prueba de Tukey aplicada a la conversión alimenticia para la semana 5, el cual mostró que la dieta basal fue la media más alta con 0,02 kg; por otro lado, tanto para la dieta basal + harina de pimiento y dieta basal + harina de caléndula fue menor con una media de 0,02 kg. Estas diferencias no fueron estadísticamente significativas, con concordancia con los resultados del ANOVA ( $p > 0,05$ ).

**Figura 28.**

*Promedio conversión alimenticia semana 1 a 5.*



*Nota: La conversión alimenticia registrada a lo largo del tiempo no presentó diferencias estadísticamente significativas entre los tres tratamientos evaluados ( $p>0,05$ ), manteniendo valores similares durante el periodo experimental.*

La figura 28 muestra la evolución de la conversión alimenticia a lo largo de las semanas 1 a la 5 para los diferentes tratamientos. En la dieta basal, los valores se mantuvieron estables, con una ligera disminución desde la semana 1 (0,02 kg) hasta la semana 3 (0,02 kg) seguida de un leve incremento en la semana 4 (0,02) y una estabilización en la semana 5 (0,02 kg). La dieta basal suplementada con harina de pimienta presentó un comportamiento similar, iniciando con 0,02 kg en la semana 1, disminuyendo progresivamente hasta 0,02 kg en la semana 3 y manteniéndose cerca a ese valor hasta la semana 5. Por su parte, la dieta basal con haría de caléndula mostró los valores más altos al inicio (0,03 kg en la semana 1), con una reducción sostenida hasta la semana 3 (0,02 kg), seguida de una ligera variación en las semanas posteriores.

## 5.2.4 Análisis de Varianza de la Variable Pigmentación del Huevo

**Tabla 10.**

*ANOVA pigmentación de huevo semana 1-5.*

		Fuente	G	Suma de L cuadrados (SC)	Cuadrados medios (CM)	F	Pr > F	Significación
<b>Semana 1</b>		Modelo	2	97,479	48,740	862,480	<0,0001	***
		Total corregido	8	97,818				
<b>Promedio</b>	6,976	Tratamiento	2	97,479	48,740	862,480	<0,0001	***
<b>CV%</b>	3,408	Error	6	0,339	0,057			
<b>Semana 2</b>		Modelo	2	104,231	52,116	2144,671	<0,0001	***
		Total corregido	8	104,377				
<b>Promedio</b>	8,416	Tratamiento	2	104,231	52,116	2144,671	<0,0001	***
<b>CV%</b>	1,852	Error	6	0,146	0,024			
<b>Semana 3</b>		Modelo	2	108,807	54,404	2875,119	<0,0001	***
		Total corregido	8	108,921				
<b>Promedio</b>	9,087	Tratamiento	2	108,807	54,404	2875,119	<0,0001	***
<b>CV%</b>	1,514	Error	6	0,114	0,019			
<b>Semana 4</b>		Modelo	2	116,201	58,100	2702,342	<0,0001	***
		Total corregido	8	116,330				
<b>Promedio</b>	9,43	Tratamiento	2	116,201	58,100	2702,342	<0,0001	***
<b>CV%</b>	1,555	Error	6	0,129	0,022			
<b>Semana 5</b>		Modelo	2	120,570	60,285	1666,869	<0,0001	***
		Total corregido	8	120,787				
<b>Promedio</b>	9,62	Tratamiento	2	120,570	60,285	1666,869	<0,0001	***
<b>CV%</b>	1,978	Error	6	0,217	0,036			

**Nota:** Calculado contra el modelo  $Y=Media(Y)$ . Código significación:  $0 < *** < 0.001 < ** < 0.01 < * < 0.05 < . < 0.1 < ns < 1$

En la tabla 9, se observa el ANOVA aplicado a la pigmentación de la yema de huevo durante las semanas 1 a 5 del periodo experimental evidenció diferencias altamente significativas entre los tratamientos en todas las semanas evaluadas ( $p < 0,0001$ ). En la semana 1, el valor de F fue 862,480, incrementándose notablemente en las semanas 2 y 3, con valores de 2144,671 kg y 2875,119 kg, respectivamente. Durante las semanas 4 y 5, los valores de F se mantuvieron elevados (2702,342 kg y 1666,869 kg), lo que confirme un efecto consistente y marcado de los tratamientos sobre la pigmentación de la yema a lo largo del tiempo.

Los valores promedios de pigmentación mostraron un incremento progresivo durante el periodo experimental, pasando de 6,976 kg en la semana 1 a 9,62 kg en la semana 5, lo que sugiere una respuesta acumulativa al tratamiento aplicado. Asimismo, los coeficientes de variación fueron bajos en todas las semanas (1,51% a 3,41%), indicando una alta precisión experimental y una respuesta homogénea dentro de cada tratamiento.

Finalmente, para la pigmentación de la yema mostro diferencias significativas entre los tratamientos, siendo el tratamiento con harina pimienta mayor que la dieta con harina de caléndula. Resultados concordantes fueron reportados por Matache et al. (2024) quienes evaluaron el efecto de caléndula y pimienta roja en dietas de gallinas ponedoras y observaron diferencias significativas ( $p < 0,0001$ ) en el color de la yema, las cuales reportaron la intensidad de color a las 3 semanas en comparación con las 6ta semana. Siendo consistente con los resultados del presente estudio, donde se observó un incremento progresivo de la pigmentación durante el periodo experimental.

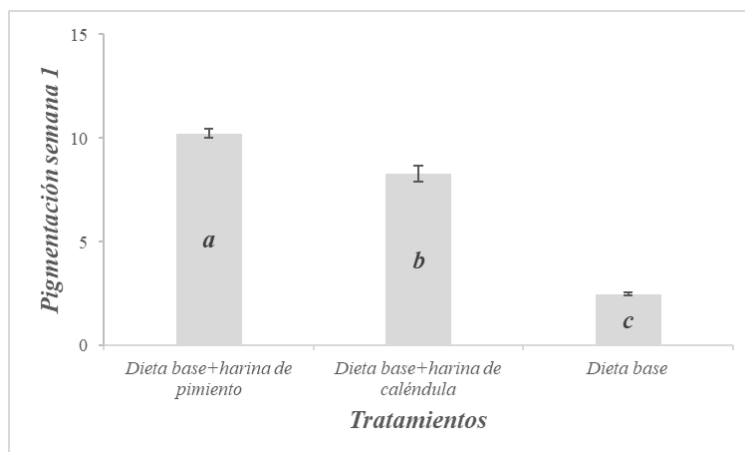
Además, Saleh et al. (2021) reportan que el pigmento rojo posee una mayor concentración de carotenoides rojos, como capsantina y capsorrubina, los cuales presentan una mayor eficiencia de deposición en la yema, generando tonalidades más intensas en menor tiempo. En cambio, la caléndula, rica principalmente en luteína y zeaxantina, produce una coloración amarilla intensa, pero con menor capacidad para alcanzar valores elevados en la escala del *Yolk Fan* (Balázs et al., 2023).

Asimismo, el incremento sostenido de la pigmentación a lo largo de las semanas sugiere una respuesta acumulativa de los carotenoides dietarios, lo cual es consistente con el metabolismo liposoluble de estos compuestos y su progresiva deposición en la yema de huevo (Saini et al., 2022).

### 5.2.4.1 Ordenamiento de promedio de variable pigmentación de la yema

**Figura 29.**

*Promedio pigmentación de la yema semana 1.*

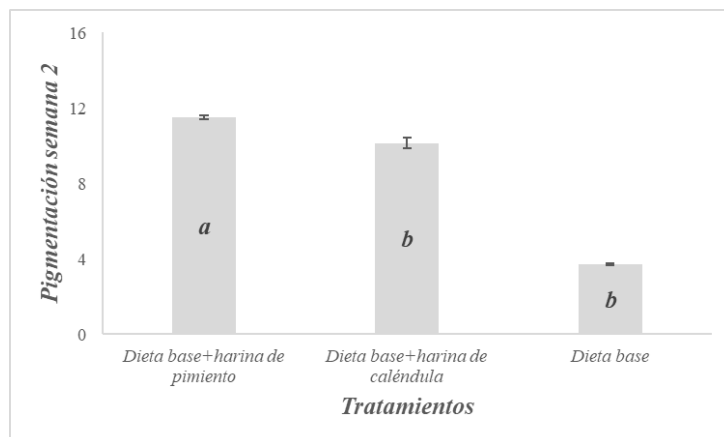


*Nota: Los valores representan las medias de los tratamientos. Letras distintas indican diferencias significativas sobre la pigmentación de la yema en la semana 1 ( $p < 0,05$ ). La letra "a" corresponde a la media más alta y la "c" la media más baja.*

La figura 29, presenta los resultados de la prueba de Tukey aplicada a la pigmentación de la yema para la semana 1, el cual mostró que la media mayor fue 10,21 para la dieta basal con harina de pimienta, seguida de la dieta basal + harina de caléndula con una media de 8,26 y finalmente para la dieta basal fue 2,46.

**Figura 30.**

*Promedio pigmentación de la yema semana 2.*

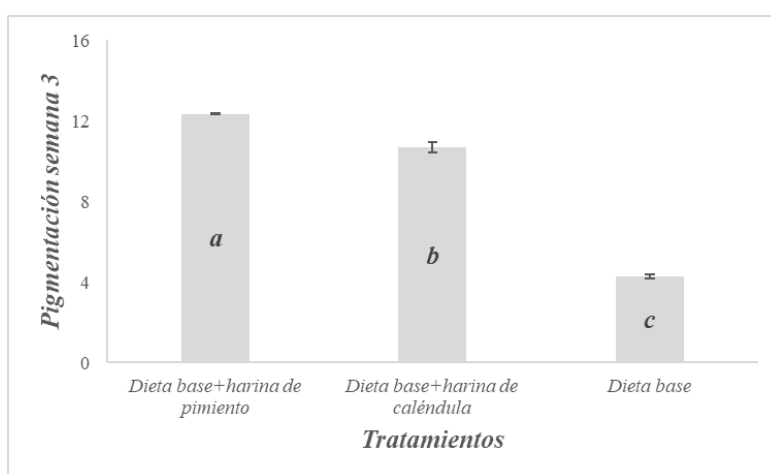


*Nota: Los valores representan las medias de los tratamientos. Letras distintas indican diferencias significativas sobre la pigmentación de la yema en la semana 3 ( $p < 0,05$ ). La letra “a” corresponde a la media más alta y la “c” la media más baja.*

La figura 30, presenta los resultados de la prueba de Tukey aplicada a la pigmentación de la yema para la semana 2, el cual mostró que la media mayor fue 11,47 para la dieta basal con harina de pimienta, seguida de la dieta basal + harina de caléndula con una media de 10,11 y finalmente para la dieta basal fue 3,61

**Figura 31.**

*Promedio pigmentación de la yema semana 3.*

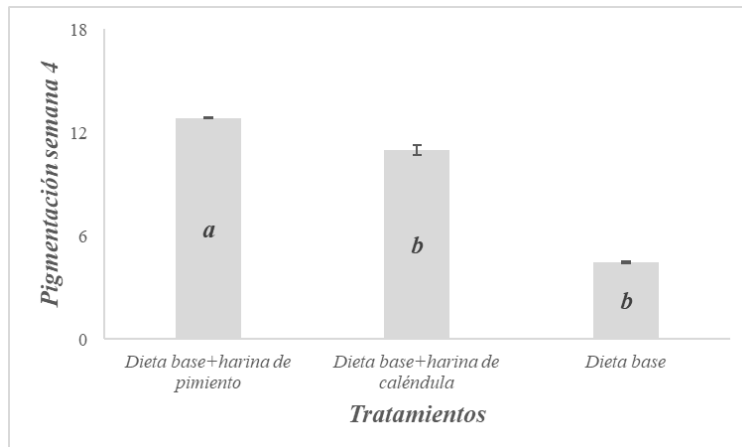


*Nota: Los valores representan las medias de los tratamientos. Letras distintas indican diferencias significativas sobre la pigmentación de la yema en la semana 3 ( $p < 0,05$ ). La letra “a” corresponde a la media más alta y la “c” la media más baja.*

La figura 31, presenta los resultados de la prueba de Tukey aplicada a la pigmentación de la yema para la semana 3, el cual mostró que la media mayor fue 12,33 para la dieta basal con harina de pimienta, seguida de la dieta basal + harina de caléndula con una media de 10,67 y finalmente para la dieta basal fue 4,26.

**Figura 32.**

*Promedio pigmentación de la yema semana 4.*

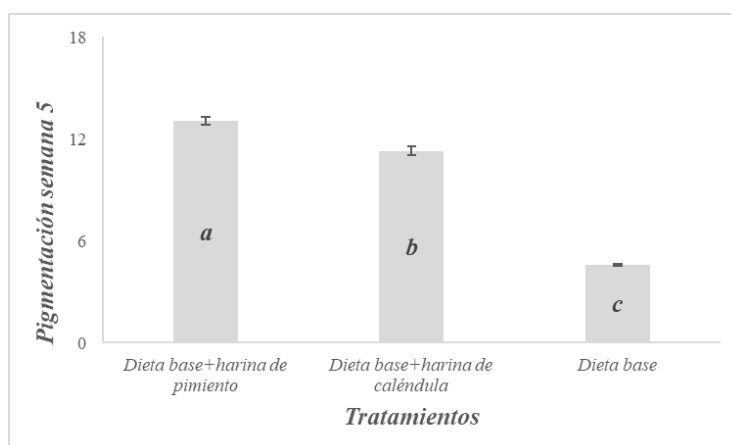


*Nota: Los valores representan las medias de los tratamientos. Letras distintas indican diferencias significativas sobre la pigmentación de la yema en la semana 4 ( $p < 0,05$ ). La letra “a” corresponde a la media más alta y la “c” la media más baja.*

La figura 32, presenta los resultados de la prueba de Tukey aplicada a la pigmentación de la yema para la semana 4, el cual mostró que la media mayor fue 12,85 para la dieta basal con harina de pimienta, seguida de la dieta basal + harina de caléndula con una media de 10,98 y finalmente para la dieta basal fue 4,46.

**Figura 33.**

*Promedio pigmentación de la yema semana 5.*

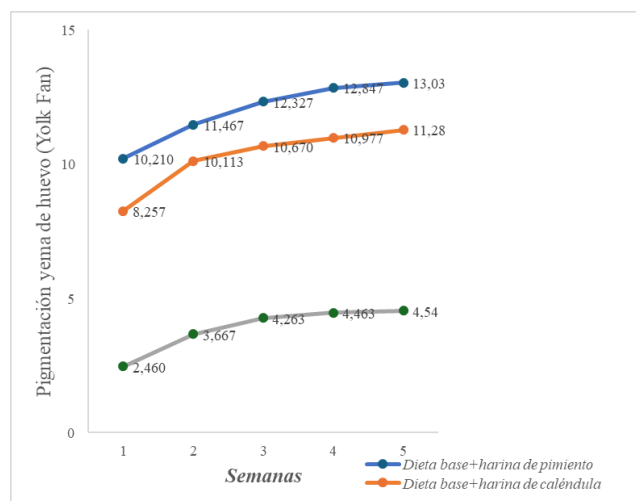


*Nota: Los valores representan las medias de los tratamientos. Letras distintas indican diferencias significativas sobre la pigmentación de la yema en la semana 5 ( $p < 0,05$ ). La letra “a” corresponde a la media más alta y la “c” la media más baja.*

La figura 33, presenta los resultados de la prueba de Tukey aplicada a la pigmentación de la yema para la semana 4, el cual mostró que la media mayor fue 13,03 para la dieta basal con harina de pimienta, seguida de la dieta basal + harina de caléndula con una media de 11,28 y finalmente para la dieta basal fue 4,54.

**Figura 34.**

*Promedio pigmentación yema de huevo semana 1 a 5.*



*Nota: La pigmentación de la yema registrada a lo largo del tiempo presento diferencias estadísticamente significativas entre los tres tratamientos evaluados ( $p < 0,05$ ), en donde la dieta basal + harina pimentón tuvo medias más altas.*

La figura 34 muestra los resultados para la pigmentación de la yema de los huevos bajos los tratamientos, en donde se observa que, a lo largo de las cinco semanas, la dieta suplementada con harina de pimiento produjo una pigmentación consistentemente mayor a la dieta con haría de caléndula, con valores que aumentado desde 10,210 en la semana 1 hasta 13,03 en semana 5 para el pimiento, mientras que la caléndula partió de 8,257 y alcanzo 11,28 evidenciando una marcada superioridad del pimiento como pigmentante natural desde la primera semana y manteniendo su comportamiento durante todo el periodo evaluado.

## CAPITULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 Conclusiones

- La inclusión de harina de pimentón y harina de caléndula en la dieta de gallinas ponedoras no tuvo un efecto estadísticamente significativo sobre el número de huevos producidos durante las cinco semanas de evaluación, por otro lado, la producción semanas se mantuvo similar entre los tratamientos, lo que establece que estos pigmentos no alteran la tasa de postura.
- El consumo de alimento no presentó diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, lo que evidencia que la inclusión de harina de pimiento y caléndula no afectó la palatabilidad ni la ingesta voluntaria de alimento. Los valores promedios se mantuvieron homogéneos entre semanas y tratamientos, reflejando una adecuada aceptación de las dietas suplementadas por parte de las gallinas.
- La conversión alimenticia no presentó diferencias estadísticamente significativas entre la dieta basal y las dietas suplementadas con harina de pimiento y caléndula durante las cinco semanas evaluadas. La eficiencia en el uso del alimento para la producción de huevos fue similar en todos los tratamientos, lo que indica que la suplementación no mejora ni deteriora la eficacia alimenticia bajo las condiciones del presente estudio.
- La pigmentación de la yema presentó diferencias altamente significativas entre los tratamientos, donde, la dieta suplementada con harina de pimiento mostró los valores más altos de pigmentación (escala *Yolk Fan* 13), seguida por la dieta con harina de caléndula con una escala de 11. Además, se observó un incremento progresivo de la pigmentación a lo largo del tiempo, evidenciando un efecto acumulativo de los carotenoides diarios.

## **6.1 Recomendaciones**

- Se recomienda que la harina de pimiento y la harina de caléndula puedan ser incorporadas en dietas de gallinas ponedoras sin riesgo de afectar la producción de huevos.
- Para futuras investigaciones, se recomienda que la harina de pimiento y la harina de caléndula como aditivos naturales en gallinas ponedoras, tanto incorporadas en el alimento balanceado como mediante su administración en el agua de bebida, considerando que su aplicación practica en sistemas de producción avícola sin alterar el comportamiento alimenticio ni el desempeño productivo de las aves.
- En investigaciones posteriores se recomienda el uso de harina de pimiento como fuente natural de carotenoides en dietas para gallinas ponedoras cuando se busque incrementar la intensidad y profundidad del color naranja de la yema, en concordancia con las exigencias y preferencias del mercado. Por otro lado, la harina de caléndula constituye una alternativa eficaz para potenciar tonalidades amarillo intenso, permitiendo modular la pigmentación de la yema de acuerdo con los objetivos comerciales y productivos establecidos

## BIBLIOGRAFÍA

Abeyrathne, E. D. N. S., Lee, H. Y., & Ahn, D. U. (2013). Egg white proteins and their potential use in food processing or as nutraceutical and pharmaceutical agents – A review. *Poultry Science*, 92(12), 3292–3299.

Andaluz, E. (2022). Suplementos nutricionales en la dieta aviar y su influencia en la calidad del huevo. *Revista Científica de Producción Animal*, 15(3), 45–56.

Anton, M., Nau, F., & Nys, Y. (2006). Bioactive egg components and their potential uses. *World's Poultry Science Journal*, 62(3), 429–438.

Aprobal. (2024). Informe anual de la producción de balanceados del Ecuador. Asociación de Productores de Balanceados del Ecuador.

Balázs, V. L., Gulyás-Fekete, G., Nagy, V., Zubay, P., Szabó, K., Sándor, V., Agócs, A., & Deli, J. (2023). Carotenoid composition of *Calendula officinalis* flowers with identification of the configuration of 5,8-epoxy-carotenoids. *ACS Agricultural Science & Technology*, 3(11), 1092–1102. [<https://doi.org/10.1021/acsagscitech.3c00367>](<https://doi.org/10.1021/acsagscitech.3c00367>)

Balázs, V. L., Gulyás-Fekete, G., Nagy, V., Zubay, P., Szabó, K., Sándor, V., Agócs, A., & Deli, J. (2023). Carotenoid Composition of *Calendula officinalis* Flowers with Identification of the Configuration of 5,8-Epoxy-carotenoids. *ACS Agricultural Science & Technology*, 3(11), 1092-1102. [<https://doi.org/10.1021/acsagscitech.3c00367>](<https://doi.org/10.1021/acsagscitech.3c00367>)

Ballesta, S. (2022). Sandra Milena Ballesta Santana.

Barreto, S., Ávila, J., & Lozada, H. (2012). Incorporación de harina de pimentón en la alimentación de ponedoras y capacitación de productores avícolas asociados a AVIMETA. *Revista Sistemas de Producción Agroecológicos*, 3(2).

Barreto, Y. A., Ávila, J. Y., & Lozada, H. (2022). Incorporación de harina de pimentón en la alimentación de ponedoras y capacitación de productores avícolas

asociados a AVIMETA. *Revista Sistemas de Producción Agroecológicos*, 3(2), 84–95. [<https://doi.org/10.22579/22484817.605>](<https://doi.org/10.22579/22484817.605>)

Barreto, Y. A., Ávila, J. Y., & Lozada, H. (2022). Incorporación de harina de pimentón en la alimentación de ponedoras y capacitación de productores avícolas asociados a AVIMETA. *Revista Sistemas de Producción Agroecológicos*, 3(2), 84-95. [<https://doi.org/10.22579/22484817.605>](<https://doi.org/10.22579/22484817.605>)

Bernstein, P., Li, B., Vachali, P., Gorudupudi, A., Shyam, R., Henriksen, B., & Nolan, J. (2016). Luteína, zeaxantina y meso-zeaxantina: La ciencia básica y clínica que sustenta las intervenciones nutricionales basadas en carotenoides contra las enfermedades oculares. National Library of Medicine. [<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4698241>](<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4698241>)

Britton, G. (2008). Functions of carotenoids other than in photosynthesis. *Pure and Applied Chemistry*, 80(10), 2189–2198. [<https://doi.org/10.1351/pac200880102189>](<https://doi.org/10.1351/pac200880102189>)

Caffa, I., Proietti, E., Turrini, F., Borgarelli, C., Ferrando, M., Formisano, E., Lopes, L., Martini, D., Angelino, D., Tagliabue, A., & Pisciotta, L. (2025). Egg consumption and human health: Nutritional benefits and considerations. *Nutrients*, 17(1), 118–125. [<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12411868/>](<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12411868/>)

Carophyll. (2020). Guía técnica de pigmentación natural en aves de postura. DSM Nutritional Products.

Castillo, R. (2023). Extracción de colorantes naturales, antocianina y luteína, a partir de *Raphanus sativus* L..

Chambers, J., Zaheer, K., Akhtar, H., & Abdel-Aal, E. (2024). Chicken eggs. En *Egg innovations and strategies for improvements*. Elsevier Inc.

Cueva, J. (2020). Evaluación de la suplementación de pigmentos carotenoides a base de flor de marigold en pollos de engorde.

Dansou, D., Zhang, H., Yu, Y., Wang, H., Tang, C., Zhao, Q., Qin, Y., & Zhang, J. (2023). Carotenoid enrichment in eggs: From biochemistry perspective. *Animal Nutrition*, 14, 315–333. [<https://doi.org/10.1016/j.aninu.2023.05.012>](<https://doi.org/10.1016/j.aninu.2023.05.012>)

Domínguez, L. (2009). Utilización de flores de caléndula (*Calendulae flos*) en salsa para carnes [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Colombia].

Domínguez, M. (2009). Producción y aprovechamiento de pigmentos naturales en la alimentación animal. Editorial Agrícola Española.

Dussailant, C., Echeverría, G., Rozowski, J., Velasco, N., Arteaga, A., & Rigotti, A. (2017). Consumo de huevo y enfermedad cardiovascular: Una revisión de la literatura científica. *Nutrición Hospitalaria*, 34(3), 710–718. [<https://doi.org/10.20960/nh.473>](<https://doi.org/10.20960/nh.473>)

Espitia, A. (2021). Evaluar el efecto de la coloración de la yema de huevo en gallinas ponedoras Hy-Line Brown [Tesis de pregrado, Universidad de Cundinamarca].

FAO. (2018). Manual de bioseguridad para la producción avícola. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

FAO. (2021). Producción y consumo de huevos a nivel mundial. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Fernández, A., & Lobato, F. (2009). Impacto del cambio climático en la producción de maíz en Ecuador. Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador.

Galobart, J., Barroeta, A. C., Baucells, M. D., Cortinas, L., & Codony, R. (2004). El color de la yema de huevo se ve afectado por la saponificación de diferentes fuentes de pigmentación naturales. *Journal of Applied Poultry Research*, 13(2), 328–334. [<https://doi.org/10.1093/japr/13.2.328>](<https://doi.org/10.1093/japr/13.2.328>)

Goodwin, T. W. (1980). *The biochemistry of the carotenoids* (Vol. 1). Chapman & Hall.

Griffin, H. D., & Perry, M. M. (1985). El papel de las lipoproteínas en la formación de la yema en la gallina. *Poultry Science*, 64(1), 181–187. [<https://doi.org/10.3382/ps.0640181>](<https://doi.org/10.3382/ps.0640181>)

Guerrero, M. (2019). Determinación del contenido de carotenoides de pétalos de especies florales cultivadas en Ecuador [Tesis de maestría, Universidad de las Américas].

Gutiérrez, J., Romero, M., Mejía, M., & Jiménez, E. (2024). Proyecto de emprendimiento social Avi-Huevos Orgánicos S.A.

Howard, L. R., Talcott, S. T., Brenes, C. H., & Villalon, B. (2000). Changes in phytochemical and antioxidant activity of selected pepper cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(5), 1713–1720. [<https://doi.org/10.1021/jf990916t>](<https://doi.org/10.1021/jf990916t>)

Hy-Line International. (2016). Guía de manejo Hy-Line Brown. [<https://www.hyline.com>](<https://www.hyline.com>)

INEC. (2020). Encuesta nacional de producción pecuaria 2019. Instituto Nacional de Estadística y Censos del Ecuador.

Johnson, E. J. (2014). Role of lutein and zeaxanthin in visual and cognitive function. *Nutrients*, 6(12), 4971–4982. [<https://doi.org/10.3390/nu6124971>](<https://doi.org/10.3390/nu6124971>)

Jung, S., Kim, D., Son, J., Nam, K., Ahn, D., & Jo, C. (2012). The functional property of egg yolk phosphovitin as a melanogenesis inhibitor. *Food Chemistry*, 135(3), 993–998.

Karadas, F., & Grammenidis, E. (2020). Carotenoides naturales de *Calendula officinalis* como fuente de pigmentación en la alimentación avícola. *Animal Feed Science and Technology*, 268, 114–123. [<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114123>](<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114123>)

Kljak, I. (2021). Natural carotenoid sources and their effects on egg yolk pigmentation. *Poultry Science*, 100(9), 1011–1020.

Kljak, K., Carović-Stanko, K., Kos, I., Janječić, Z., Kiš, G., Duvnjak, M., Safner, T., & Bedeković, D. (2021). Plant carotenoids as pigment sources in laying hen diets. *Foods*, 10(4). [<https://doi.org/10.3390/foods10040721>](<https://doi.org/10.3390/foods10040721>)

Kumar, R., Singh, M., & Sharma, R. (2020). Potencial económico del cultivo de pimentón (*Capsicum annuum* L.) para la industria de colorantes naturales. *Agricultural Reviews*, 41(3), 217–223.

Lara, L. J., & Rostagno, M. H. (2013). Impacto del estrés térmico en la producción avícola. *Animals*, 3(2), 356–369. [<https://doi.org/10.3390/ani3020356>](<https://doi.org/10.3390/ani3020356>)

Lesnierowski, G., & Stangierski, J. (2018). What's new in chicken egg research and technology for human health promotion? *Trends in Food Science and Technology*, 46–51.

Loetscher, Y., Kreuzer, M., & Messikommer, R. E. (2014). Oxidative stability of eggs enriched with carotenoids from dried tomato and sweet pepper. *Poultry Science*, 93(10), 2701–2710. [<https://doi.org/10.3382/ps.2014-03982>](<https://doi.org/10.3382/ps.2014-03982>)

Marounek, M., & Pebriansyah, A. (2018). Use of carotenoids in feed mixtures for poultry: A review. *Agricultura Tropica et Subtropica*, 51(3), 107–111. [<https://doi.org/10.1515/ats-2018->](<https://doi.org/10.1515/ats-2018->) 0011

Matache, C.-C., Cornescu, G. M., Drăgotoiu, D., Cișmileanu, A. E., Untea, A. E., Sărăcilă, M., & Panaite, T. D. (2024). Effects of Marigold and Paprika Extracts as Natural Pigments on Laying Hen Productive Performances, Egg Quality and Oxidative Stability. *Agriculture*, 14(9), 1464. [<https://doi.org/10.3390/agriculture14091464>](<https://doi.org/10.3390/agriculture14091464>)

Mele, M., Pappalardo, G., & Scintu, M. (2019). Rol económico de la producción de huevos en los medios de vida rurales. *Revista de Economía Agrícola*, 70(3), 512–524.

Menezes, R., Costa, D., & Santos, J. (2020). Seguridad alimentaria en la producción de huevos: Riesgos y estrategias preventivas. *Poultry Science Journal*, 77(4), 789–798.

Mezones-Santana, J., Köhler, S., & Acevedo-Urquiaga, A. (2022). Valoración de la filosofía de economía circular en una producción avícola de Ecuador, 43(2).

Mottet, A., & Tempio, G. (2017). Global poultry production: Current state and future outlook. *Animal Production Science*, 57(3), 164–176.

Nimalaratne, C., & Wu, J. (2015). Hen Egg as an Antioxidant Food Commodity: A Review. *Nutrients*, 7(10), 8274–8293.

North, M. (1987). La importancia de cada ave. *Selecciones Avícolas*, 10, 29(3), 0079–0081.

Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2016). Agenda 2030 y los ODS. [<https://www.cedhnl.org.mx/bs/vih/secciones/planes-y-programas/Agenda-2030-y-los->](<https://www.cedhnl.org.mx/bs/vih/secciones/planes-y-programas/Agenda-2030-y-los->) ODS.pdf

Parra, J., Torres, A., Tortolero, D., Durazzi, E., Ineichen, E., & Fernández, R. (2017). Inclusión de la cianobacteria *Arthrospira maxima* como fuente de carotenoides en la dieta de gallinas ponedoras. *Revista Latinoamericana de Biotecnología Ambiental y Algal*, 8(1), 1–16.

Parra, S., Gómez, D., & Mora, L. (2017). Influencia de carotenoides naturales en la calidad de huevo de gallinas ponedoras. *Revista de Ciencia Avícola*, 12(4), 221–229.

Pié, J. (2019). Factores de los que depende la calidad interna del huevo y su incubabilidad. [<https://www.veterinariadigital.com/articulos/factores-de-los-que-depende-la-calidad-interna-del-huevo-y-su-incubabilidad/>](<https://www.veterinariadigital.com/articulos/factores-de-los-que-depende-la-calidad-interna-del-huevo-y-su-incubabilidad/>)

Pila, D. (2018). Pigmentos naturales en alimentación animal y su relación con la sostenibilidad productiva. Universidad Nacional Autónoma de México.

Pinar, S. (2021). Impacto de la liofilización en la bioaccesibilidad de los fenoles, carotenoides y vitamina C de productos de naranja. [Tesis de pregrado, Universitat Politècnica de València].

Recalde, E., Arciniegas, S., y PUSDÁ, S. (2024). Anuario agroclimático 2016-2023. Centro de Publicaciones PUCE. <https://www.pucesi.edu.ec/webs2/wpcontent/uploads/2024/07/Libro-Anuario-Agroclim%C3%A1tico-listo.pdf>

Réhault-Godbert, S., Guyot, N., & Nys, Y. (2019). The golden egg: Nutritional value, bioactivities, and emerging benefits for human health. *Nutrients*, 11(3), 684. [<https://doi.org/10.3390/nu11030684>](<https://doi.org/10.3390/nu11030684>)

Ribes, A. (2021). Selección y mejora de ecotipos de pimiento (*Capsicum* sp.) para agricultura sostenible y calidad nutricional y organoléptica. [Tesis Doctoral, Universitat Politècnica de València].

Ribes, M. (2020). Selección y mejora de ecotipos de pimiento (*Capsicum* sp.) para agricultura sostenible y calidad nutricional y organoléptica. Dialnet.

Rodríguez-Amaya, D. (1999). Carotenoids and food preparation: The retention of provitamin A carotenoids in prepared, processed and stored foods. OMNI Research.

Rodríguez-Amaya, D., Esquivel, P., & Meléndez-Martínez, A. (2023). Comprehensive update on carotenoid colorants from plants and microalgae. *Foods*, 12(22). [<https://doi.org/10.3390/foods12224080>](<https://doi.org/10.3390/foods12224080>)

Rodríguez-Rodríguez, M. P., Herranz, J., & Peña, M. (2021). Efectos antioxidantes de la suplementación con carotenoides sobre la estabilidad y calidad de la yema de huevo. *Animal Nutrition Research*, 9(2), 110–119.

Saini, R. K., Prasad, P., Lokesh, V., Shang, X., Shin, J., Keum, Y.-S., & Lee, J.-H. (2022). Carotenoids: Dietary Sources, Extraction, Encapsulation, Bioavailability, and Health Benefits—A Review of Recent Advancements. *Antioxidants*, 11(4), 795. [<https://doi.org/10.3390/antiox11040795>](<https://doi.org/10.3390/antiox11040795>)

Saleh, A. A., Gawish, E., Mahmoud, S. F., Amber, K., Awad, W., Alzawqari, M. H., Shukry, M., & Abdel-Moneim, A.-M. E. (2021). Effect of Natural and Chemical Colorant Supplementation on Performance, Egg-Quality Characteristics, Yolk Fatty-Acid Profile, and Blood Constituents in Laying Hens. *Sustainability*, 13(8), 4503. [<https://doi.org/10.3390/su13084503>](<https://doi.org/10.3390/su13084503>)

Schaub, P., Rodríguez-Franco, M., & Wüst, F. (2012). The carotenoid biosynthetic pathway in plants and its manipulation for nutritional enhancement. *Plant Molecular Biology*, 79(3), 351–371.

Schierle, J., Brufau, J., & Pe, A. (1992). Influence of source and ratio of xanthophyll pigments on broiler chicken pigmentation and performance, 320–326.

Shaaban, H. (2024). Dietary xanthophylls and their effects on egg quality and oxidative stability. *Journal of Animal Nutrition*, 45(1), 12–25.

Soto, V., González, E., & Hernández, M. (2013). Efecto de la inclusión de harina de pimentón en la dieta sobre la pigmentación de yemas en gallinas ponedoras. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 4(1), 45–52.

Surai, P. F. (2019). Antioxidant role of carotenoids in poultry nutrition and health. *Poultry Science*, 98(10), 3851–3865.

Surai, P. F., Kochish, I. I., Fisinin, V. I., & Kidd, M. T. (2019). Antioxidant defence systems and oxidative stress in poultry biology: An update. *Antioxidants*, 8(7), 235. [<https://doi.org/10.3390/antiox8070235>](<https://doi.org/10.3390/antiox8070235>)

Steel, R. G. D., & Torrie, J. H. (1997). *Principles and procedures of statistics: A biometrical approach* (3rd ed.). McGraw-Hill.

Takaichi, S. (2011). Carotenoides en algas: distribución, biosíntesis y funciones. *Marine Drugs*, 9(6), 1101–1118. [<https://doi.org/10.3390/md9061101>](<https://doi.org/10.3390/md9061101>)

Tomanguilla, M. (2024). Parámetros productivos y calidad de huevo de gallinas alimentadas con harina de marigold (*Tagetes erecta*) y harina de alfalfa (*Medicago sativa*) [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza]. [<https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/4234>](<https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/4234>)

Topuz, A., & Özdemir, F. (2007). Assessment of carotenoids, capsaicinoids and ascorbic acid composition of some selected pepper cultivars (*Capsicum annum* L.). *Journal of Food Composition and Analysis*, 20(7), 596–602. [<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2007.03.007>](<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2007.03.007>)

Valladares, A. (2022). Influencia de los carotenoides en la pigmentación de la yema de huevo. *Revista Agropecuaria Andina*, 8(2), 55–67.

Vlaicu, P. A., Panaite, T. D., & Turcu, R. P. (2024). Egg industry sustainability and contribution to SDG 2. *Agriculture*, 14(10), 1811.

[<https://doi.org/10.3390/agriculture14101811>](<https://doi.org/10.3390/agriculture14101811>)

Vuilleumier, J. P. (1969). El abanico de Roche para medir el color de la yema: un instrumento para medir dicho color. *Poultry Science*, 48(3), 767–779. [<https://doi.org/10.3382/ps.0480767>](<https://doi.org/10.3382/ps.0480767>)

Yunitasari, F., Jayanegara, A., & Ulupi, N. (2023). Performance, Egg Quality, and Immunity of Laying Hens due to Natural Carotenoid Supplementation: A Meta-Analysis. *Food Science of Animal Resources*, 43(2), 282-304. [<https://doi.org/10.5851/kosfa.2022.e76>](<https://doi.org/10.5851/kosfa.2022.e76>)

Yüceer, M., & Caner, C. (2022). Functional and textural characteristics of egg yolk influenced by feed composition in laying hens. *Food Structure*, 31, 100278. [<https://doi.org/10.1016/j.foostr.2022.100278>](<https://doi.org/10.1016/j.foostr.2022.100278>)

Zaheer, K. (2017). Carotenoides de huevo de gallina (luteína y zeaxantina) e impactos nutricionales en la salud del ser humano: Una revisión. *CYTA – Journal of Food*, 15(3), 474–487. [<https://doi.org/10.1080/19476337.2016.1266033>](<https://doi.org/10.1080/19476337.2016.1266033>)

## ANEXOS

### *Base de datos*

#### *Anexo 1. Registro de número de huevos por 5 semanas.*

Semana 1										
T1	Repeticion	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	Total	Promedio
	R1	9	8	9	9	9	8	10	62	8,86
	R2	10	8	9	8	9	9	8	61	8,71
	R3	10	10	8	10	9	9	9	65	9,29
									188	9
Semana 1										
T2	Repeticion	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	Total	Promedio
	R1	10	9	8	7	9	7	8	58	8,29
	R2	10	9	9	8	10	8	7	61	8,71
	R3	8	6	8	5	8	10	9	54	7,71
									173	8
Semana 1										
T3	Repeticion	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	Total	Promedio
	R1	10	10	9	9	10	10	10	68	9,71
	R2	6	5	7	5	6	7	7	45	6,43
	R3	5	7	7	5	10	8	7	49	7,00
									162	8,43
Semana 2										
T1	Repeticion	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	Total	Promedio
	R1	9	9	9	7	8	8	9	69	9,29
	R2	8	10	9	10	9	8	10	64	9,14
	R3	9	9	9	9	9	10	10	65	9,29
									188	9
Semana 2										
T2	Repeticion	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	Total	Promedio
	R1	7	10	10	9	10	8	8	62	8,86
	R2	8	9	6	7	9	7	7	53	7,57
	R3	8	9	8	9	9	9	9	61	8,71
									176	8
Semana 2										
T3	Repeticion	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	Total	Promedio
	R1	9	9	8	10	10	10	10	66	9,43
	R2	6	6	6	7	8	7	9	49	7,00
	R3	8	8	7	7	9	6	9	54	7,71
									169	8



Semana 3										
T1	Repeticion	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	Total	Promedio
	R1	8	9	10	10	10	10	10	67	9,57
	R2	9	10	10	9	10	8	10	66	9,43
	R3	8	8	10	10	10	10	10	66	9,43
									199	9
Semana 3										
T2	Repeticion	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	Total	Promedio
	R1	9	9	10	10	9	9	9	65	9,29
	R2	8	7	9	8	8	7	7	54	7,71
	R3	8	8	10	10	8	9	9	62	8,86
									181	9
Semana 3										
T3	Repeticion	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	Total	Promedio
	R1	10	10	10	9	10	9	10	68	9,71
	R2	6	8	8	8	8	8	9	55	7,86
	R3	9	8	10	9	8	8	9	61	8,71
									184	9
Semana 4										
T1	Repeticion	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	Total	Promedio
	R1	9	9	9	6	10	10	10	63	9,00
	R2	10	9	10	9	10	9	9	66	9,43
	R3	10	8	8	7	8	8	9	58	8,29
									187	9
Semana 4										
T2	Repeticion	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	Total	Promedio
	R1	9	10	10	10	10	10	9	68	9,71
	R2	8	9	10	9	8	7	7	58	8,29
	R3	9	8	9	7	7	6	6	52	7,43
									178	8
Semana 4										
T3	Repeticion	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	Total	Promedio
	R1	9	10	10	8	9	10	10	66	9,43
	R2	8	8	9	10	9	10	10	64	9,14
	R3	7	7	10	6	10	6	7	53	7,57
									183	9
Semana 5										
T1	Repeticion	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	Total	Promedio
	R1	10	10	10	10	9	8	9	66	9,43
	R2	10	8	10	10	9	10	10	67	9,57
	R3	9	9	10	9	9	7	9	62	8,86
									195	9
Semana 5										
T2	Repeticion	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	Total	Promedio
	R1	10	10	9	8	10	9	8	64	9,14
	R2	8	8	8	8	8	8	8	56	8,00
	R3	8	9	10	9	9	8	10	63	9,00
									183	9
Semana 5										
T3	Repeticion	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	# de huevos	Total	Promedio
	R1	10	10	10	10	10	9	10	69	9,86
	R2	10	9	10	8	9	10	10	66	9,43
	R3	8	8	9	9	9	8	8	59	8,43
									194	9

*Anexo 2. Registro de consumo de alimento por 5 semanas.*

Semana 1								
T1	Repeticion	peso comedero	kg ofrecidos	peso alimento+ comedero	peso comedero + sobrantes	kg sobrantes	total kg consumidos	promedio de consumo
	R1	1,26	1,20	2,46	1,356	-0,10	1,30	0,19
	R2	1,35	1,20	2,55	1,553	-0,20	1,40	0,20
	R3	0,46	1,20	1,66	0,479	-0,02	1,22	0,17
							3,92	0,56
Semana 1								
T2	Repeticion	peso comedero	kg ofrecidos	peso alimento+ comedero	peso comedero + sobrantes	kg sobrantes	total kg consumidos	promedio de consumo
	R1	0,46	1,20	1,66	0,479	-0,02	1,22	0,17
	R2	1,26	1,08	2,34	1,509	-0,25	1,33	0,19
	R3	0,46	1,20	1,66	0,600	-0,14	1,34	0,19
							3,89	0,56
Semana 1								
T3	Repeticion	peso comedero	kg ofrecidos	peso alimento+ comedero	peso comedero + sobrantes	kg sobrantes	total kg consumidos	promedio de consumo
	R1	1,35	1,20	2,55	1,531	-0,18	1,38	0,20
	R2	1,26	1,20	2,46	1,540	-0,28	1,48	0,21
	R3	0,96	1,20	2,16	1,214	-0,25	1,45	0,21
							4,32	0,62
Semana 2								
T1	Repeticion	peso comedero	kg ofrecidos	peso alimento+ comedero	peso comedero + sobrantes	kg sobrantes	total kg consumidos	promedio de consumo
	R1	1,26	1,20	2,46	1,320	-0,06	1,26	0,18
	R2	1,35	1,20	2,55	1,483	-0,13	1,33	0,19
	R3	0,46	1,20	1,66	0,469	-0,01	1,21	0,17
							3,80	0,54
Semana 2								
T2	Repeticion	peso comedero	kg ofrecidos	peso alimento+ comedero	peso comedero + sobrantes	kg sobrantes	total kg consumidos	promedio de consumo
	R1	0,46	1,20	1,66	0,4930	-0,03	1,23	0,18
	R2	1,26	1,08	2,34	1,4110	-0,15	1,23	0,18
	R3	0,46	1,20	1,66	0,5890	-0,13	1,33	0,19
							3,79	0,54
Semana 2								
T3	Repeticion	peso comedero	kg ofrecidos	peso alimento+ comedero	peso comedero + sobrantes	kg sobrantes	total kg consumidos	promedio de consumo
	R1	1,35	1,20	2,55	1,4540	-0,10	1,30	0,19
	R2	1,26	1,20	2,46	1,4490	-0,19	1,39	0,20
	R3	0,96	1,20	2,16	1,0860	-0,13	1,33	0,19
							4,02	0,57

Semana 3								
T1	Repeticion	peso comedero	kg ofrecidos	peso alimento+ comedero	peso comedero + sobranes	kg sobranes	total kg consumidos	promedio de consumo
	R1	1,26	1,20	2,46	1,3150	-0,05	1,26	0,18
	R2	1,35	1,20	2,55	1,4810	-0,13	1,33	0,19
	R3	0,46	1,20	1,66	0,4810	-0,02	1,22	0,17
							3,81	0,54
								0,18
Semana 3								
T2	Repeticion	peso comedero	kg ofrecidos	peso alimento+ comedero	peso comedero + sobranes	kg sobranes	total kg consumidos	promedio de consumo
	R1	0,46	1,20	1,66	0,4710	-0,01	1,21	0,17
	R2	1,26	1,08	2,34	1,3300	-0,07	1,15	0,16
	R3	0,46	1,20	1,66	0,5800	-0,12	1,32	0,19
							3,68	0,53
								0,18
Semana 3								
T3	Repeticion	peso comedero	kg ofrecidos	peso alimento+ comedero	peso comedero + sobranes	kg sobranes	total kg consumidos	promedio de consumo
	R1	1,35	1,20	2,55	1,3980	-0,05	1,25	0,18
	R2	1,26	1,20	2,46	1,3320	-0,07	1,27	0,18
	R3	0,96	1,08	2,04	1,1100	-0,15	1,23	0,18
							3,75	0,54
								0,18

Semana 4								
T1	Repeticion	peso comedero	kg ofrecidos	peso alimento+ comedero	peso comedero + sobranes	kg sobranes	total kg consumidos	promedio de consumo
	R1	1,26	1,20	2,46	1,3900	-0,13	1,33	0,19
	R2	1,35	1,20	2,55	1,4920	-0,14	1,34	0,19
	R3	0,46	1,20	1,66	0,4970	-0,04	1,24	0,18
							3,91	0,56
								0,19
Semana 4								
T2	Repeticion	peso comedero	kg ofrecidos	peso alimento+ comedero	peso comedero + sobranes	kg sobranes	total kg consumidos	promedio de consumo
	R1	0,46	1,20	1,66	0,4610	0,00	1,20	0,17
	R2	1,26	1,08	2,34	1,3220	-0,06	1,14	0,16
	R3	0,46	1,20	1,66	0,5310	-0,07	1,27	0,18
							3,61	0,52
								0,17
Semana 4								
T3	Repeticion	peso comedero	kg ofrecidos	peso alimento+ comedero	peso comedero + sobranes	kg sobranes	total kg consumidos	promedio de consumo
	R1	1,35	1,20	2,55	1,4440	-0,09	1,29	0,18
	R2	1,26	1,20	2,46	1,3650	-0,11	1,31	0,19
	R3	0,96	1,08	2,04	1,0920	-0,13	1,21	0,17
							3,81	0,54
								0,18

Semana 5								
T1	Repeticion	peso comedero	kg ofrecidos	peso alimento+ comedero	peso comedero + sobrantes	kg sobrantes	total kg consumidos	promedio de consumo
	R1	1,26	1,20	2,46	1,3300	-0,07	1,27	0,18
	R2	1,35	1,20	2,55	1,6150	-0,27	1,47	0,21
	R3	0,46	1,20	1,66	0,5100	-0,05	1,25	0,18
							3,99	0,57
Semana 5								
T2	Repeticion	peso comedero	kg ofrecidos	peso alimento+ comedero	peso comedero + sobrantes	kg sobrantes	total kg consumidos	promedio de consumo
	R1	0,46	1,20	1,66	0,4680	-0,01	1,21	0,17
	R2	1,26	1,08	2,34	1,3250	-0,06	1,15	0,16
	R3	0,46	1,20	1,66	0,5870	-0,13	1,33	0,19
							3,68	0,53
Semana 5								
T3	Repeticion	peso comedero	kg ofrecidos	peso alimento+ comedero	peso comedero + sobrantes	kg sobrantes	total kg consumidos	promedio de consumo
	R1	1,35	1,20	2,55	1,4580	-0,11	1,31	0,19
	R2	1,26	1,20	2,46	1,3680	-0,11	1,31	0,19
	R3	0,96	1,08	2,04	1,1240	-0,16	1,24	0,18
							3,86	0,55

*Anexo 3.Registro de conversión alimenticia de 5 semanas.*

semana 1					semana 2					semana 3										
T1	# huevos	cosumo	C.A.		T1	# huevos	cosumo	C.A.		T1	# huevos	cosumo	C.A.							
	R1	62	1,30	0,021		R1	59	1	0,021		R1	67	1	0,019						
	R2	61	1,40	0,023		R2	64	1	0,021		R2	66	1	0,020						
	R3	65	1,22	0,019		R3	65	1	0,019		R3	66	1	0,019						
				188	3,918	0,021					188	3,802	0,020					199	3,807	0,019
semana 1					semana 2					semana 3										
T2	# huevos	cosumo	C.A.		T2	# huevos	cosumo	C.A.		T2	# huevos	cosumo	C.A.							
	R1	58	1	0,021		R1	62	1	0,020		R1	65	1	0,019						
	R2	61	1	0,022		R2	53	1	0,023		R2	54	1	0,021						
	R3	54	1	0,025		R3	61	1	0,022		R3	62	1	0,021						
				173	3,888	0,022					176	3,793	0,022					181	3,681	0,020
semana 1					semana 2					semana 3										
T3	# huevos	cosumo	C.A.		T3	# huevos	cosumo	C.A.		T3	# huevos	cosumo	C.A.							
	R1	68	1	0,020		R1	66	1	0,020		R1	68	1	0,018						
	R2	45	1	0,033		R2	49	1	0,028		R2	55	1	0,023						
	R3	49	1	0,030		R3	54	1	0,025		R3	61	1	0,020						
				162	4,315	0,027					169	4,019	0,024					184	3,75	0,020

semana 4				semana 5					
	# huevos	cosumo	C.A.		# huevos	cosumo	C.A.		
T1	R1	63	1	0,021	T1	R1	66	1	0,019
	R2	66	1	0,020		R2	67	1	0,022
	R3	58	1	0,021		R3	62	1	0,020
	187	3,909	0,021		195	3,985	0,020		

semana 4				semana 5					
	# huevos	cosumo	C.A.		# huevos	cosumo	C.A.		
T2	R1	68	1	0,018	T2	R1	64	1	0,019
	R2	58	1	0,020		R2	56	1	0,020
	R3	52	1	0,024		R3	63	1	0,021
	178	3,614	0,020		183	3,68	0,020		

semana 4				semana 5					
	# huevos	cosumo	C.A.		# huevos	cosumo	C.A.		
T3	R1	66	1	0,020	T3	R1	69	1	0,019
	R2	64	1	0,020		R2	66	1	0,020
	R3	53	1	0,023		R3	59	1	0,021
	183	3,811	0,021		194	3,86	0,020		

*Anexo 4.Registro de la pigmentación de la yema de huevo de 5 semanas.*

Semana 1							Seaman 1										
T1	Repeticion	# de huevos	Colorimetro				Promedio	Promedio	T2	Repeticion	# de huevos	Colorimetro				Promedio	Promedio
			2,2	2,4	2,75	3,1						9,04	9,77	10,25	11,03		
T1	R1	3	1,39	2,35	2,85	3,18	2,55	2,40	R1	3	10,11	11,35	11,65	11,8	10,42	10,38	
			2,03	2,39	2,53	3,39					9,24	9,85	10,1	10,89			
			1,25	2,02	2,4	2,78					9,45	10,2	10,8	11,1			
		3	1,25	2,48	2,96	3,03	2,50			8,65	9,31	10,45	11,2	10,40			
			2,25	2,65	3,1	3,8				10,25	10,84	11,12	11,45				
			1,17	2,45	2,96	3,02				8,92	9,53	10,25	10,89				
	R2	3	1,39	2,01	2,48	2,96	2,16	2,52	R2	3	9,01	9,89	10,01	10,87	10,32	9,99	
			1,08	1,29	2,3	2,85					10,35	11,01	11,3	11,8			
			1,2	2,1	2,45	3,84					8,01	9,25	9,65	10,34			
		3	1,4	2,26	2,95	3,1	2,32			9,84	10,15	10,8	11,1	9,86			
			1,25	1,3	2,51	3,49				8,92	9,25	10,15	10,8				
			1,12	1,32	2,2	3,23				8,65	9,28	10,25	11,89				
	R1	3	1,35	2,45	2,98	3,29	2,52	2,52	R2	3	8,56	9,45	10,02	10,84	10,05	10,26	
			2,58	3,09	3,2	3,45					9,42	10,35	10,89	11,02			
			2,02	2,45	3,1	3,45					9,15	10,21	10,82	10,99			
		3	1,05	2,03	3,24	3,48	2,71			9,04	9,58	10,26	10,95	10,07			
			1,93	2,49	3,28	3,95				9,2	9,56	10,25	10,86				
			1,05	2,25	2,85	3,01				9,4	10,2	10,85	11,05				
R1	3	1,24	2,25	2,35	3,45	2,35	2,46	R1	3	8,27	9,15	10,25	10,45	10,26	10,26		
		1,25	2,35	2,96	3,15					9,59	10,53	11,5	11,87				
		1,48	2,1	2,92	3,26					9,77	10,25	10,89	11,15				
	3	1,9	2,46	3,2	3,75	2,49			9,02	9,48	10,3	10,96	10,39				
		1,19	2,06	2,49	3,02				10,11	10,52	10,85	11,39					
		1,49	2,47	2,38	3,05				9,45	10,25	10,84	10,95					
3	1,56	2,26	2,85	3,95	2,55	8,65	9,77	10,09	10,86	10,14	10,21						
	1,59	2,49	3	3,45		9,24	10,25	10,45	10,89								

Semana 1								
T3	Repeticion	# de huevos	Colorimetro				Promedio	Promedio
			5,93	7,18	8,69	9,15		
T3	R1	3	5,91	7,45	8,15	9,85	7,91	8,26
			7,19	7,49	8,26	9,69		
			6,18	8	9,23	10,45		
		3	7,59	8,49	9,84	10,15	8,56	
			6,48	7,89	8,97	9,45		
			6,45	7,95	8,35	9,45		
	R2	3	5,03	6,77	8,45	9,89	8,30	
			8,36	9,15	9,78	10,01		
			7,89	8,25	8,89	9,67		
		3	5,03	6,45	7,87	8,99	8,27	
			7,19	8,96	9,45	10,58		
			7,24	8,25	9,78	10,65		
	R1	3	5,15	6,45	7,36	8,24	7,93	
			6,45	7,85	8,49	9,3		
			5,58	6,45	7,2	8,75		
		3	6,27	7,74	8,25	9,35	7,50	
			6,02	7,23	8,1	9		
			5,78	6,45	7,25	8,98		
R1	3	9,87	10,2	10,87	11,02	8,85		
		7,59	8,39	9,25	10,56			
		6,48	7,9	8,45	9,14			
	3	7,87	8,85	9,87	10,3	8,08		
		5,95	6,78	7,15	8,25			
		7,59	8,25	9,45	10,25			
3	8,46	9,68	10,97	11	8,91			
	6,17	7,45	8,47	9,14				
						8,26		

Semana 2								
Repetición	# de huevos	Colorímetro			Promedio	Promedio		
T1	R1	3	3.15	3.48	3.99	4.59	3.84	3.62
			3.18	3.4	3.85	4.02		
			3.45	3.75	4.39	4.87		
	R2	3	2.78	3.02	3.4	3.74	3.61	
			3.03	3.24	3.86	4.2		
			3.8	3.99	4.4	4.5		
	R3	3	3.02	3.28	3.45	4.03	3.42	
			2.98	3.24	3.56	4.01		
			2.85	3.15	3.48	3.98		
	R4	3	3.84	3.96	4.01	4.1	3.76	
			3.1	3.45	3.89	4.08		
			3.18	3.55	3.78	4.2		
R5	3	3.39	3.53	3.94	4.02	3.53		
		2.78	3.05	3.42	3.78			
		3.03	3.45	3.95	4.01			
R6	3	3.8	3.96	4.02	4.35	3.69		
		3.02	3.28	3.89	4.03			
		2.96	3.16	3.76	4.01			
R7	3	2.85	3.26	3.45	3.89	3.65		
		3.84	3.98	4.02	4.3			
		3.1	3.29	3.78	4.06			
R8	3	3.49	3.75	3.96	4.03	3.72		
		3.23	3.55	3.88	4.08			
		3.29	3.56	3.82	4.01			
R9	3	3.45	3.75	3.99	4.04	3.80		
		3.45	3.72	3.95	4.06			
		3.48	3.77	3.91	4.02			
					3.67			

Semana 2								
Repetición	# de huevos	Colorímetro			Promedio	Promedio		
T2	R1	3	11.03	11.36	11.68	11.99	11.63	11.56
			11.8	11.99	12.1	12.35		
			10.89	11.1	11.45	11.79		
	R2	3	11.1	11.4	11.76	11.99	11.70	
			11.2	11.56	11.89	12		
			11.45	11.79	12.01	12.2		
	R3	3	10.89	11.02	11.4	11.78	11.36	
			10.87	11.08	11.46	11.75		
			11.8	11.03	11.41	11.8		
	R4	3	10.34	10.67	10.99	11.2	11.20	
			11.1	11.4	11.76	11.99		
			10.8	11.02	11.43	11.73		
R5	3	11.89	12.01	12.4	12.56	11.69		
		10.84	11.03	11.48	11.79			
		11.02	11.46	11.73	12.01			
R6	3	10.99	11.02	11.29	11.53	11.27		
		10.65	11.03	11.49	11.85			
		10.86	11.06	11.28	11.85			
R7	3	11.05	11.25	11.84	12	11.54		
		10.45	10.85	11.02	11.43			
		11.87	12.01	12.25	12.45			
R8	3	11.79	11.45	11.78	12.01	11.54		
		10.96	11.1	11.25	11.68			
		11.39	11.65	11.92	12.03			
R9	3	10.95	11.15	11.45	11.79	11.30		
		10.86	11.1	11.38	11.69			
		10.89	11.13	11.4	11.79			
					11.47			

Semana 2								
Repetición	# de huevos	Colorímetro			Promedio	Promedio		
T3	R1	3	9.15	9.45	9.71	10.01	9.96	10.21
			9.85	10.1	10.43	10.76		
			9.69	9.93	10.06	10.4		
	R2	3	10.45	10.73	11.01	11.24	10.43	
			10.15	10.49	10.72	11.03		
			9.45	9.77	10.04	10.27		
	R3	3	9.45	9.72	10.02	10.35	10.73	
			9.89	10.12	10.46	10.73		
			10.01	10.35	10.67	10.94		
	R4	3	9.67	9.92	10.06	10.43	10.14	
			9.14	9.48	9.73	10.01		
			10.58	10.83	11.1	11.46		
R5	3	10.65	10.92	11.26	11.51	9.87		
		8.24	8.59	8.94	9.25			
		9.3	9.67	9.95	10.2			
R6	3	8.75	9.01	9.35	9.6	9.48		
		9.35	9.68	9.92	10.08			
		9	9.34	9.63	9.99			
R7	3	8.98	9.2	9.56	9.89	10.60		
		11.02	11.25	11.57	11.83			
		10.56	10.81	11.1	11.45			
R8	3	9.14	9.48	9.73	10.01	9.69		
		10.3	10.67	10.94	11.03			
		8.25	8.59	8.86	9.25			
R9	3	10.25	10.59	10.86	11.06	10.60		
		11	11.35	11.68	11.9			
		9.14	9.49	9.76	10.1			
					10.11			

Semana 3								
Repetición	# de huevos	Colorímetro			Promedio	Promedio		
T1	R1	3	4.59	4.63	4.76	4.85	4.63	4.35
			4.02	4.21	4.36	4.44		
			4.97	4.9	4.93	4.98		
	R2	3	3.74	3.86	3.93	4.02	4.23	
			4.2	4.35	4.46	4.57		
			4.25	4.34	4.49	4.55		
	R3	3	4.03	4.13	4.26	4.37	4.20	
			4.01	4.15	4.26	4.39		
			3.98	4.19	4.27	4.31		
	R4	3	4.1	4.25	4.31	4.49	4.30	
			4.09	4.19	4.25	4.34		
			4.2	4.32	4.49	4.58		
R5	3	4.02	4.13	4.26	4.38	4.09		
		3.78	3.83	3.92	4.02			
		4.01	4.14	4.26	4.37			
R6	3	4.35	4.43	4.51	4.67	4.29		
		4.03	4.16	4.27	4.36			
		4.01	4.14	4.23	4.31			
R7	3	3.89	3.93	4.01	4.16	4.22		
		4.3	4.42	4.51	4.63			
		4.06	4.1	4.22	4.37			
R8	3	4.03	4.16	4.21	4.32	4.20		
		4.08	4.18	4.26	4.38			
		4.01	4.12	4.29	4.3			
R9	3	4.04	4.13	4.35	4.45	4.22		
		4.06	4.19	4.28	4.32			
		4.02	4.1	4.27	4.38			
					4.26			

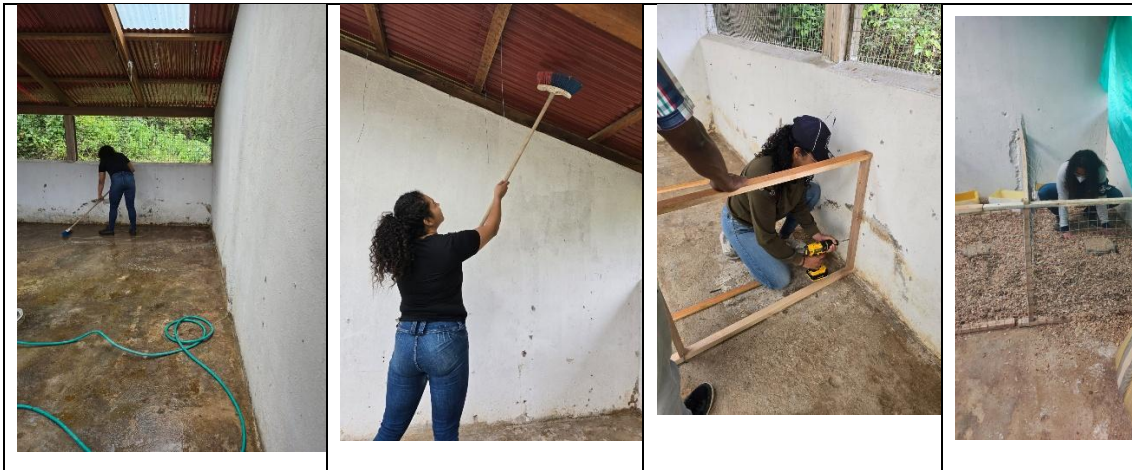
Semana 3								
Repetición	# de huevos	Colorímetro			Promedio	Promedio		
T2	R1	3	11.99	12.1	12.35	12.56	12.29	12.33
			12.35	12.52	12.73	12.95		
			11.79	11.91	12.01	12.21		
	R2	3	11.99	12.1	12.41	12.56	12.46	
			12	12.25	12.58	12.82		
			12.2	12.54	12.83	13.01		
	R3	3	11.78	12.05	12.49	12.71	12.25	
			11.75	12.01	12.38	12.67		
			11.6	12.12	12.42	12.76		
	R4	3	11.5	12.5	12.84	13.01	12.33	
			11.99	12.18	12.49	12.74		
			11.73	12.17	12.44	12.7		
R5	3	11.56	12.86	13.01	13.04	12.50		
		11.79	12.08	12.38	12.67			
		12.01	12.57	12.87	13.04			
R6	3	11.53	11.81	12.06	12.34	12.09		
		11.85	12.07	12.24	12.59			
		11.85	12.03	12.19	12.47			
R7	3	12	12.35	12.62	12.95	12.40		
		11.43	11.79	12.05	12.32			
		12.45	12.78	13.02	13.09			
R8	3	12.01	12.34	12.61	12.92	12.34		
		11.68	11.95	12.24	12.57			
		12.03	12.48	12.79	13.02			
R9	3	11.79	12.05	12.4	12.72	12.23		
		11.69	11.97	12.2	12.53			
		11.79	12.16	12.54	12.86			
					12.32			

Semana 3								
Repetición	# de huevos	Colorímetro			Promedio	Promedio		
T3	R1	3	10.01	10.2	10.42	10.67	10.59	10.79
			10.76	10.83	10.9	10.99		
			10.4	10.52	10.63	10.71		
	R2	3	11.04	11.34	11.56	11.83	11.01	
			11.03	11.21	11.38	11.42		
			10.2	10.34	10.42	10.58		
	R3	3	10.35	10.41	10.57	10.63	10.78	
			10.73	10.82	10.91	10.99		
			10.94	10.99	11.04	11.04		
	R4	3	10.43	10.52	10.67	10.72	10.71	
			9.83	9.92	10.01	10.12		
			11.46	11.51	11.63	11.71		
R5	3	11.51	11.67	11.62	11.73	10.48		
		9.25	9.36	9.48	9.57			
		10.1	10.16	10.28	10.35			
R6	3	9.6	9.78	9.82	9.89	10.05		
		10.08	10.12	10.24	10.38			
		9.99	10.09	10.16	10.29			
R7	3	9.89	9.91	10.05	10.17	11.18		
		11.63	11.91	12.01	12.08			
		11.45	11.51	11.64	11.71			
R8	3	10.01	10.18	10.26	10.33	10.27		
		11.03	11.14	11.29	11.32			
		9.25	9.39	9.48	9.56			
R9	3	11.08	11.18	11.27	11.31	10.97		
		11.9	11.16	11.28	11.34			
		10.1	10.25	10.37	10.45			
					10.67			

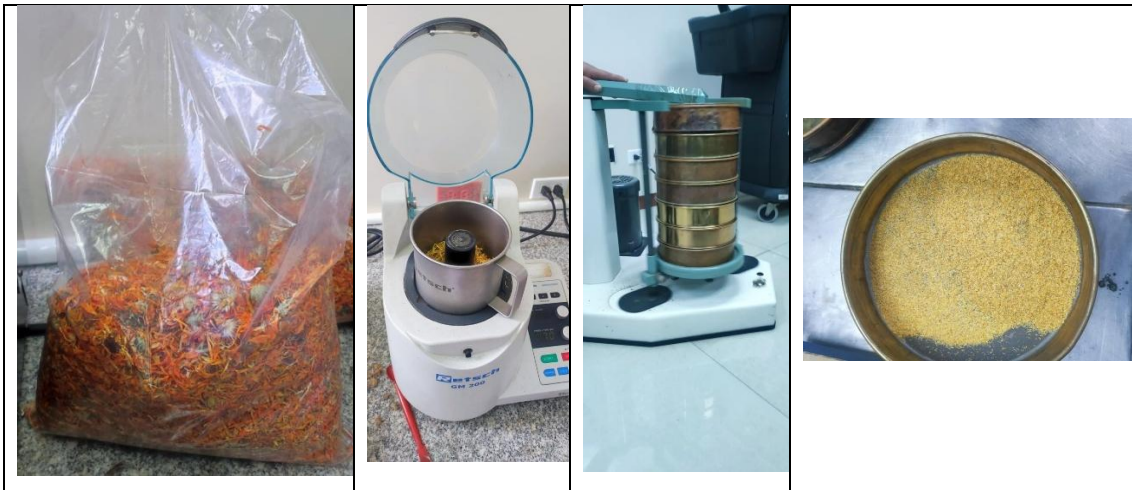
Semana 4								
Repetición	# de huevos	Colorímetro			Promedio	Promedio		
T1	R1	3	4.85	4.88	4.89	4.9	4.78	4.53
			4.44	4.46	4.48	4.5		
			4.98	4.98	4.98	5		
	R2	3	4.02	4.05	4.08	4.1	4.42	
			4.57	4.59	4.62	4.64		
			4.55	4.58	4.61	4.65		
	R3	3	4.37	4.39	4.42	4.44	4.39	
			4.39	4.41	4.43	4.45		
			4.31	4.33	4.35	4.38		
	R4	3	4.49	4.52	4.54	4.56	4.51	
			4.34	4.37	4.39	4.42		
			4.58	4.61	4.63	4.65		
R5	3	4.38	4.42	4.45	4.49	4.33		
		4.02	4.11	4.14	4.17			
		4.37	4.39	4.42	4.45			
R6	3	4.67	4.69	4.7	4.73	4.48		
		4.36	4.39	4.42	4.44			
		4.31	4.33	4.35	4.38			
R7	3	4.16	4.19	4.26	4.35	4.44		
		4.63	4.64	4.68	4.69			
		4.37	4.39	4.42	4.46			
R8	3	4.32	4.35	4.39	4.4	4.39		
		4.38	4.42	4.46	4.49			
		4.3	4.34	4.38	4.4			
R9	3	4.45	4.49	4.52	4.56	4.43		
		4.32	4.35	4.38	4.42			
		4.38	4.41	4.43	4.46			
					4.46			

Semana 4								
Repetición	# de huevos	Colorímetro			Promedio	Promedio		
T2	R1	3	12.56	12.72	12.94	13.05	12.75	12.87
			12.95	13.05	13.13	13.2		
			12.21	12.34	12.37	12.46		
	R2							

*Fase de campo*



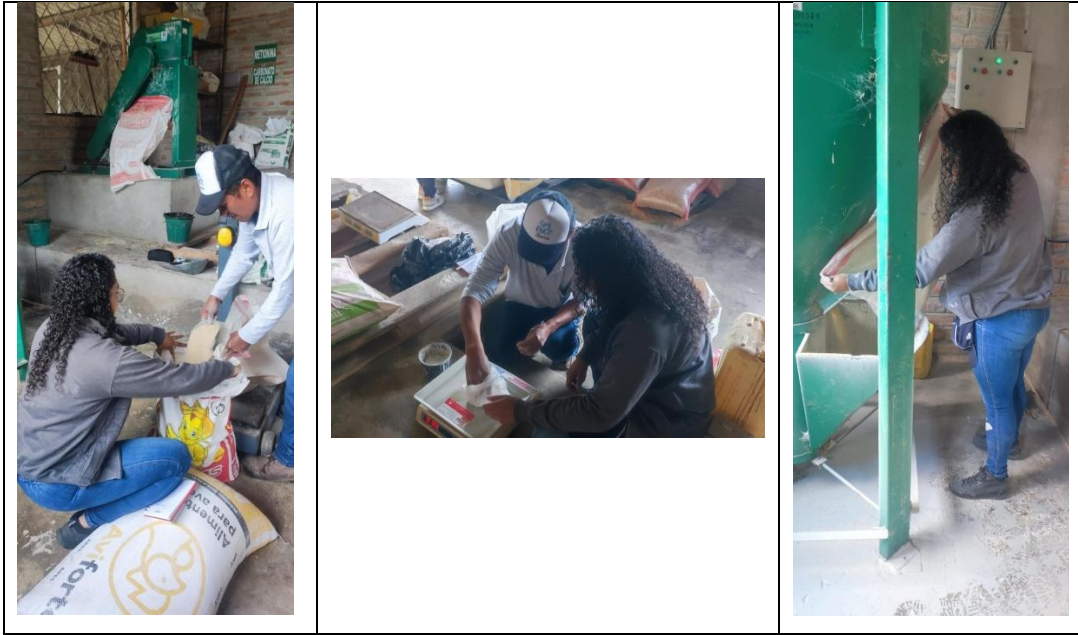
*Anexo 5. Limpieza de galpón y construcción de jaulas*



*Anexo 6. Elaboración de la harina de Flor de Caléndula (*Caléndula officinalis*)*



*Anexo 7. Elaboración de la harina de Pimentón (*Capsicum annuum*)*



*Anexo 8. Elaboración de la Dieta base.*



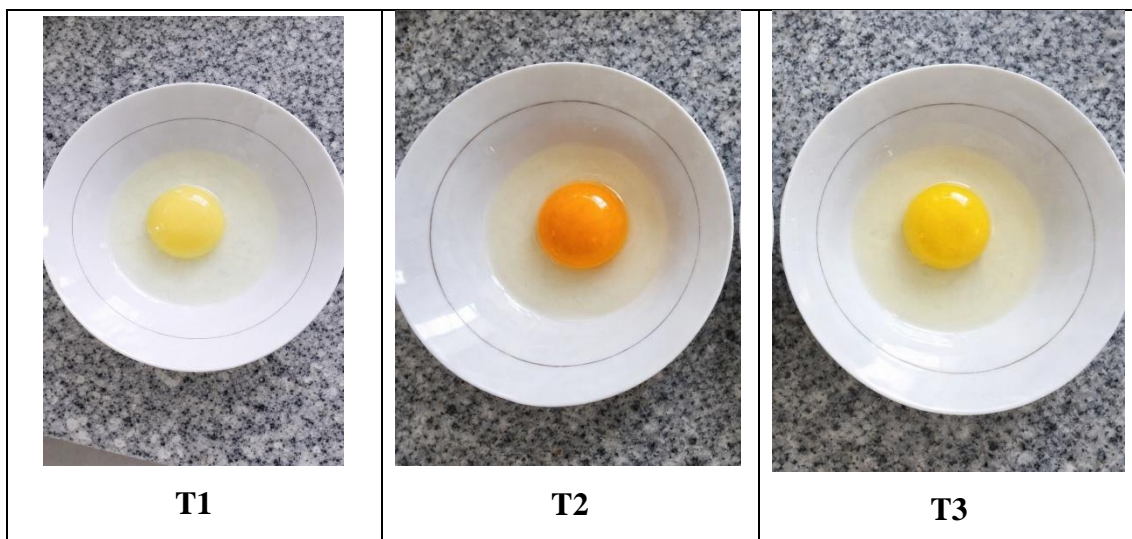
*Anexo 9. Alojamiento de las gallinas.*



*Anexo 10. Peso de alimento para cada tratamiento.*



*Anexo 11. Toma de datos de pigmentación.*



*Anexo 12. Pigmentación de los tratamientos*