



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**EFFECTO DE PIGMENTANTES NATURALES A BASE DE
Beta vulgaris Y *Capsicum annum* EN LA COLORACIÓN DEL
VITELO Y RENDIMIENTO DE CODORNICES**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Bruno Alejandro Santiana Rosales

LA LIBERTAD, AGOSTO 2026



UPSE

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**EFFECTO DE PIGMENTANTES NATURALES A BASE DE
Beta vulgaris Y *Capsicum annum* EN LA COLORACIÓN DEL
VITELO Y RENDIMIENTO DE CODORNICES**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Bruno Alejandro Santiana Rosales

Tutor: MVZ. Freddy Olmedo Alcocer Quishpe, Mgtr.

LA LIBERTAD, AGOSTO 2026

TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **BRUNO ALEJANDRO SANTIANA ROSALES** como requisito parcial para la obtención del grado de Ingeniero Agropecuario de la Carrera de Agropecuaria.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 12/08/2026



Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
**VERONICA CRISTINA
ANDRADE YUCAILLA**

Ing. Verónica Cristina Andrade
Yucailla, Ph.D.
**DIRECTORA DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
**JOFFRE JAVIER
MASAQUIZA ARAGON**

MVZ. Joffre Javier Masaquiza Aragón,
Mgtr.
**PROFESOR ESPECIALISTA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
**FREDDY OLMEDO
ALCOCER QUISHPE**

MVZ. Freddy Olmedo Alcocer
Quishpe, Mgtr.
**PROFESOR TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
**NADIA ROSAURA
QUEVEDO PINOS**

Ing. Nadia Rosaura Quevedo Pinos,
Ph.D.
**PROFESORA GUÍA DE LA UIC
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Ing. Wladimir Perero Vera, Mgtr.
**ASISTENTE ADMINISTRATIVO
SECRETARIO**

AGRADECIMIENTOS

Quiero tomarme un momento para agradecer a todas las personas que hicieron posible este proyecto de integración curricular.

MI gratitud infinita a Dios, fuente inagotable de sabiduría, por otorgarme la vida, la salud y la fortaleza necesaria para convertir cada desafío en una oportunidad de aprendizaje y llegar a este momento con la convicción de haber dado lo mejor de mí.

A mi tutor, mi profunda admiración y agradecimiento. Su liderazgo, visión y mentoría constante fueron al eje fundamental para la implementación exitosa de este proyecto. Gracias por su paciencia y por guiarme con la rigurosidad que el conocimiento exige. Asimismo, extendiendo mi gratitud al Centro de Apoyo Río Verde, por haberme brindado la acogida necesaria para llevar a cabo esta investigación

A mis pilares fundamentales madre y padre. Gracias por creer en mí incluso en los momentos de mayor incertidumbre, por su sacrificio incondicional y por ser la brújula que ha orientado mi información desde el primer día. Su amor es de raíz de este logro.

Un reconocimiento especial a mis compañeros de ruta Moisés Balón por la ardua labor en la recopilación de datos, pieza clave para que este proyecto sea una realidad y como también a mi otro compañero Ariel Rodríguez quienes desde el inicio de esta aventura académica han sido el soporte, creciente a mi lado en este camino de aprendizaje mutuo.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena, gracias por ser el escenario donde forjé las técnicas y aprendí los valores que pongo a servicio la profesión.

Este trabajo no es solo un documento final, es el eco del amor, el esfuerzo y el sacrificio de todos ustedes. Gracias de corazón por haber sido el motor que impulso mi perseverancia hasta la meta final.

Bruno Alejandro Santiana Rosales

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de Titulación a mis padres, Klever Santiana Bazán y Mercy Rosales Tomala, a lo largo de mi vida y educación, ustedes han sido mi guía, mi apoyo incondicional y mi mayor inspiración.

Este trabajo de titulación no es solo un logro personal, sino también un reflejo del amor, sacrificio y dedicación. Cada paso que he dado en este camino ha sido posible gracias a su constante aliento, su confianza en mí y su sacrificio silencioso. Vuestras palabras de ánimo y vuestra presencia han sido mi fortaleza en los momentos de desafío y duda.

Bruno Alejandro Santiana Rosales

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo general determinar la influencia de la suplementación dietética con harinas de *Beta vulgaris* y *Capsicum annuum* sobre la intensidad de color del vitelo y los indicadores de rendimiento productivo en codornices de postura, el estudio se realizó en el Centro de Apoyo Río Verde, en la provincia de Santa Elena con el propósito de evaluar la inclusión dietética de harinas de remolacha (*Beta vulgaris*) y pimienta roja (*Capsicum annuum*) en 250 codornices japónicas distribuidas en cinco tratamientos: T0 (control), T1 (2.5% remolacha), T2 (5% remolacha), T3 (2.5% pimienta) y T4 (5% pimienta), bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA). Los resultados evidenciaron que el tratamiento T4 correspondiente a la harina de (*Capsicum annuum*) presentó el mejor comportamiento productivo al registrar el mayor peso final con 116.73 g y el índice de conversión alimenticia más eficiente (2.36), además alcanzó la mayor producción con 7.14 huevos diarios, equivalente a un total de 7 huevos diarios y 49 semanales, y una masa total de 613.00 g. Aunque la mayoría de las características morfológicas externas del huevo no presentaron diferencias importantes entre tratamientos, la calidad interna sí mostró mejoras significativas en el T4, destacando la altura de la yema (9.65 mm), la altura de albúmina (5.49 mm) y las unidades Haugh (94.58). Del mismo modo, este tratamiento obtuvo la mayor pigmentación del vitelo, con una puntuación de 7.90 en la escala colorimétrica de Roche, superando al grupo control. Finalmente, la evaluación económica validó la rentabilidad de todas las dietas al superar el umbral de 1.00 en la relación beneficio/costo, consolidando nuevamente al T4 como la alternativa más viable financieramente con un índice de 1.29 e ingresos de 272.80 USD, lo que demuestra que el uso de estos pigmentantes naturales es una estrategia sustentable y metabólicamente eficaz para la avicultura local.

Palabras claves: Calidad interna del huevo, Conversión alimenticia, Relación beneficio/costo.

ABSTRACT

The general objective of this research was to determine the influence of dietary supplementation with *Beta vulgaris* and *Capsicum annuum* meals on yolk color intensity and productive performance indicators in laying quails. The study was conducted at the Río Verde Support Center in Santa Elena province to evaluate the dietary inclusion of beetroot (*Beta vulgaris*) and red pepper (*Capsicum annuum*) meals in 250 Japanese quails distributed across five treatments: T0 (control), T1 (2.5% beetroot), T2 (5% beetroot), T3 (2.5% pepper), and T4 (5% pepper), using a Completely Randomized Design (CRD). The results showed that treatment T4 (*Capsicum annuum*) exhibited the best productive performance, recording the highest final weight (116.73 g) and the most efficient feed conversion ratio (2.36); it also achieved the highest production, with 7.14 eggs per day equivalent to 7 daily and 49 weekly eggs and a total egg mass of 613.00 g. Although most external morphological egg characteristics showed no significant differences between treatments, internal quality improved significantly in T4, specifically regarding yolk height (9.65 mm), albumin height (5.49 mm), and Haugh units (94.58). Likewise, this treatment yielded the highest yolk pigmentation, with a score of 7.90 on the Roche colorimetric scale, surpassing the control group. Finally, the economic evaluation confirmed the profitability of all diets, as they exceeded the 1.00 threshold for the benefit-cost ratio; T4 once again emerged as the most financially viable alternative, with a ratio of 1.29 and revenue of 272.80 USD, demonstrating that the use of these natural pigments is a sustainable and metabolically effective strategy for local poultry farming.

Keywords: Internal egg quality, Feed conversion ratio, Benefit/cost ratio.

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

El presente Trabajo de Integración Curricular titulado “**EFECTO DE PIGMENTANTES NATURALES A BASE DE *Beta vulgaris* Y *Capsicum annuum* EN LA COLORACIÓN DEL VITELO Y RENDIMIENTO DE CODORNICES**” y elaborado por **BRUNO ALEJANDRO SANTIANA ROSALES**, declara que la concepción, análisis y resultados son originales y aportan a la actividad científica educativa agropecuaria.

Transferencia de derechos autorales.

"El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena".



Firma del estudiante

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
Problema Científico	2
Objetivos.....	2
Objetivo General.....	2
Objetivos Específicos	2
Hipótesis	2
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
1.1 Cotornicultura	3
1.2 Origen de la codorniz	3
1.2.1 Clasificación Taxonómica	3
1.2.2 Características de la codorniz	3
1.2.3 Principales líneas de codornices	4
1.3 Ventajas de la producción de codornices	4
1.3.1 Sistema de Alimentación de codornices	4
1.3.2 Alimentación de codornices.....	5
1.4 Anatomía de codornices	5
1.4.1 Sistema digestivo	5
1.4.2 Sistema circulatorio	6
1.4.3 Extremidades	7
1.4.4 Sistema Respiratorio	7
1.5 Sistemas de producción	8
1.5.1 Crianza en pisos	8
1.5.2 Semi-intensivos o en jaulas colectivas.....	8
1.5.3 Manejo de ponedoras	8
1.5.4 Requerimientos nutricionales de las codornices ponedoras.....	9
1.5.5 Producción de huevos en codornices de postura	9
1.5.6 Bienestar animal en codornices de postura	9
1.6 Conformación del huevo de codorniz	10
1.6.1 Características del huevo	10
1.6.2 Calidad interna y externa del huevo de codorniz.....	10
1.6.3 Factores que influyen en la coloración del vitelo	11
1.6.4 Composición nutricional del huevo de codorniz	11
1.7 Pigmentantes	12
1.7.1 Pigmentación natural en la producción avícola	12
1.7.2 Carotenoides y xantofilas en la alimentación de aves	12
1.7.3 Betalaínas presentes en Beta vulgaris	12
1.7.4 Capsantina y capsorrubina presentes en Capsicum annum.....	13
1.7.5 Harina de remolacha	13
1.7.6 Harina de pimienta.....	14
1.8 Abanico colorimétrico: escala de roche	14
1.9 Importancia económica de los pigmentantes naturales	15
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
2.1 Caracterización del área de estudio	16
2.2 Materiales, equipos e insumos	16
2.2.1 Materiales.....	16
2.2.2 Material biológico.....	17
2.2.3 Material de campo	17

2.2.4	Insumos	17
2.3	Tipo de investigación	17
2.4	Diseño de investigación	17
2.4.1	Diseño experimental	18
2.5	Manejo del experimento.....	18
2.5.1	Duración del ensayo.....	18
2.5.2	Proceso de desinfección del galpón	18
2.5.3	Preparación de jaulas	18
2.5.4	Manejo de alimentación.....	19
2.5.5	Obtención de harina de remolacha y pimiento rojo	19
2.6	Parámetros evaluados	19
2.6.1	Peso inicial (g)	19
2.6.2	Peso semanal (g)	19
2.6.3	Peso final (g).....	20
2.6.4	Ganancia de peso (g).....	20
2.6.5	Consumo de alimento (g).....	20
2.6.6	Conversión alimenticia	20
2.7	Variables de rendimiento en la producción de huevos de codornices	21
2.7.1	Número de huevos diarios	21
2.7.2	Número de huevos semanal	21
2.7.3	Promedio de Peso de huevos (g).....	21
2.7.4	Huevos limpios	21
2.7.5	Huevos trizados.....	21
2.7.6	Masa de huevo (g).....	22
2.8	Estudio de las características de los huevos de codorniz	22
2.8.1	Peso de huevo (g).....	22
2.8.2	Anchura del huevo (mm)	22
2.8.3	Largo del huevo (mm)	22
2.8.4	Weight cáscara (g)	22
2.8.5	Grosor de cáscara (mm).....	22
2.8.6	Altura de yema (mm).....	23
2.8.7	Altura de Albúmina (mm).....	23
2.8.8	Ancho de yema (mm)	23
2.8.9	Ancho de albúmina (mm)	23
2.8.10	Color de yema	23
2.8.11	Índice de yema	24
2.8.12	Índice de albúmina.....	24
2.8.13	Unidades Haugh.....	24
2.9	Análisis estadístico de los resultados.....	24
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		25
3.1	Comportamiento productivo de las codornices en fase de crecimiento.....	25
3.1.1	Peso inicial (g)	25
3.1.2	Peso final en fase de crecimiento (g)	26
3.1.3	Ganancia de peso (g).....	27
3.1.4	Conversión alimenticia	28
3.1.5	Consumo del Alimento	29
3.2	Análisis del rendimiento en la producción de huevos de codornices	30
3.2.1	Número de huevos diarios	30
3.2.2	Número de huevos semanales	31

3.2.3	Número de huevos limpios	32
3.2.4	Número de huevos trizados.....	33
3.2.5	Peso de huevos.....	33
3.2.6	Masa de huevos.....	34
3.3	Estudio de las características de los huevos de codorniz	36
3.3.1	Peso de huevo (g).....	37
3.3.2	Ancho de huevos (mm).....	37
3.3.3	Alto de huevos (mm)	38
3.3.4	Peso de cáscara (g).....	39
3.3.5	Grosor de cáscara (mm).....	40
3.3.6	Altura de yemas (mm)	40
3.3.7	Ancho de yema (mm)	41
3.3.8	Altura de albumina (mm).....	42
3.3.9	Ancho de albumina (mm)	43
3.3.10	Color de yema	43
3.3.11	Índice de forma	44
3.3.12	Índice de yema	45
3.3.13	Índice de cáscara	46
3.3.14	Unidades Haugh.....	47
3.4	Evaluación de la relación beneficio/costo	48
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	50
	Conclusiones.....	50
	Recomendaciones.....	51
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
	ANEXOS	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la codorniz.....	3
Tabla 2. Esquema del diseño experimental	18
Tabla 3. Tonalidad de yemas y su escala de valores según su nivel en la escala de roche	23
Tabla 4. Comportamiento productivo de codornices en etapa de crecimiento con diferentes niveles de harina de remolacha y pimienta	25
Tabla 5. Análisis del rendimiento en la producción de huevos de codornices	30
Tabla 6. Características de huevos de codorniz.....	36
Tabla 7. Cálculo de beneficio / costo por tratamiento	48
Tabla 8. Estructura de costos de producción e ingresos en codornices alimentadas con dietas basadas en pigmentantes naturales (Beta vulgaris y Capsicum annuum)	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Harina de remolacha	13
Figura 2. Harina de pimienta.....	14
Figura 3. Escala de Roche	14
Figura 4. Ubicación geográfica del experimento	16
Figura 5. Peso final en la etapa de crecimiento de las codornices con diferentes porcentajes de harina de remolacha y pimienta.....	26
Figura 6. Ganancia de peso en la etapa de crecimiento de las codornices con diferentes porcentajes de harina de remolacha y pimienta.....	27
Figura 7. Conversión alimenticia en la etapa de crecimiento de las codornices con diferentes porcentajes de harina de remolacha y pimienta.....	28
Figura 8. Consumo de alimento en la etapa de crecimiento de las codornices con diferentes porcentajes de harina de remolacha y pimienta.....	29
Figura 9. Número de huevos diarios de codornices recolectados de cada uno de los tratamientos	31
Figura 10. Número de huevos por semana recolectados de cada uno de los tratamientos.	32
Figura 11. Número de huevos limpios por semana de cada uno de los tratamientos.....	32
Figura 12. Numero de huevos trizados por semana de cada uno de los tratamientos	33
Figura 13. Peso de huevos de codorniz	34
Figura 14. Masa total de huevo en gramos.....	35
Figura 15. Peso de huevos de codornices.....	37
Figura 16. Ancho de huevos de codornices.....	38
Figura 17. Alto de huevos de codornices	39
Figura 18. Peso de cascara de huevos de codornices	39
Figura 19. Grosor de cascara de huevos de codornices.....	40
Figura 20. Alto de yema de huevos de codornices.....	41
Figura 21. Ancho de yema de huevos de codornices	42
Figura 22. Altura de albumina de huevos de codornices.....	43
Figura 23. Ancho de albumina de huevos de codornices	43
Figura 24. Color de yema de huevos de codornices.....	44
Figura 25. Índice de forma de huevos de codornices	45
Figura 26. Índice de yemas de huevos de codornices	46
Figura 27. Índice de cascara de huevos de codornices	47

ÍNDICE DE ANEXOS

Figura 1A. Instalación de Comederos y bebederos.

Figura 2A. Adición de Harina de remolacha (*Beta Vulgaris*) y Pimiento rojo (*Capsicum annuum*) al balanceado para la alimentación.

Figura 3A. Peso inicial y peso de final de codornices expresado en gramos.

Figura 4A. Recolección y conteo diario de huevos.

Figura 5A. Provisión de alimento y agua a los animales.

Figura 6A. Peso de huevo y peso de la cáscara.

Figura 7A. Largo y ancho de huevo.

Figura 8A. Coloración de yemas en diferentes niveles de adición de harina de remolacha y pimiento rojo.

INTRODUCCIÓN

La cotornicultura es una actividad perteneciente a la avicultura que comprende la crianza, mejora y promoción de las codornices, su importancia radica principalmente en aprovechar los diversos productos que estas aves ofrecen, como huevos, carne, codornaza, entre otros (Lobato *et al.*, 2025). La producción de carne de codorniz se concentra en ciertos países de Europa, como España y Francia, así como en Estados Unidos; en cuanto a los huevos, su producción se da mayormente en Asia, especialmente en China y Japón, y más recientemente también en Brasil, afirman Carvalho *et al.* (2022).

Recientemente, en Ecuador se ha observado un creciente aumento en la producción de huevos de codorniz, no solo es rentable, sino también bastante atractiva (Depieri *et al.*, 2026). Este crecimiento se debe al notable incremento tanto en la producción de huevos como en la carne, mencionan Sabry *et al.* (2022).

La remolacha (*Beta vulgaris*) es considerada una hortaliza de raíz que destaca por su alto contenido de nutrientes como fibra, folatos, potasio, hierro y compuestos antioxidantes (Yeager, 2026). Su inclusión en la dieta puede favorecer la salud cardiovascular, el rendimiento físico y las funciones del hígado y sistema digestivo (Luna, 2016).

El pimiento rojo (*Capsicum annuum*) se describe como un vegetal procedente de América, muy apreciado por su riqueza nutricional y su uso diverso en la gastronomía, resalta por ser bajo en calorías y contener una alta proporción de agua, además de aportar cantidades importantes de vitamina C, A, E, ácido fólico, potasio y fibra, según Valentim *et al.* (2020). Gracias a estos compuestos, posee efectos antioxidantes, antiinflamatorios y depurativos que favorecen el sistema inmunológico, la salud digestiva, la visión y el control de la presión arterial, concluye Pocoví (2024).

Este trabajo de investigación se centra en analizar y evaluar como la harina de remolacha (*Beta vulgaris*) y la harina de pimiento rojo (*Capsicum annuum*) pueden actuar como pigmentantes naturales en los huevos de codorniz. Además, buscamos determinar su eficacia, su impacto en la salud y la calidad nutricional, así como también explorar posibles aplicaciones para la industria avícola.

Problema Científico

¿De qué manera la inclusión de diferentes niveles de harina de remolacha (*Beta vulgaris*) y harina de pimienta (*Capsicum annuum*) como pigmentantes naturales influye en la intensidad colorimétrica del vitelo y en los parámetros de rendimiento productivo de huevos en codornices (*Coturnix japonica*)?

Objetivos

Objetivo General

- ❖ Determinar la influencia de la suplementación dietética con harinas de *Beta vulgaris* y *Capsicum annuum* sobre la intensidad colorimétrica del vitelo y los indicadores de rendimiento productivo en codornices de postura.

Objetivos Específicos

- Evaluar la intensidad de la pigmentación del vitelo mediante la escala colorimétrica de Roche en huevos de codornices (*Coturnix japonica*) alimentadas con diferentes niveles de inclusión de harina de remolacha (*Beta vulgaris*) y pimienta (*Capsicum annuum*).
- Identificar los indicadores de rendimiento productivo, tales como el consumo de alimento, ganancia de peso, persistencia de la postura y conversión alimenticia en codornices (*Coturnix japonica*) alimentadas con diferentes niveles de inclusión de harina de remolacha (*Beta vulgaris*) y pimienta (*Capsicum annuum*).
- Realizar un análisis de costo-beneficio de la utilización de harina de remolacha (*Beta vulgaris*) y pimienta (*Capsicum annuum*) como pigmentantes naturales en comparación con las dietas convencionales, determinando la viabilidad económica.

Hipótesis

La adición de harina de remolacha y harina de pimienta en la dieta de codornices aumentará significativamente la pigmentación del vitelo de los huevos, proporcionando un color más intenso.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Cotornicultura

En los últimos diez años, la crianza de codornices con fines comerciales ha tomado un mayor impulso en nuestro país, ya que se ha transformado en una opción agrícola muy prometedora gracias a su carne deliciosa y su notable valor nutricional; con el pasar del tiempo han surgido numerosas granjas de codornices, dedicándose a la producción de razas especializadas tanto para carne como para huevos (Goswami *et al.*, 2022).

1.2 Origen de la codorniz

La codorniz tiene su origen en Japón y China, domesticada por la dinastía japonesa hacia el año 600 DC, la domesticación ha sido posible principalmente por el hermoso canto de los machos de la especie a lo largo de la historia, la codorniz siempre ha sido caza, pues en la antigua Grecia se caza para la obtención de su apreciada carne, las primeras granjas productivas de huevo se introdujeron en América y Europa (Dey *et al.*, 2024).

1.2.1 Clasificación Taxonómica

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la codorniz.

Reino	Animal
Clase	Aves
Orden	Qalliniforme
Subfamilia	Eurasania
Familia	Phasianidae
Tribu	Coturnicini
Genero	Coturnix
Especie	Coturnix coturnix japónica

Fuente: Ordoñez (2024).

1.2.2 Características de la codorniz

La codorniz japonesa, tiende a tener 20 cm de largo y presenta una buena disposición, es, a veces, un sujeto en laboratorios, ya que se reproduce fácil y rápidamente en cautividad; la codorniz que se crío ampliamente en ciertas áreas se ha

vuelto aún más escasa en algunas áreas de su rango anteriormente estacional, su canto es un conjunto armónico dentro de un óvalo formado por los límites de la cabeza y la cola, la codorniz forma un tono prácticamente puro, mencionan Puigcerver *et al.* (2021).

1.2.3 Principales líneas de codornices

Según González (2018), la crianza de codornices se centra en diversas líneas principales que son fundamentales en la cotornicultura, estas líneas ayudan a entender cómo se desarrollan las aves en la crianza, las principales son:

- Coturnix coturnix coturnix
- Coturnix coturnix japónica
- Coturnix coturnix faraona
- Codorniz Bob White (*Colinus virginianus*)

1.3 Ventajas de la producción de codornices

Para Doss (2024), las codornices se crían principalmente a través del consumo de sus huevos, y este tipo de explotación ofrece grandes ventajas significativas:

- No necesitan grandes espacios.
- Requieren poco esfuerzo en mano de obra.
- Pueden ser gestionadas como empresas familiares o comerciales.
- Poseen un alto rendimiento, son resistentes, maduran rápidamente y crecen con agilidad, lo que las convierte en una fuente de proteína animal de fácil acceso y rápido retorno.
- El valor comercial de las hembras ponedoras, junto con el bajo valor de los machos, permite su consumo dentro de la misma unidad de producción.
- También pueden ser utilizadas para investigaciones desde una perspectiva genética y productiva.
- Comienzan a poner huevos antes de cumplir las 6 semanas de edad.

1.3.1 Sistema de Alimentación de codornices

Los programas de alimentación para las codornices deben centrarse en satisfacer sus necesidades nutricionales en cada fase de su desarrollo, tanto desde el punto de vista biológico como económico, la etapa de crianza abarca desde el nacimiento hasta los 21 días

de edad, donde se les proporciona calor y cuidados especiales para asegurar un buen crecimiento, después, pasamos a la etapa de recría o crecimiento, que va de los 22 a los 44 días, momento en el que se prepara a las hembras para su ciclo de postura (Cumpa, 2021).

A los 21 días, se puede realizar el sexado de las aves: los machos presentan un plumaje castaño en el pecho, mientras que las hembras tienen un plumaje crema y jaspeado; en el caso de los machos, el propósito de su alimentación está dirigido al engorde para la producción de carne, por lo general, las codornices se crían en el suelo, y entre los 21 y 28 días de edad, las hembras se trasladan a jaulas o baterías, mientras que los machos permanecen en el suelo hasta que finalizan su periodo de engorde (Cumpa, 2021).

1.3.2 Alimentación de codornices

Para Cumpa (2021), las codornices son aves que se alimentan sobre todo de granos, esto implica que sus picos son cortos y están diseñados para disfrutar de una mezcla equilibrada de trigo y maíz. La suplementación de la dieta con diferentes ingredientes nutricionales puede llegar a mejorar los parámetros productivos y la calidad del huevo, agrega Preciado (2025).

1.4 Anatomía de codornices

Según Wilkinson *et al.* (2018), desde una perspectiva fisiológica, la codorniz presenta una estructura anatómica que se puede describir como un conjunto armonioso, delimitado por una elipse, cuyos seis extremos van desde la cabeza hasta la cola; gracias a sus características, el ave está adaptada para ser tanto terrestre como voladora, destacándose por tener alas y plumas robustas que le ayudan a realizar vuelos rápidos y despegues veloces, especialmente cuando se sienten amenazadas.

1.4.1 Sistema digestivo

Para Wilkinson *et al.* (2018), el sistema digestivo de las codornices (*Coturnix japonica*) comúnmente usada en cotornicultura, está adaptado para procesar alimentos de origen vegetal y animal con alta eficiencia, permitiendo un crecimiento inmediato y una buena conversión alimenticia.

1. Boca y pico

- No tienen dientes, el alimento es tomado con el pico y tragado entero.

- La saliva ayuda a lubricar el alimento, pero no tiene enzimas digestivas importantes.

2. **Esófago y buche**

- El esófago lleva el alimento desde la boca hacia el estómago.
- El buche es denominado una expansión del esófago donde el alimento se almacena y humedece temporalmente.

3. **Proventrículo (estómago glandular)**

- Considerado el primer compartimento del estómago.
- Secreta ácido clorhídrico y enzimas digestivas (como pepsina) para empezar la digestión de las proteínas.

4. **Molleja (gizzard o ventrículo)**

- Se atribuye como un órgano muscular muy fuerte que tritura el alimento con la ayuda de pequeñas piedras ingeridas.
- Compensa la falta de dientes y realiza la digestión mecánica.

5. **Intestino delgado (duodeno, yeyuno, íleon)**

- Duodeno: recibe jugos digestivos del hígado (bilis) y páncreas (enzimas).
- Yeyuno e íleon: encargados de absorber los nutrientes ya digeridos como proteínas, grasas, vitaminas y minerales.

6. **Ciegos (cecos)**

- Son dos bolsas a los lados del intestino grueso.
- Participan en la fermentación bacteriana de materiales vegetales y contribuyen a absorber agua y algunos nutrientes.

7. **Intestino grueso y cloaca**

- Reabsorbe agua y forma las heces.
- La cloaca se considera una cavidad común para los sistemas digestivo, urinario y reproductor, y por allí se expulsa todo al exterior.

1.4.2 Sistema circulatorio

Las aves realizan su proceso respiratorio mediante los pulmones, presentando un sistema de respiración aéreo considerado como el más eficiente hasta la fecha, su forma y funcionamiento difieren de los mamíferos y reptiles, los pulmones de las aves son estructuras semirrígidas adheridas a las costillas, afirma Rodríguez (2022).

1.4.3 Extremidades

Según Salazar (2022), las codornices presentan las siguientes extremidades:

Cabeza

La cabeza de la hembra presenta una estructura esbelta y estilizada, caracterizada por una notable movilidad sobre el cuello, carece de cualquier tipo de formación cutánea y se distingue por la presencia de dos líneas amarillas que culminan en la base del pico, en los costados se ubican los ojos, estos exhiben un tono café oscuro con pupila negra, junto con unos párpados robustos y una membrana nictitante bien desarrollada.

Tronco

Su cuerpo es redondo y fuerte, con una superficie media amplia y un pecho amplio y profundo, contiene grandes músculos cercanos al esternón, las costillas son curvas y carnosas, la rabadilla está muy desarrollada, dando paso a la cloaca protegidos por plumas, los machos están menos desarrollados que las hembras.

Patas y alas

Presentan alas cortas y puntiagudas que les permiten realizar vuelos rápidos y de corta distancia, lo que les resulta muy útil cuando necesitan escapar de amenazas, aunque no están hechas para volar durante mucho tiempo; sus patas son cortas y robustas, adaptadas para moverse por tierra, lo que les permite correr con agilidad y escarbar en el suelo en busca de comida, cada pata tiene cuatro dedos: tres hacia adelante y uno hacia atrás, con un metatarso corto que les ayuda a mantener una postura cercana al suelo.

1.4.4 Sistema Respiratorio

Rodríguez (2022) manifiesta que las aves respiran por medio de pulmones, su sistema de respiración aéreo es el más efectivo que se conoce, la forma y el funcionamiento es distinto al de los mamíferos y reptiles, sus pulmones son estructuras semirrígidas que están pegadas a la costilla, a partir de las cuales derivan varias bolsas delgadas en forma de globos llamados sacos aéreos.

El sistema respiratorio de las codornices está constituido por:

- **Fosas nasales:** las aves presentan dos aberturas externas situadas en la base del pico, sus fosas nasales se encuentran protegidas con finas plumas que actúan de filtro ante el ingreso de partículas extrañas.

- **Laringe:** comunica el paladar duro y las fosas nasales con la tráquea, su principal función es la conducción de aire.
- **Tráquea:** considerada un conducto paralelo al esófago que comunica la laringe con ambos pulmones.

1.5 Sistemas de producción

1.5.1 *Crianza en pisos*

Este sistema permite mostrar más comportamientos naturales, como escarbar y darse baños de polvo, lo que realmente mejora el bienestar de las aves, sin embargo, este método puede ser menos eficiente en términos de producción, y a menudo se observa mayor agresividad y un retraso en la madurez sexual cuando la densidad es alta, además, es posible que los huevos sean más livianos y que la productividad sea inferior en comparación con otros sistemas de producción (Jansson *et al.*, 2025).

1.5.2 *Semi-intensivos o en jaulas colectivas*

Los sistemas semi-intensivos o de jaulas colectivas, resaltan como una excelente alternativa para mejorar la recolección de huevos y aprovechar mejor el espacio, lo que beneficia la producción en condiciones controladas; si bien es cierto que estos sistemas pueden limitar algunos comportamientos naturales debido al espacio reducido y la falta de enriquecimiento, también permiten que las aves empiecen a poner huevos mucho más rápido, logrando así una conversión alimenticia más eficiente y una calidad de huevo que supera a la del sistema en piso, concluyen Hossain *et al.* (2024).

1.5.3 *Manejo de ponedoras*

El cuidado adecuado de las ponedoras implica ofrecerles dietas equilibradas, asegurar una buena ventilación, controlar la iluminación y añadir suplementos naturales como probióticos, prebióticos y fitogénicos, estos elementos son vitales para mejorar la salud intestinal, fortalecer el sistema inmunológico y disminuir la mortalidad; las codornices que se alimentan con dietas comerciales en jaulas tienden a tener una mejor postura, así como una calidad superior en sus huevos (incluyendo la cáscara, la yema y el albumen) y una mayor eficiencia alimentaria (Oke *et al.*, 2025).

1.5.4 *Requerimientos nutricionales de las codornices ponedoras*

Las codornices japonesas (*Coturnix japonica*) requieren una alimentación balanceada que satisfaga sus necesidades nutricionales para así garantizar una adecuada producción de huevos y mantener su estado de salud, durante la etapa de postura las aves demandan niveles elevados de proteína, energía metabolizable, aminoácidos esenciales, vitaminas y minerales, especialmente calcio y fósforo, debido a su participación en la formación de la cáscara y el desarrollo del huevo, según Oke *et al.* (2025).

Una deficiencia nutricional puede provocar una disminución en la postura, reducción del peso del huevo y alteraciones en la calidad de la cáscara, asimismo, el suministro adecuado de antioxidantes y compuestos bioactivos favorece la respuesta inmunológica y reduce el estrés oxidativo, concluyen Oke *et al.* (2025).

1.5.5 *Producción de huevos en codornices de postura*

La codorniz japonesa es una de las especies avícolas más eficientes en la producción de huevos debido a su rápido crecimiento, precocidad sexual y elevada capacidad de postura, generalmente la producción empieza entre las seis y ocho semanas de edad, alcanzando porcentajes de postura superiores al 80 % bajo condiciones adecuadas de manejo; una codorniz puede producir entre 250 y 300 huevos por año, dependiendo de factores como genética, alimentación, sanidad, iluminación y ambiente, la productividad también puede verse afectada por condiciones de estrés, altas densidades poblacionales o deficiencias nutricionales, mencionan Oke *et al.* (2025).

En los últimos años, diversas investigaciones han evaluado el uso de aditivos naturales y pigmentantes vegetales en la alimentación de codornices, obteniendo resultados favorables sobre la persistencia de postura, calidad del huevo y aceptación comercial del producto sin afectar negativamente el rendimiento productivo, agregan Oke *et al.* (2025).

1.5.6 *Bienestar animal en codornices de postura*

El bienestar animal comprende un componente esencial en los sistemas modernos de producción avícola, debido a su influencia sobre la productividad y la calidad de los productos obtenidos, en codornices de postura, factores como la densidad de alojamiento,

disponibilidad de agua y alimento, calidad del aire, ventilación, iluminación y manejo sanitario repercuten directamente sobre el comportamiento y desempeño de las aves; cuando las condiciones de bienestar son adecuadas, pueden llegar a presentar menores niveles de estrés, mejor conversión alimenticia y una mayor producción de huevos (Jansson *et al.*, 2025).

Por el contrario, situaciones de hacinamiento o manejo inadecuado pueden provocar agresividad, picaje, disminución de la postura y aumento de la mortalidad, estudios recientes señalan que la implementación de sistemas de alojamiento mejorados y el uso de enriquecimiento ambiental contribuyen al bienestar de las aves y ayuda a optimizar los parámetros productivos y reproductivos (Jansson *et al.*, 2025).

1.6 Conformación del huevo de codorniz

1.6.1 Características del huevo

- **Carne magra y proteica:** sin carbohidratos y con un alto contenido en proteína (~25 g por 100 g), fundamental para dietas de tonificación o control de peso (NICASIO, 2021).
- **Bajo contenido graso:** grasa mínima, con proteínas de alto valor biológico, todos los aminoácidos esenciales, afirma Escalante (2019).
- **Huevos muy nutritivos:** cada huevo aporta solo ~14 kcal, pero ofrece vitaminas B12, riboflavina, colina, selenio, hierro y zinc, favoreciendo el sistema nervioso, inmunitario y la producción de glóbulos rojos, son además ricos en antioxidantes que protegen la vista y la piel (Umar *et al.*, 2015).

1.6.2 Calidad interna y externa del huevo de codorniz

La calidad del huevo de codornices comprende uno de los principales indicadores para evaluar el desempeño productivo de las aves, ya que determina su aceptación comercial y el valor nutricional del producto la calidad externa, presentan características como el peso, longitud, anchura, grosor, y resistencia de cáscara, mientras que la calidad interna incluye la altura de la yema altura del albúmina índice de yema índice de albúmina y las unidades de Haugh, parámetros utilizados para determinar la frescura y calidad del huevo, estos

indicadores permiten evaluar el efecto de la alimentación sobre la calidad física del huevo en codornices japonesas (Wengerska *et al.*, 2022).

1.6.3 Factores que influyen en la coloración del vitelo

La coloración del vitelo en los huevos de codornices depende principalmente del contenido y la disponibilidad de carotenoides presentes en la dieta, debido a que estas aves no pueden sintetizar estos pigmentos y a su vez depende totalmente de su soporte alimenticio, la intensidad del color está influenciada por la fuente del pigmentante, el nivel de inclusión en la ración, la biodisponibilidad de los carotenoides, el consumo de alimento y la eficiencia con la que estos compuestos son absorbidos y depositados en la yema; Reda *et al.* (2022) demostraron en codornices japoneses que la inclusión de ingredientes ricos en carotenoide incrementó la deposición de estos pigmentos en la yema y mejoró significativamente su coloración sin afectar el desempeño productivo de las aves.

Entre los factores que influyen en la intensidad de coloración se encuentran:

- Tipo de pigmentante suministrado.
- Nivel de inclusión en la dieta.
- Biodisponibilidad de los carotenoides.
- Edad de las aves.
- Estado sanitario.
- Composición nutricional del alimento.

1.6.4 Composición nutricional del huevo de codorniz

El huevo de codorniz es considerado un alimento de elevado valor nutricional debido a su importante contenido de proteínas de alta calidad biológica, vitaminas, minerales y compuestos antioxidantes; entre los nutrientes más destacados se encuentran las vitaminas A, D, E y del complejo B, además de minerales como hierro, fósforo, zinc y selenio, la yema constituye la principal reserva de lípidos, vitaminas liposolubles y pigmentos carotenoides, mientras que la albúmina aporta proteínas esenciales para el organismo humano; diversas investigaciones han evidenciado que la composición química del huevo puede modificarse mediante la alimentación de las aves, logrando incrementar el contenido de antioxidantes y compuestos funcionales, esta característica ha despertado un creciente interés por el

desarrollo de huevos enriquecidos mediante el uso de ingredientes naturales incorporados en la dieta de las codornices (Ossamulu *et al.*, 2023).

1.7 Pigmentantes

1.7.1 *Pigmentación natural en la producción avícola*

La pigmentación natural de la producción de codornices ponedoras ha cobrado relevancia, especialmente con el aumento de la demanda de alimentos que utilizan aditivos de origen vegetal en lugar de pigmentantes sintéticos, al incluir ingredientes ricos en carotenoides como flores, frutos y hortalizas favorece la disposición de pigmentos en la yema sin afectar el rendimiento productivo de las aves, además, estos compuestos poseen propiedades antioxidantes que contribuyen a mejorar la calidad del huevo y aumentan de la aceptación del producto por parte de los consumidores; De Almeida et al. (2026) demostraron que al usar pigmentantes naturales en la dieta de codornices japonesas, se logró un aumento notable en la intensidad del color del vitelo manteniendo al mismo tiempo parámetros productivos y de la calidad del huevo en niveles óptimos.

1.7.2 *Carotenoides y xantofilas en la alimentación de aves*

Los carotenoides y las xantofilas son pigmentos naturales presentes en diversas plantas, frutas y hortalizas, ampliamente utilizados en la alimentación de codornices gracias a su capacidad para intensificar la coloración del vitelo y aportar actividad antioxidante, como las codornices no pueden sintetizar estos compuestos, su incorporación al huevo depende directamente de la dieta; la suplementación con ingredientes ricos en carotenoides favorece la deposición de estos pigmentos en la yema, mejora la calidad del huevo y contribuye a la estabilidad oxidativa del producto; Lima et al. (2023) destacan que la inclusión de fuentes naturales de carotenoides constituye una estrategia nutricional eficaz para mejorar la calidad de los huevos de codorniz y responder a la demanda de productos obtenidos con aditivos naturales.

1.7.3 *Betalainas presentes en *Beta vulgaris**

La remolacha (*Beta vulgaris*) contiene betalainas, pigmentos hidrosolubles conformados principalmente por betacianinas y betaxantinas, responsables de su color rojo intenso y de su elevada capacidad antioxidante, estos compuestos protegen a las células

frente al estrés oxidativo y han despertado interés como pigmentantes naturales en la alimentación de codornices de postura; la incorporación de harina o polvo de remolacha en la dieta favorece la calidad del huevo, especialmente el índice de yema y la pigmentación del vitelo, sin afectar negativamente el desempeño productivo de las aves; Şengül (2021) demostró que la suplementación con polvo de remolacha en codornices japonesas mejoró el color de la yema y el perfil lipídico del huevo, evidenciando el potencial de las betalaínas como aditivo natural en esta especie.

1.7.4 Capsantina y capsorrubina presentes en *Capsicum annuum*

El pimiento rojo (*Capsicum annuum*) es una de las principales fuentes naturales de capsantina y capsorrubina, dos xantofilas responsables de la coloración roja intensa del fruto y reconocidas por su elevada capacidad antioxidante, estos carotenoides son absorbidos por las codornices y depositados en el vitelo, favoreciendo una mayor intensidad de color sin afectar el desempeño productivo ni la calidad del huevo; Valentim et al. (2020) demostraron que la inclusión de extracto de paprika (*Capsicum annuum*) en la dieta de codornices japonesas incrementó significativamente la pigmentación de la yema, constituyendo una alternativa eficaz a los pigmentantes sintéticos.

1.7.5 Harina de remolacha

La harina de remolacha (*Beta vulgaris*), conocida por su alto contenido de betalaínas, ha sido investigada como un pigmento natural en la alimentación de codornices ponedoras. En un estudio realizado en 2023, se encontró que agregar betabel en proporciones entre el 0.2% y el 0.8% no tuvo un impacto en la producción de huevos. Sin embargo, sí mejoró la firmeza de la yema y demostró un efecto antioxidante, menciona Şengül (2021).



Figura 1. Harina de remolacha.

1.7.6 Harina de pimiento

La harina que proviene del pimiento (*Capsicum annuum*), especialmente los residuos secos o el polvo de pimiento picante, ha demostrado tener un impacto positivo en la calidad de los huevos de codorniz, su principal uso es mejorar el color de la yema, intensificándolo a tonos anaranjados o rojizo, contiene carotenoides como la capsantina, capsorrubina y zeaxantina, que son pigmentos naturales que se depositan en el vitelo (Gül *et al.* 2023).



Figura 2. Harina de pimiento.

1.8 Abanico colorimétrico: escala de roche

A lo largo de los años, se han diseñado varias escalas para evaluar el color del vitelo en los huevos, sin embargo, la escala creada por el laboratorio, La Roche se ha destacado logrado un reconocimiento y uso generalizado, esta herramienta establece una correspondencia entre un valor numérico (del 1 al 15) y un tono específico del vitelo, indicando un aumento progresivo en la intensidad del color, afirma Minolta (2024).



Figura 3. Escala de Roche.

1.9 Importancia económica de los pigmentantes naturales

El uso de pigmentantes naturales en la dieta de codornices representa una alternativa económicamente viable debido a la creciente demanda de consumidores por alimentos obtenidos con ingredientes naturales y libres de aditivos sintéticos, la incorporación de materias primas y vegetales ricos en carotenoides permite mejorar la coloración del vitelo, incrementando el valor comercial del huevo sin llegar a afectar el rendimiento productivo de las aves (De Almeida *et al.*, 2026).

De Almeida et al. (2026) indicaron que la utilización de pigmentantes naturales en codornices japonesas mejoró la calidad comercial de los huevos y constituyó a una alternativa rentable frente a los pigmentantes sintéticos, especialmente cuando se emplean ingredientes de fácil disponibilidad.

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Caracterización del área de estudio

La presente investigación se llevará a cabo en el centro de apoyo Río Verde perteneciente a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, a unos 25 km de la cabecera cantonal. La zona tiene una altitud aproximada de 54 metros sobre el nivel del mar y presenta una topografía mayormente plana con una inclinación que supera el 1%. Sus coordenadas UTM son: latitud -2.308703 y longitud -80.700218.



Figura 4. Ubicación geográfica del experimento.

Según Ordoñez (2024), los suelos de la comunidad Río Verde se caracterizan por ser una mezcla de arcilla y arena, con un buen drenaje, tienen una profundidad que varía de baja a moderada y un contenido de materia orgánica bastante bajo, lo que puede ser un obstáculo para ciertos cultivos, además de que la zona enfrenta problemas de escasez de agua. El clima de esta localidad se distingue por tener precipitaciones anuales que oscilan entre 125 y 150 mm, una humedad relativa promedio del 80 % y temperaturas que varían entre 16 y 31 °C.

2.2 Materiales, equipos e insumos

2.2.1 *Materiales*

- Libreta de apuntes
- Lápiz
- Escala de roche
- Esferográficos
- Laptop
- Cámara digital

- Calculadora
- Internet
- GPS
- Balanza gramera
- Escalímetro digital

2.2.2 *Material biológico*

- 250 codornices

2.2.3 *Material de campo*

- Comederos
- Bebederos
- Jaulas
- Equipo sanitario
- Equipo de limpieza
- Virutas
- Balanza
- Desinfectantes

2.2.4 *Insumos*

- Harina de remolacha
- Harina de pimienta
- Balanceado
- Agua

2.3 Tipo de investigación

La investigación fue de tipo experimental, ya que se evaluó el efecto de diferentes niveles de inclusión de harina de remolacha y harina de pimienta sobre variables productivas y colorimétricas en codornices de postura.

2.4 Diseño de investigación

La investigación se desarrolló bajo un diseño experimental completamente al azar (DCA), conformado por 5 tratamientos y 10 unidades experimentales por repetición. Se evaluaron diferentes niveles de inclusión harina de remolacha (2,5% y 5%) y harina de

pimiento (2,5% y 5%), con un total de 5 repeticiones por tratamiento. Para lo que se emplearon 250 codornices de 90 días. Para el análisis se manejó el programa estadístico INFOSTAT en el que se trabajó el análisis de varianza de un solo factor (ANAVA).

2.4.1 Diseño experimental

Tabla 2. Esquema del diseño experimental.

Tratamientos	Repeticiones	Código	Porcentaje de inclusión de harina de remolacha y pimiento
1	5	T0	0
2	5	T1	2.5%
3	5	T2	5%
4	5	T3	2.5%
5	5	T4	5%

T0: 100% de balanceado comercial

T1: 20% de balanceado comercial + 2,5% de harina de remolacha

T2: 20% de balanceado comercial + 5% de harina de remolacha

T3: 20% de balanceado comercial + 2,5% de harina de pimiento rojo

T4: 20% de balanceado comercial + 2,5% de harina de pimiento rojo

2.5 Manejo del experimento

2.5.1 Duración del ensayo

El proyecto se trabajó con 250 codornices distribuidas en 5 tratamientos con 5 repeticiones para realizar un estudio detallado de 120 días.

2.5.2 Proceso de desinfección del galpón

Antes del inicio del experimento, se realizó la limpieza y desinfección del galpón para garantizar adecuadas condiciones sanitarias. Se utilizó escobas y palas para retirar excretas, residuos de alimento y otros materiales. Posteriormente se desinfectaron las instalaciones, así como los bebederos y comederos.

2.5.3 Preparación de jaulas

Se colocó la viruta como material de cama en cada una de las jaulas, con el propósito de proporcionar un ambiente limpio, seco y conforme con las aves. Asimismo, cada unidad

fue equipada con sus respectivos bebederos y comederos previamente limpiados y desinfectados.

2.5.4 Manejo de alimentación

Se dividió la ración diaria para prevenir pérdidas de alimento, y la cantidad suministrada diariamente se midió con precisión para recopilar datos sobre el consumo de alimento.

2.5.5 Obtención de harina de remolacha y pimiento rojo

- Adquisición: La remolacha y el pimiento fueron obtenidos en el mercado de Norma y Luis ubicado en la parroquia Colonche.
- Selección: Se escogió remolacha y pimiento de buena calidad.
- Picado: Las muestras fueron troceadas manualmente con un cuchillo para aumentar la superficie de exposición y favorecer un secado más eficiente.
- Pesaje: Se llevó a cabo con una balanza digital.
- Secado: Se lo realizó exponiéndola al sol bajo una cubierta durante 5 días, con buena ventilación y exposición directa al sol para un secado uniforme.
- Molienda: Se realizó en un molino manual obteniéndose una harina fina sin grumos o partículas grandes.

2.6 Parámetros evaluados

2.6.1 Peso inicial (g)

Se procedió a colocar a cada una de las codornices en la balanza, registrando de manera inmediata el peso inicial en la libreta de campo, expresado con precisión en gramos(g).

2.6.2 Peso semanal (g)

Los registros de peso se tomarán cada miércoles por la mañana antes de suministrar el alimento a las codornices.

2.6.3 *Peso final (g)*

Se registro el peso final de cada unidad experimental de acuerdo con el tratamiento aplicado alas codornices. Una vez concluido el experimento, se realizó la evaluación correspondiente con base en los datos obtenidos durante todo el periodo de estudio. La información recopilada fue consignada de manera sistemática en libreta de campo, donde también se registraron los pesos iniciales de las aves al comienzo de la investigación, permitiendo así un seguimiento preciso de su evolución y una comparación objetiva de los resultados obtenidos.

2.6.4 *Ganancia de peso (g)*

Se utilizo la siguiente fórmula para conocer la ganancia de peso de las codornices:

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

2.6.5 *Consumo de alimento (g)*

Se calculo mediante el método tradicional, que consiste en distinguir la cantidad de alimento ofrecido de la cantidad de alimento rechazado por el animal durante el día, expresado en g.

2.6.6 *Conversión alimenticia*

Se empleo la siguiente fórmula: consumo de alimento dividido para la ganancia de peso de las codornices.

$$CA = Ca / GP$$

Donde:

CA = Conversión alimenticia

Ca = Consumo de alimento

GP = Ganancia de peso

2.7 Variables de rendimiento en la producción de huevos de codornices

2.7.1 Número de huevos diarios

Se realizó el conteo diario de los huevos producidos por cada tratamiento experimental durante todo el periodo de estudio. Los datos obtenidos fueron registrados de manera sistemática, permitiendo evaluar el comportamiento productivo de aves y detectar posibles variaciones asociadas a los tratamientos aplicados.

2.7.2 Número de huevos semanal

Se calculó la producción semanal de los huevos mediante la sumatoria de los registros diarios correspondientes a cada tratamiento. Esta variable permitió analizar la evolución de la postura a lo largo de la semana y comparar el desempeño productivo entre los diferentes grupos experimentales.

2.7.3 Promedio de Peso de huevos (g)

Se determinó el peso individual de cada huevo utilizando una balanza de precisión. Posteriormente, se calculó el promedio de peso por tratamiento lo que permitió evaluar el efecto de las dietas experimentales sobre la calidad y el desarrollo de los huevos producidos.

2.7.4 Huevos limpios

Se registró diariamente el número de huevos limpios obtenidos en cada tratamiento experimental, se consideraron como huevos limpios aquellos que presentaron la cáscara libre de suciedad, manchas de excretas u otros residuos visibles; esta variable permitió evaluar las condiciones de higiene durante la producción y determinar la cantidad de huevos aptos para su comercialización.

2.7.5 Huevos trizados

Se registró diariamente el número de huevos trizados obtenidos en cada tratamiento experimental, se consideraron como huevos trizados aquellos que presentaron fisuras o grietas en la cáscara sin llegar a romperse completamente; esta variable permitió determinar las pérdidas ocasionadas por daños en la cáscara y evaluar la incidencia de huevos con defectos físicos durante el período experimental.

2.7.6 Masa de huevo (g)

Esta variable se obtuvo a partir del peso individual de los huevos recolectados durante el período con los datos registrados se calculó el promedio correspondiente, proporcionando información relevante sobre la producción y eficiencia de las de las codornices sometidas a los distintos tratamientos evaluados.

2.8 Estudio de las características de los huevos de codorniz

2.8.1 Peso de huevo (g)

Se determinó la masa total de cada unidad mediante una balanza digital de precisión, obteniendo información sobre el tamaño y el desarrollo alcanzado bajo las distintas condiciones experimentales.

2.8.2 Anchura del huevo (mm)

Se registro la anchura del huevo con ayuda de un calibrador digital para saber el diámetro máxima de cada uno de los huevos.

2.8.3 Largo del huevo (mm)

Se estableció la dimensión longitudinal máxima de cada pieza mediante un instrumento de medición digital (calibrador) apartando datos relacionados con su morfometría

2.8.4 Weight cáscara (g)

Procedimos a vaciar el contenido de cada uno de los huevos y se procedió a pesar en una balanza gramera para saber su peso exacto.

2.8.5 Grosor de cáscara (mm)

Antes mencionado se necesitó tener vacío el cascarón y luego procedimos a medir su grosor con un calibrador digital.

2.8.6 *Altura de yema (mm)*

Usamos un calibrador digital después de romper el huevo en una superficie plana y medimos con el escalímetro la altura.

2.8.7 *Altura de Albúmina (mm)*

Usamos el calibrador digital después medir la altura de la parte más gruesa de la clara de huevo.

2.8.8 *Ancho de yema (mm)*

Se obtuvo el diámetro máximo de esa estructura mediante la lectura directa de un instrumento de precisión, complementando la evaluación de sus características morfológicas

2.8.9 *Ancho de albúmina (mm)*

Registramos el diámetro de albúmina con la ayuda del escalímetro digital, colocando en una superficie plana y así sacar su anchura.

2.8.10 *Color de yema*

La pigmentación fue valorada mediante la escala de Roche, asignando una puntuación según la intensidad observada. Este parámetro permitió identificar posibles cambios asociados a los tratamientos aplicados y su influencia sobre la apariencia comercial del producto.

Tabla 3. Tonalidad de yemas y su escala de valores según su nivel en la escala de roche.

Tonalidad de yema	Escala de valores
Amarillos muy pálidos	Inferior
Amarillos intensos	7 – 12
Anaranjados	13- 15

2.8.11 Índice de yema

Se determinó este parámetro mediante la relación entre la altura y el diámetro de la yema, con el propósito de evaluar su consistencia, frescura y estado de conservación. Valores más evaluados indican una mejor calidad interna del huevo.

$$\text{Índice de yema} = \frac{\text{altura de yema}}{\text{diámetro de yema}}$$

2.8.12 Índice de albúmina

Este indicador se obtuvo a partir de la relación entre la altura y la anchura de la albúmina, permitiendo valorar su firmeza y las características físicas asociadas a la calidad interna del huevo. Un mayor índice refleja una clara más densa y de mejor condición.

$$\text{Índice de albúmina} = \frac{\text{altura de albúmina}}{\text{ancho de albúmina}} * 100$$

2.8.13 Unidades Haugh

Las unidades Haugh fueron calculadas como una de los parámetros más reconocidos para la evaluación de la calidad interna del huevo. Este índice integra el peso del huevo y la altura de la albúmina, promocionando una estimulación objetiva de su frescura y valor comercial. Cuando mayor es el resultado obtenido mejor es la calidad del huevo.

$$UH=100*\text{LOG}(H-1.7W^{0.37}+7.6)$$

Donde:

- UH = Unidades Haugh
- Altura de la albúmina en mm

2.9 Análisis estadístico de los resultados

Este estudio se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con 5 tratamientos y 5 repeticiones. Se estableció un análisis de varianza (ANOVA) en el programa estadístico (INFOSTAT), con el objetivo de comparar las diferencias significativas mediante la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Comportamiento productivo de las codornices en fase de crecimiento

3.1.1 *Peso inicial (g)*

El tratamiento T0 registró el mayor peso inicial con 88,70 g, seguido de T1 y T2 con 88,63 g, T3 y 88,35 g y T4 con 88,13 g. La escasa variación entre los tratamientos indica que las codornices iniciaron el experimento con condiciones corporales similares, lo que permitió mantener la uniformidad de las unidades experimentales, por esta razón, se considera que la inclusión de harina de remolacha y harina de pimienta rojo no tuvo efecto sobre el peso inicial, ya que esta variable fue registrada antes de aplicar los tratamientos.

Estos resultados obtenidos coinciden con lo reportado por Kanbur et al. (2023), quienes registraron pesos iniciales bastantes similares entre los grupos experimentales de codornices japonesas antes de la aplicación de los tratamientos, asegurando la validez del diseño experimental. De la misma manera Karal et al. (2024), señalaron que la homogeneidad del peso corporal al inicio del ensayo constituye un requisito indispensable para evaluar objetivamente el efecto de los aditivos nutricionales sobre el desempeño productivo de las codornices.

Tabla 4. Comportamiento productivo de codornices en etapa de crecimiento con diferentes niveles de harina de remolacha y pimienta.

Variable	T0	T1	T2	T3	T4	$\bar{x}$	E. E.	P-valor
Peso Inicial	88,70	88,63	88,63	88,35	88,13	88,49	0,18	0,1359
Peso Final	102,90	106,93	109,73	113,20	116,73	109,90	0,17	<0,0001
Ganancia de peso	14,20	18,30	21,10	24,85	28,60	21,41	0,23	<0,0001
Consumo de alimento	55,58	65,25	67,00	67,65	70,20	65,14	1,37	<0,0001
Conversión alimenticia	3,91	3,58	3,22	2,84	2,36	3,18	0,007	<0,0001

$\bar{x}$ = medias de los tratamientos

E.E. = error estándar de las medias

P-valor >0.05 = no existen diferencias estadísticas

P-valor <0.05 = existen diferencias significativas

P-valor <0.01 = existen diferencias altamente significativas

3.1.2 *Peso final en fase de crecimiento (g)*

Los pesos finales mostraron diferencias altamente significativas ($P < 0,001$) entre los tratamientos evaluados, el tratamiento T4 presentó el mayor peso final con 106,73 g, seguido por el T3 con 113,20 g, T2 con 109,73 g, T1 con 106,93 g y T0 con 102.90 g. Estos resultados evidencian que la inclusión de harina de remolacha y pimienta roja en la dieta de las aves favoreció su crecimiento durante todo el periodo experimental, inclusive, se pudo observar que a medida que aumentaba el nivel de inclusión de estos ingredientes, también mejoró el desarrollo corporal de las aves al finalizar la fase evaluada.

Los resultados obtenidos coinciden con los reportados por Maulod *et al.* (2022), quienes indicaron que la suplementación con tomillo en codornices japonesas incrementó significativamente el peso corporal final y la ganancia de peso, atribuyendo este efecto a una mejora en la digestibilidad y utilización de los nutrientes.

De igual manera Safavipour *et al.* (2022), señalaron que la suplementación con aditivos fitogénicos mejoró la digestibilidad de los nutrientes y la eficiencia productiva en codornices japonesas, favoreciendo el desarrollo corporal y el rendimiento de las aves.

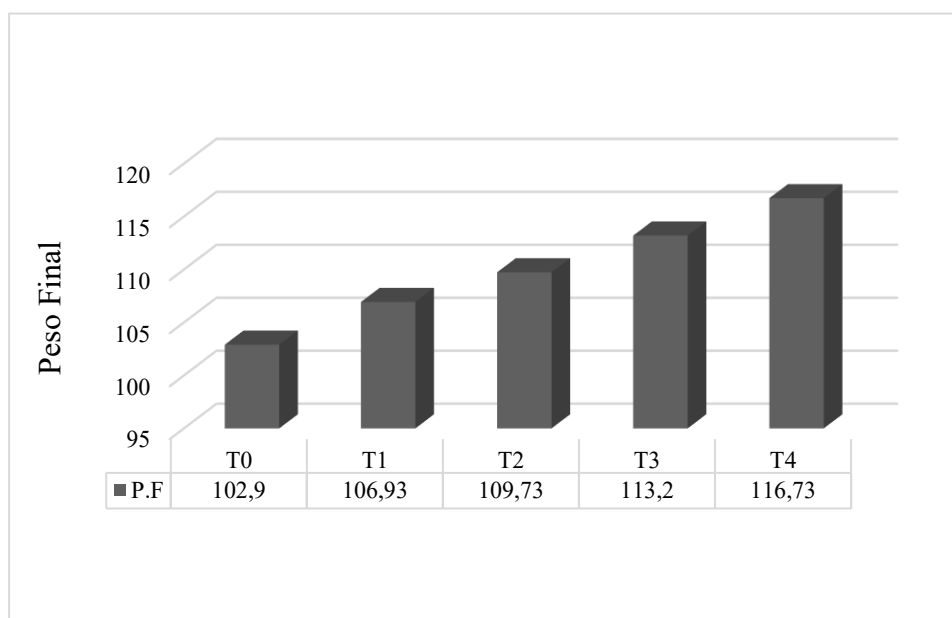


Figura 5. Peso final en la etapa de crecimiento de las codornices con diferentes porcentajes de harina de remolacha y pimienta.

3.1.3 Ganancia de peso (g)

Las codornices de postura no están seleccionadas genéticamente para ganar mucho peso, sino para producir huevos, por ello, es normal que, aunque existan diferencias estadísticas, la ganancia de peso sea limitada una vez que alcanzan la madurez sexual, ya que gran parte de los nutrientes consumidos están destinados a la formación de los huevos y al mantenimiento del organismo, más que al crecimiento corporal.

La ganancia de peso presentó diferencias entre tratamientos, sin embargo, el incremento fue moderado, lo cual es esperado en codornices de postura, ya que una vez alcanzada la madurez sexual la mayor parte de los nutrientes se destina a la producción de huevos y al mantenimiento corporal, limitando el crecimiento.

Estos resultados coinciden con Maulod *et al.* (2022), quienes señalaron que las codornices japonesas en etapa de postura presentan una reducida ganancia de peso, aun cuando reciben dietas suplementadas con aditivos naturales, debido a que la energía consumida se orienta principalmente a la producción de huevos. De igual manera Lima *et al.* (2023), indicaron que, en codornices de postura, las estrategias nutricionales basadas en aditivos fitogénicos mejoran principalmente la calidad del huevo y la eficiencia productiva, mientras que los cambios en el peso corporal suelen ser poco marcados.

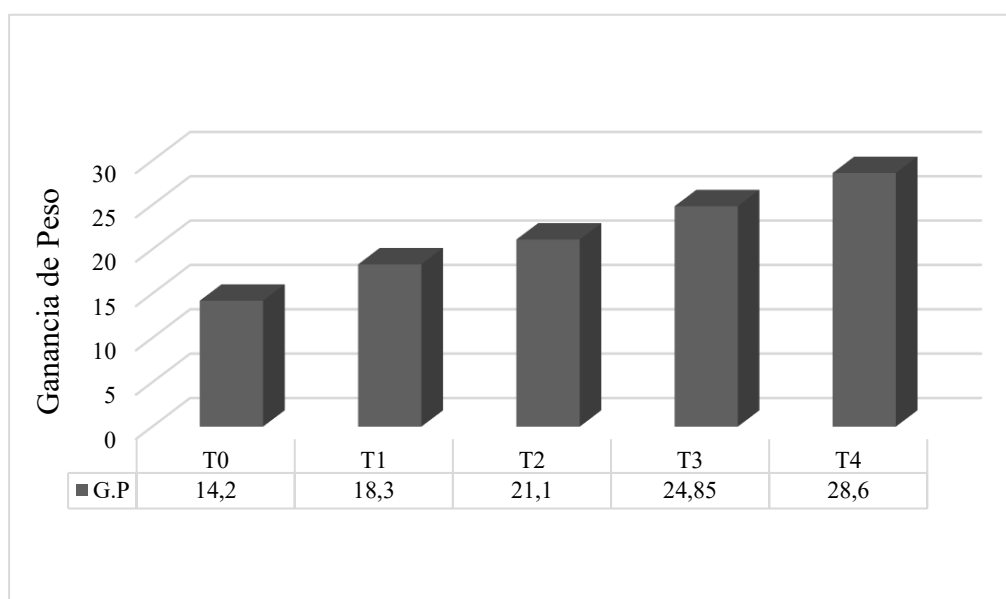


Figura 6. Ganancia de peso en la etapa de crecimiento de las codornices con diferentes porcentajes de harina de remolacha y pimienta.

3.1.4 Conversión alimenticia

La conversión alimenticia presento diferencias altamente significativas ($P < 0,001$), el tratamiento T4 obtuvo el mejor resultado con un índice de (2,36), mientras que el tratamiento control registro el valor más alto con (3,91) debido a que un menor índice representa una mayor eficiencia en el aprovechamiento del alimento. Estos resultados evidencian que la inclusión de harina de remolacha y pimiento rojo permitió una utilización más eficiente de la dieta mejorando el rendimiento productivo de las codornices.

Los resultados obtenidos coinciden con lo reportado por Şengül (2021), quien observó que la inclusión de polvo de remolacha (*Beta vulgaris*) en la alimentación de codornices japonesas mejoró la eficiencia alimenticia, favoreciendo un mejor aprovechamiento de los nutrientes sin afectar el desempeño productivo. Asimismo, Valentim *et al.* (2020), encontraron que la suplementación con pigmentantes naturales en codornices japonesas permitió mantener una adecuada conversión alimenticia, atribuyendo este efecto a una mejor utilización de la dieta y al aporte de compuestos bioactivos de origen vegetal.

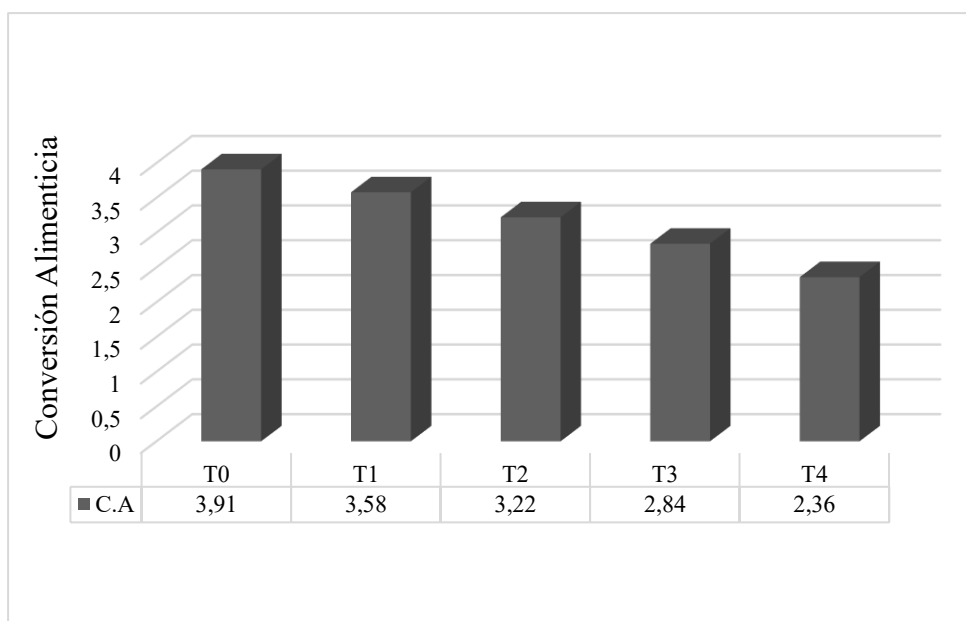


Figura 7. Conversión alimenticia en la etapa de crecimiento de las codornices con diferentes porcentajes de harina de remolacha y pimiento.

3.1.5 Consumo del Alimento

El consumo de alimento presentó diferencias altamente significativas ($P < 0,001$) entre los tratamientos, siendo el tratamiento T4 quien obtuvo el mayor consumo con 70,20 g, mientras que el menor correspondió al tratamiento control con 55,58 g. Este comportamiento podría estar relacionado con una adecuada aceptación de las dietas que contenían harina de remolacha y pimiento rojo, permitiendo un mayor aporte de nutrientes y energía para el desarrollo de las aves.

Los resultados obtenidos fueron similares con lo informado por Şengül (2021), quien reportó que la suplementación con polvo de remolacha (*Beta vulgaris*) incrementó el consumo de alimento en codornices japonesas, sin afectar negativamente el desempeño productivo.

De este mismo sentido, Reda *et al.* (2022), observaron que la incorporación de ingredientes vegetales ricos en compuestos bioactivos mejoró el consumo de alimento y el rendimiento productivo de codornices reproductoras, atribuyendo este efecto a una mayor palatabilidad y al aporte de nutrientes funcionales.

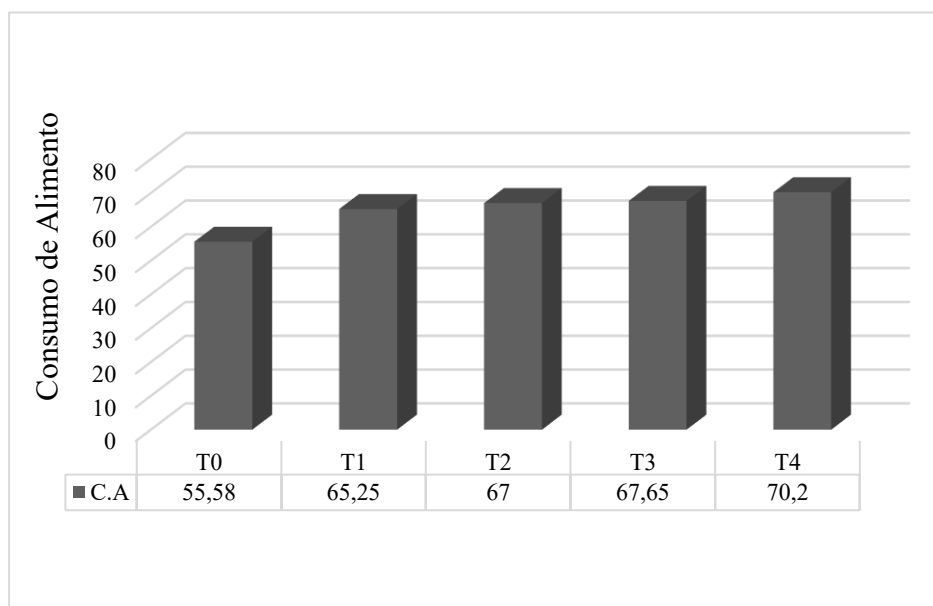


Figura 8. Consumo de alimento en la etapa de crecimiento de las codornices con diferentes porcentajes de harina de remolacha y pimiento.

3.2 Análisis del rendimiento en la producción de huevos de codornices

En la Tabla 5 se muestran los resultados obtenidos durante días evaluados en la fase del rendimiento en la producción de huevos de codorniz.

Tabla 5. Análisis del rendimiento en la producción de huevos de codornices.

VARIABLES	T0	T1	T2	T3	T4	X	E.E	P-valor
Huevos diarios	6,68	6,79	6,29	6,64	7,14	6,71	0,15	0,0039
Huevos limpios	5,18	5,11	4,82	4,71	5,04	4,97	0,20	0,4383
Huevos trizados	1,50	1,68	1,71	1,86	2,11	1,77	0,18	0,1625
Numero de huevos semanales	46,75	48,21	44,25	46,50	50,00	47,14	1,02	0,0023
Peso de huevos (g)	11,71	11,64	11,79	11,93	12,25	11,86	0,19	0,1894
Masa de huevos (g)	548,50	561,46	521,75	555,75	613,00	560,09	16,11	0,0028

$\bar{x}$ = medias de los tratamientos

E.E. = error estándar de las medias

P-valor >0.05 = no existen diferencias estadísticas

P-valor <0.05 = existen diferencias significativas

P-valor <0.01= existen diferencias altamente significativas

3.2.1 Número de huevos diarios

El análisis estadístico presento un p-valor de 0,0039, lo evidencia diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. El tratamiento T4 fue quien alcanzo la mayor producción con una media de 7,14 huevos diarios, mientras que el valor más bajo se pudo observar en T2 con 6,29 huevos diarios. Estos resultados muestran que los diferentes niveles inclusión de los diferentes niveles de harina afecta significativamente la producción diaria de huevos.

Dicho tratamiento T4 presento la mayor producción de huevos diarios 7,14 lo que indica un efecto positivo de la harina de pimiento sobre la postura, estos resultados coinciden

con Olgun *et al.* (2022), quienes reportaron que una adecuada suplementación nutricional mejora el rendimiento de postura en codornices. Asimismo, Almedia *et al.* (2026), señalaron que el uso de pigmentantes naturales favorece el desempeño productivo de codornices ponedoras.

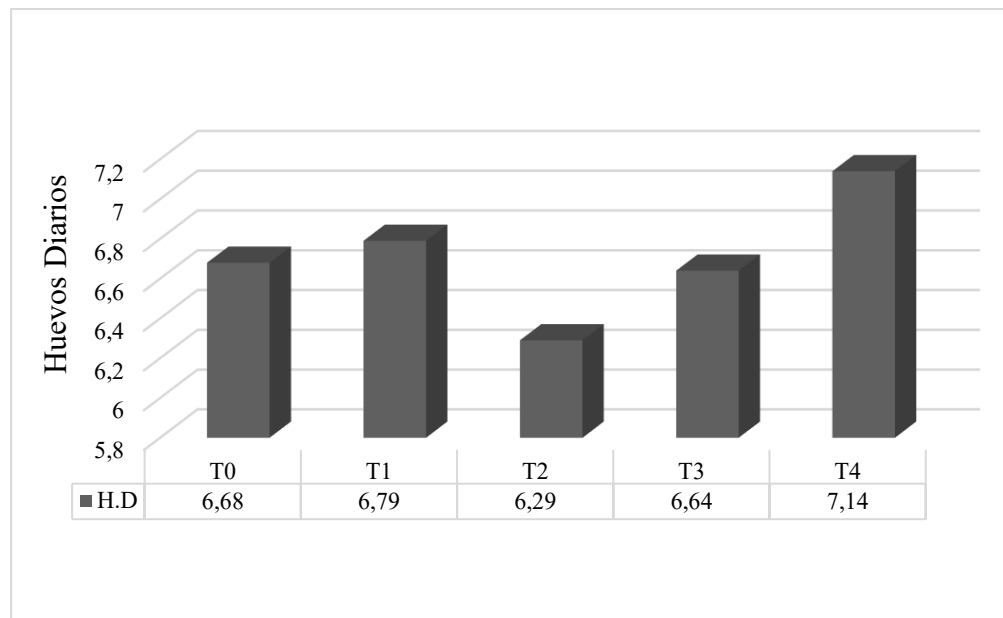


Figura 9. Número de huevos diarios de codornices recolectados de cada uno de los tratamientos.

3.2.2 Número de huevos semanales

El número de huevos semanales evaluados en las codornices presentó diferencias altamente significativas según el análisis estadístico realizado ($P < 0,001$) tal como se observa en la figura correspondiente. El tratamiento T4 registró el valor más alto con \$50,00\$ seguido por T1 con 48,21, T0 con 46,75, T3 con 46,50 y finalmente T2 con 44,25. Estos resultados indicaron que la inclusión de los diferentes niveles de harina afectó significativamente la producción semanal de huevos.

El tratamiento T4 obtuvo el mayor número de huevos semanales, evidenciando una mejora en la producción. Estos resultados obtenidos coinciden con Almedia *et al.* (2026), quienes observaron que la inclusión de pigmentantes naturales incrementó el rendimiento de postura en codornices. Asimismo, Olgun *et al.* (2022), reportaron que una nutrición adecuada favorece la persistencia de la producción de huevos.

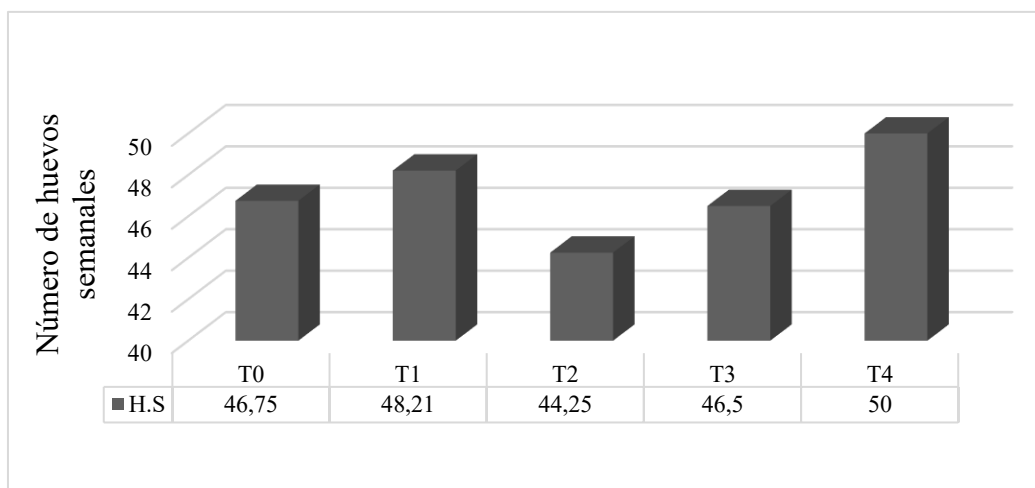


Figura 10. Número de huevos por semana recolectados de cada uno de los tratamientos.

3.2.3 Número de huevos limpios

La cantidad de huevos limpios evaluados en las codornices no presentó diferencias significativas según el análisis estadístico realizado ($P > 0,05$). El tratamiento T0 registró el valor más alto con 5,18 seguido por T1 con 5,11, T4 con 5,04, T2 con 4,82 y finalmente T3 con 4,71. Estos resultados afirman que la inclusión de los diferentes niveles de las harinas no afectó significativamente la limpieza del huevo.

De manera similar, Razmaitè *et al.* (2022), reportaron que la suplementación con ingredientes vegetales no modificó las características externas relacionadas con la limpieza del huevo. Además, Olgun *et al.* (2022), concluyeron que la calidad sanitaria del huevo depende principalmente del manejo y las condiciones de alojamiento, más que de la dieta.

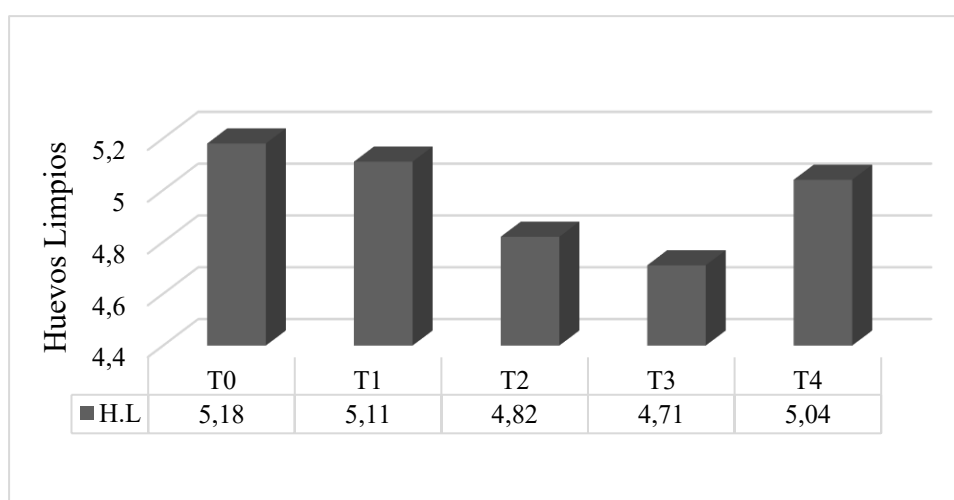


Figura 11. Número de huevos limpios por semana de cada uno de los tratamientos.

3.2.4 Número de huevos trizados

La calidad de huevos trizados no presento diferencias significativas según el análisis estadístico realizado ($P > 0,05$) tal como se observa en la figura 11. El tratamiento T4 registro el valor más alto con 2,11 seguido por T3 con 1,86, T2 con, 1,71, T1 con 1,68 y finalmente T0 con 1,50. Estos resultados demostraron que la inclusión de los diferentes niveles de las harinas no afecto significativamente la presencia de huevos trizados.

Los resultados obtenidos respaldan lo informado por Razmaité *et al.* (2022), quienes no encontraron efectos negativos de los ingredientes de origen vegetal sobre la integridad del huevo. Por otro lado Ahmed (2022), indicó que la presencia de huevos con defectos físicos está más relacionada principalmente con factores de manejo y con la calidad de la cáscara, más que con la alimentación suministrada a las aves.

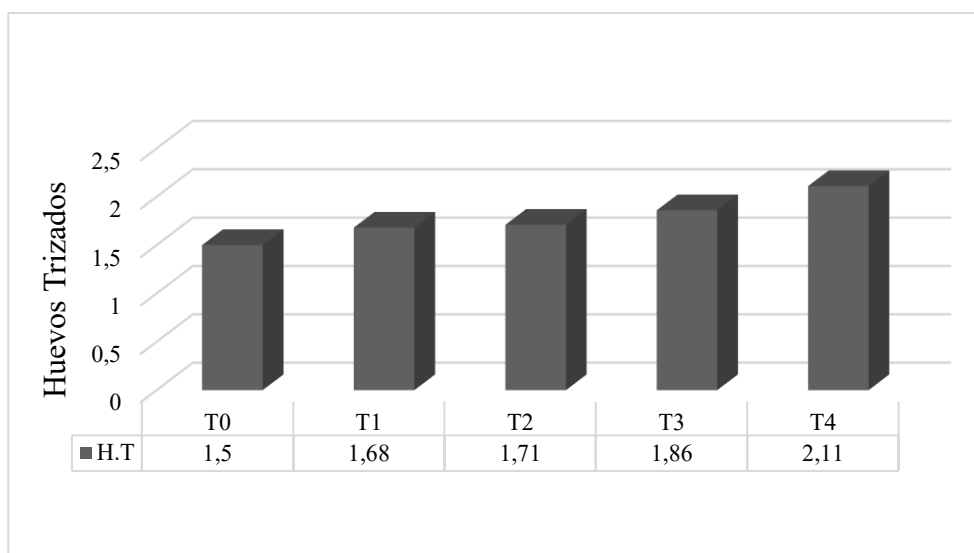


Figura 12. Numero de huevos trizados por semana de cada uno de los tratamientos.

3.2.5 Peso de huevos

El peso de los huevos evaluados en las codornices no presentó diferencias significativas según el análisis estadístico realizado, tal como se observa en la figura correspondiente. El tratamiento T4 registró el valor más alto con 12,25 g seguido por T3 con 11,93 g, T2 con 11,79 g, T0 con 11,71 g y finalmente T1 con 11,64 g. Estos resultados evidenciaron que la inclusión de los diferentes niveles de las harinas no afectó significativamente el peso de los huevos.

Estos resultados concuerdan con Kanbur *et al.* (2023), quienes reportaron que la suplementación con hojas de banano en la dieta de codornices japonesas no produjo cambios significativos en el peso del huevo, manteniéndose estable durante el periodo experimental. De igual manera Kour *et al.* (2024), observaron que la utilización de auditivos fitogénicos en codornices de posturas no afectó significativamente el peso del huevo atribuyendo este comportamiento que dichos ingredientes actúan principalmente sobre la calidad del huevo y no sobre su peso.

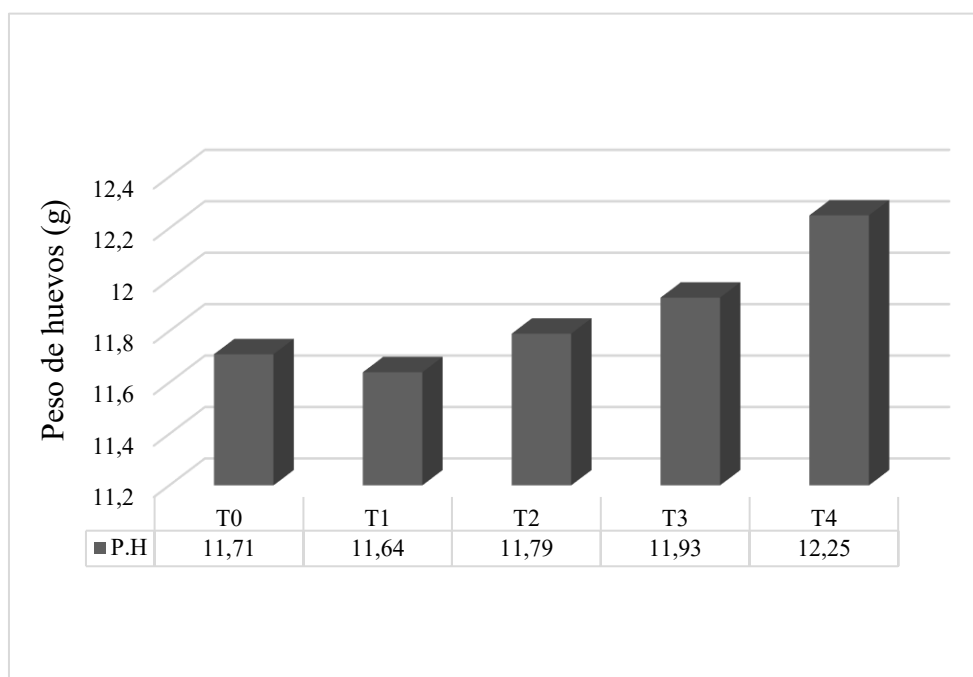


Figura 13. Peso de huevos de codorniz.

3.2.6 Masa de huevos

La masa de los huevos evaluada en las codornices presenta diferencias altamente significativas según el análisis estadístico realizado ($P < 0,001$) tal como se observa en la figura correspondiente. El tratamiento T4 registró el valor más alto con 613,00 g seguido por T1 con 561,46 g, T3 con 555,75 g, T0 con 548,50 g y finalmente T2 con 521,75 g. Los resultados afirmaron que la inclusión de los diferentes niveles de las harinas afectó significativamente la masa total del huevo.

Los resultados obtenidos concuerdan con los reportados por Safavipour *et al.* (2022), quienes observaron que la suplementación con aditivos fitogénicos en la dieta de codornices japonesas incrementó el peso del huevo y mejoró la eficiencia productiva, favoreciendo un

aumento en la masa total de huevos producidos. De igual manera Reda *et al.* (2022), demostraron que la inclusión de ingredientes vegetales ricos en compuestos bioactivos mejoró el rendimiento de postura y promovió una mayor deposición de nutrientes en el huevo, incrementando significativamente la masa de huevo en codornices de postura.

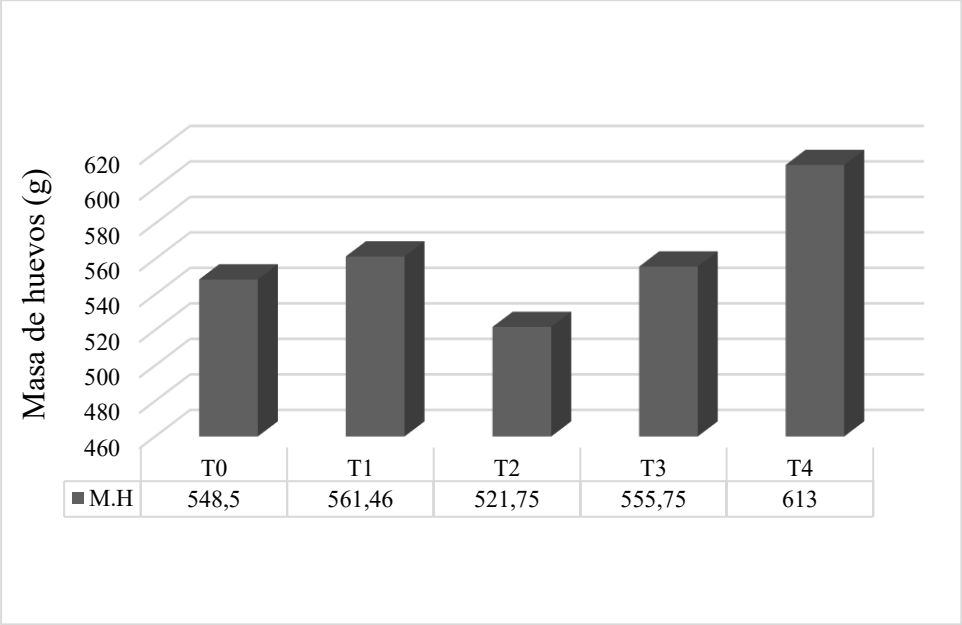


Figura 14. Masa total de huevo en gramos.

3.3 Estudio de las características de los huevos de codorniz

En la Tabla 6 se muestran los resultados de las características de los huevos de codorniz evaluados durante el trabajo de investigación de cada uno de los tratamientos.

Tabla 6. Características de huevos de codorniz.

Variables	T0	T1	T2	T3	T4	$\bar{x}$	E.E.	P-valor
Peso de Huevo (g)	11,53	12,08	12,30	11,93	11,95	11,96	0,19	0, 0799
Ancho de huevos (mm)	25,27	25,31	25,07	25,37	25,05	25,21	0,20	0, 7145
Alto de huevos (mm)	33,05	33,88	34,20	33,89	33,96	33,80	0,26	0, 0321
Peso de cáscara (g)	1,73	1,83	1,93	2,00	1,85	1,87	0,12	0, 5464
Grosor de cáscara (mm)	0,30	0,27	0,27	0,25	0,26	0,27	0,02	0,3214
Altura de yema (mm)	9,32	9,16	9,27	9,41	9,65	9,36	0,12	0,0375
Ancho de yema (mm)	26,03	26,72	26,54	26,78	26,82	26,58	0,38	0,5647
Altura de albumina (mm)	5,07	5,12	5,13	5,13	5,49	5,19	0,03	<0, 0001
Ancho de albumina (mm)	39,93	42,28	42,21	41,44	39,87	41,15	0,79	0,0005
Color de yema	4,35	5,93	5,53	6,48	7,90	6,04	0,39	<0, 0001
Índice de forma	76,54	74,80	73,54	75,04	73,90	74,76	0,76	0, 0531
Índice de yema	0,36	0,35	0,35	0,35	0,36	0,35	0,01	0, 2350
Índice de albumina	12,86	12,26	12,31	12,61	13,97	12,80	0,27	<0, 0001
Índice de cáscara	15,32	15,18	15,52	16,86	15,15	15,61	0,98	0, 7077
Unidades Haugh	92,81	92,67	92,61	92,82	94,58	93,10	0,15	<0, 0001

$\bar{x}$ = medias de los tratamientos

E.E. = error estándar de las medias

P-valor >0.05 = no existen diferencias estadísticas

P-valor <0.05 = existen diferencias significativas

P-valor <0.01= existen diferencias altamente significativas

3.3.1 *Peso de huevo (g)*

El peso de los huevos no presentó diferencias significativas entre los tratamientos, de acuerdo con el análisis estadístico realizado ($P>0,05$) tal como se observa en la figura correspondiente. El tratamiento T2 registró el valor más alto con 12,30 g seguido por T1 con 12,08 g T4 con 11,95 g, T3 con 11,93 g y finalmente T0 con 11,53 g. Estos resultados indicaron que la inclusión de los diferentes niveles de harina no llegó a afectar significativamente el peso del huevo.

Los resultados concuerdan con lo reportado por Şengül (2021), quien observó que la inclusión de harina de remolacha en la dieta de codornices no modificó significativamente esta variable. Asimismo Tuğçe *et al.* (2024), señalaron que la suplementación con pimienta roja tampoco afectó el peso del huevo.

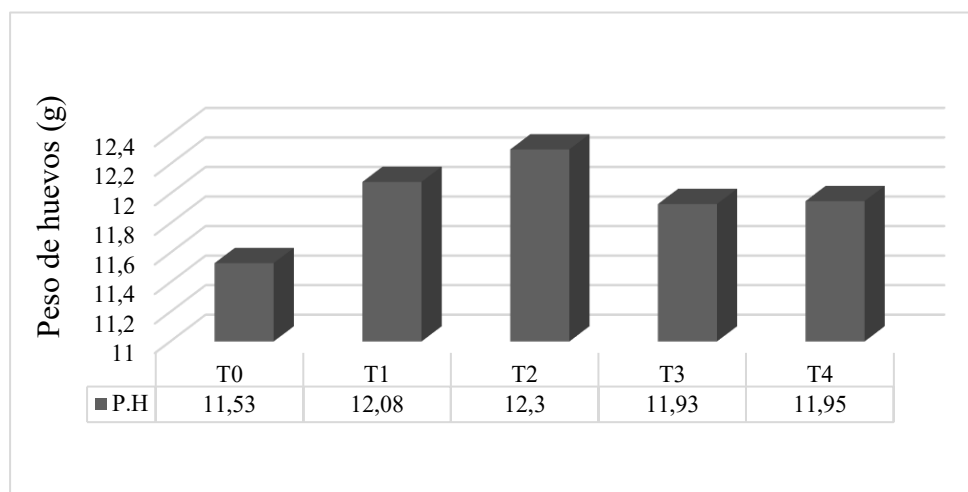


Figura 15. Peso de huevos de codornices.

3.3.2 *Ancho de huevos (mm)*

El ancho de los huevos evaluados en las codornices no presento diferencias significativas ($P>0,05$) entre tratamientos. El tratamiento T3 alcanzo mayor valor con 25,37 mm, seguido de T1 con 25,31 mm, T0 con 25,27 mm, T2 con 25,07 mm y T4 con 25,5 mm. Los resultados demuestran que los tratamientos aplicados no influyeron sobre esta característica física del huevo.

Esto coincide con los resultados obtenidos por Şengül (2021), quien no encontró cambios en las dimensiones externas del huevo tras la inclusión de harina de remolacha en

la dieta de las codornices. De igual manera, Tuğçe *et al.* (2024), reportaron que la suplementación con pimienta roja no alteró el diámetro del huevo.

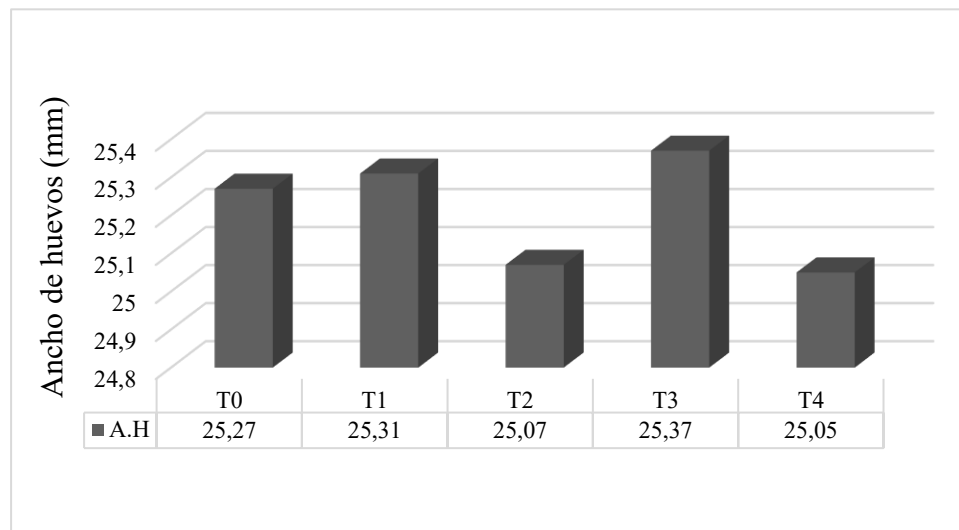


Figura 16. Ancho de huevos de codornices.

3.3.3 Alto de huevos (mm)

El alto de los huevos presentó diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los tratamientos evaluados. El tratamiento T2 obtuvo el mayor valor con 34,20 mm seguido con T4 con 33,96 mm T3 con 33,89 mm T1 con 33,88 mm, T0 con 33,05 mm. Estos resultados sugieren que la inclusión de las harinas influyo positivamente sobre esta variable.

Esto concuerda con lo descrito por Şengül (2021), quien no observó modificaciones en la longitud del huevo mediante la suplementación con remolacha. De igual manera, Tuğçe *et al.* (2024), concluyeron que la utilización de pigmentantes naturales no afecta la conformación longitudinal del huevo, manteniéndose estable incluso durante periodos moderados de conservación.

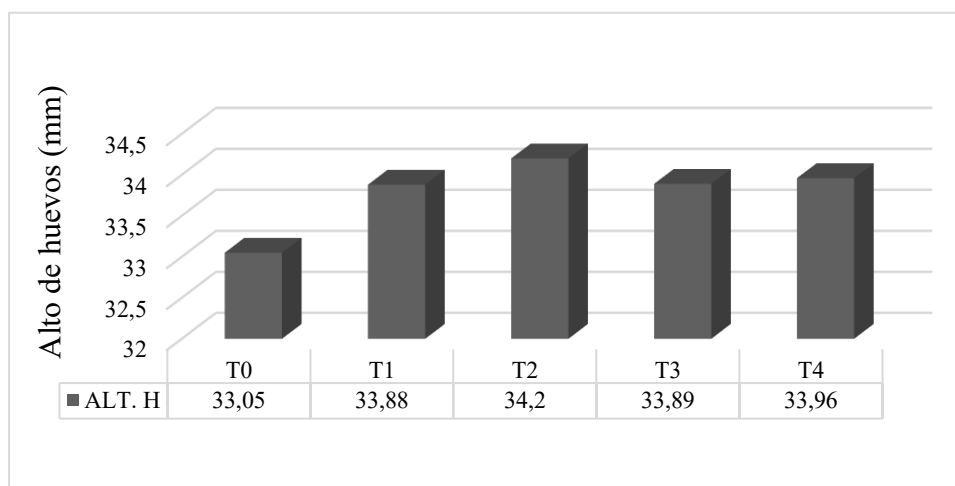


Figura 17. Alto de huevos de codornices.

3.3.4 Peso de cáscara (g)

El peso de la cáscara de los huevos no presentó diferencias significativas entre los tratamientos ($P > 0,05$). El tratamiento T3 alcanzó el mayor valor con 2,00 g, seguido de T2 con 1,93 g, T4 con 1,85 g, T1 con 1,83 g y T0 con 1,73 g. Los valores obtenidos indican que la inclusión de harina de remolacha y harina de pimienta no tuvo un efecto significativo sobre el peso de la cáscara.

Una tendencia similar fue descrita por Şengül (2021), quien indicó que la incorporación de harina de remolacha en la alimentación de codornices no modificó las características externas del huevo. Por su parte, Tuğçe *et al.* (2024), señalaron que la suplementación con pimienta roja no modifica el peso de la cáscara en codornices.

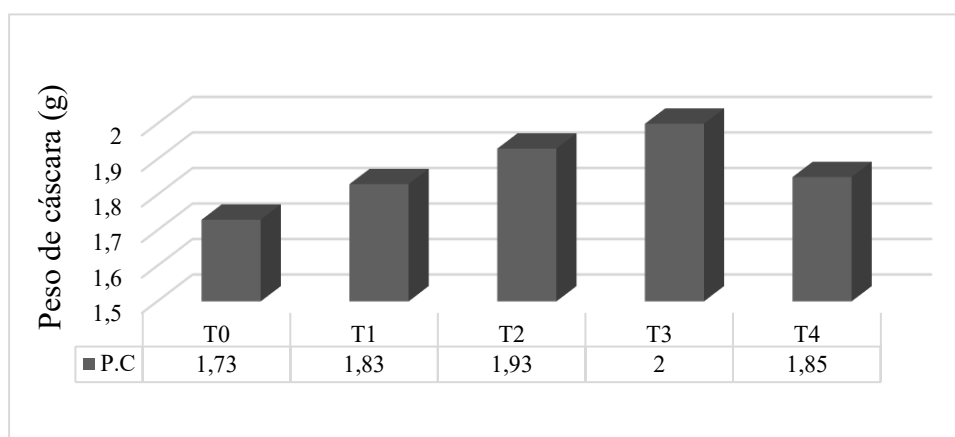


Figura 18. Peso de cáscara de huevos de codornices.

3.3.5 Grosor de cáscara (mm)

El grosor de la cáscara nos mostró diferencias significativas ($P>0,05$) entre los tratamientos. El tratamiento T0 presento el valor más elevado con 0,30 mm, seguido de T1 y T2 con 0,27 mm, T4 con 0,26 mm y T3 con 0,25 mm, Los resultados indican que el grosor de la cáscara se mantuvo estable entre los tratamientos evaluados.

Lo anterior coincide con lo reportado por Şengül (2021) y Tuğçe *et al.* (2024), quienes concluyeron que la suplementación con remolacha y pimienta no altera el metabolismo del calcio ni los procesos de mineralización de la cáscara, por lo que esta característica permanece estable en las codornices.

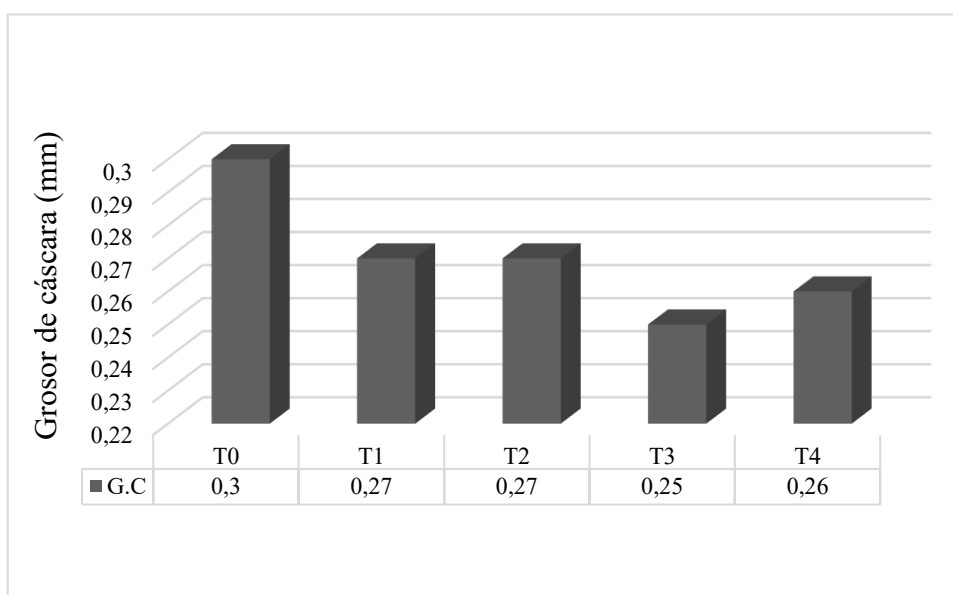


Figura 19. Grosor de cascara de huevos de codornices.

3.3.6 Altura de yemas (mm)

La altura de la yema presentó diferencias significativas ($P<0,05$). El tratamiento T4 alcanzó el mayor valor con 9,65 mm, seguido de T3 con 9,41 mm, T0 con 9,32 mm, T2 con 9,27 mm y T1 con 9,16 mm. Estos resultados evidencian que los mayores niveles de inclusión favorecieron la calidad interna del huevo.

Estos resultados coinciden con lo descrito por Octaviano *et al.* (2026) y Kryeziu *et al.* (2026), quienes señalaron que la pérdida de firmeza de la yema se debe al debilitamiento de la membrana vitelina y a la migración de agua que va desde la albúmina hacia la yema.

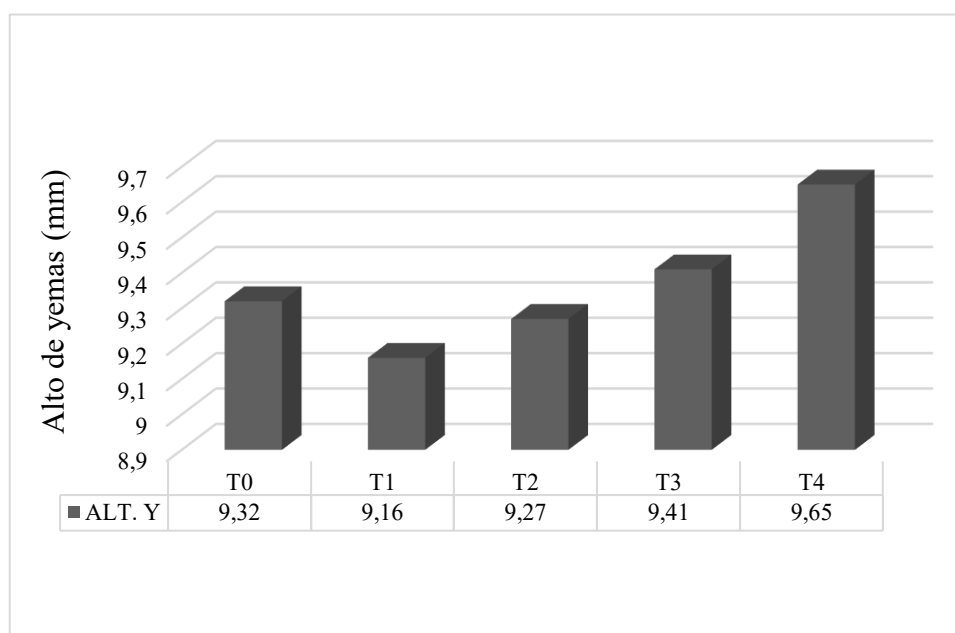


Figura 20. Alto de yema de huevos de codornices.

3.3.7 Ancho de yema (mm)

El ancho de la yema no presentó diferencias significativas ($P>0,05$). El tratamiento T4 registró el valor más alto con 26,82 mm, seguido de T3 con 26,78 mm, T1 con 26,72 mm, T2 con 26,54 mm y T0 con 26,03 mm. Los tratamientos no ejercieron un efecto significativo sobre esta variable.

Una respuesta similar fue reportada por Arslan *et al.* (2023), quienes evaluaron diferentes características de calidad del huevo en codornices japonesas (*Coturnix japonica*) y observaron que el diámetro de la yema presentó variaciones mínimas entre los grupos experimentales, indicando que este parámetro depende principalmente de factores propios del ave y no de pequeñas modificaciones en la alimentación.

En este mismo sentido, Hossain *et al.* (2024), señalaron que, aunque algunas estrategias nutricionales mejoran la calidad interna del huevo, el diámetro de la yema permanece relativamente estable cuando las aves reciben dietas balanceadas y adecuadas condiciones de manejo.

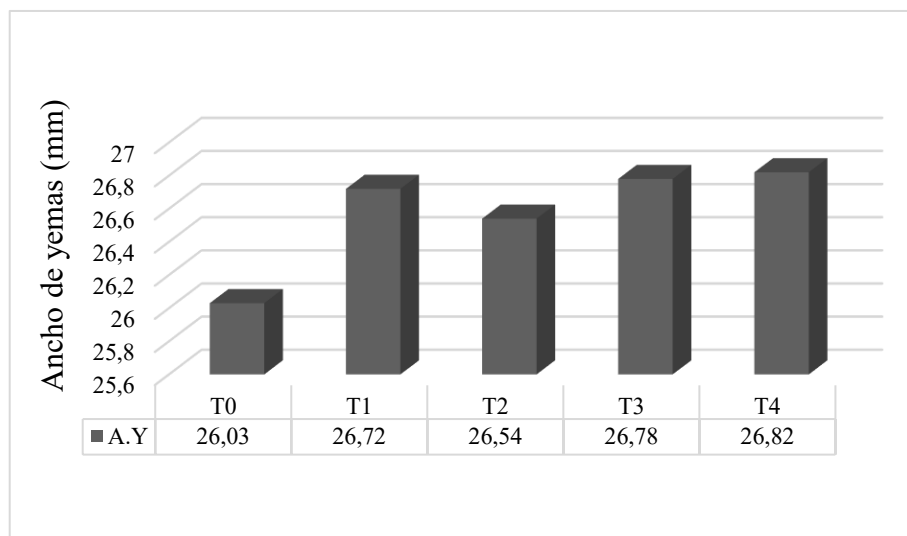


Figura 21. Ancho de yema de huevos de codornices.

3.3.8 *Altura de albumina (mm)*

La altura de la albumina presento diferencias altamente significativas ($P < 0,001$). El tratamiento T4 alcanzo el valor más elevado con 5,49 mm, mientras que T2 y T3 registraron 5,13 mm, T1 obtuvo 5,12 mm y T0 presento 5,07 mm. Estos resultados reflejan una mejor calidad y frescura interna del huevo en el tratamiento T4.

La altura de la albúmina presentó diferencias significativas, obteniéndose el mayor valor en el tratamiento T4. Estos resultados coinciden con Safavipour *et al.* (2022), quienes observaron que la suplementación con aditivos fitogénicos mejoró la calidad interna del huevo al incrementar la altura de la albúmina. Asimismo, Ludoški *et al.* (2026), reportaron que una mayor altura de albúmina se asocia con huevos de mejor calidad y frescura en codornices japonesas.

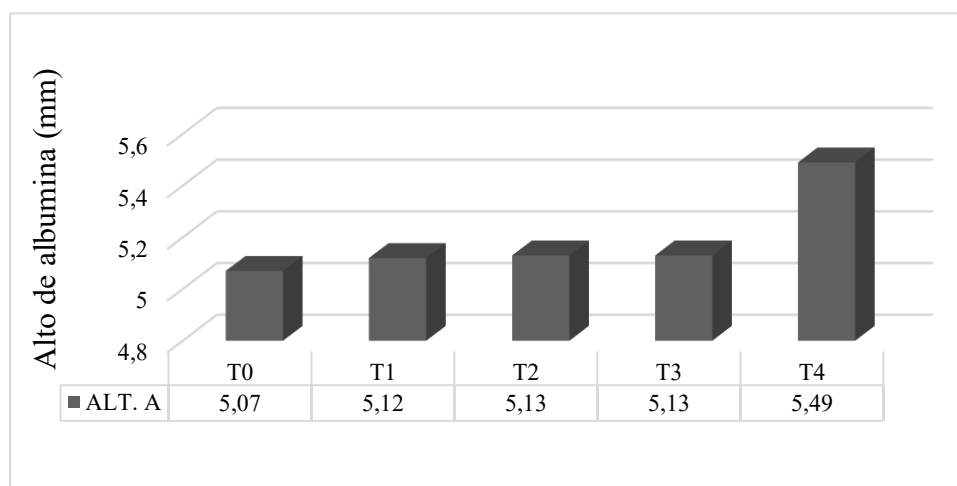


Figura 22. Altura de albumina de huevos de codornices.

3.3.9 Ancho de albumina (mm)

El ancho de la albúmina mostró diferencias altamente significativas ($P<0,001$). El tratamiento T1 obtuvo el valor más alto con 42,28 mm, seguido de T2 con 42,21 mm, T3 con 41,44 mm, T0 con 39,93 mm y T4 con 39,87 mm. Los resultados indicaron variaciones importantes en estas características entre los tratamientos.

Este comportamiento guarda relación con lo informado por Ahmed (2022), quien evaluó la calidad interna del huevo en codornices y encontró variaciones en el diámetro de la albúmina entre los grupos analizados. Por otro lado, Ludoški *et al.* (2026), señalaron que esta característica también está influenciando por la frescura del huevo, además de otros factores relacionados con el manejo y la alimentación de las aves.

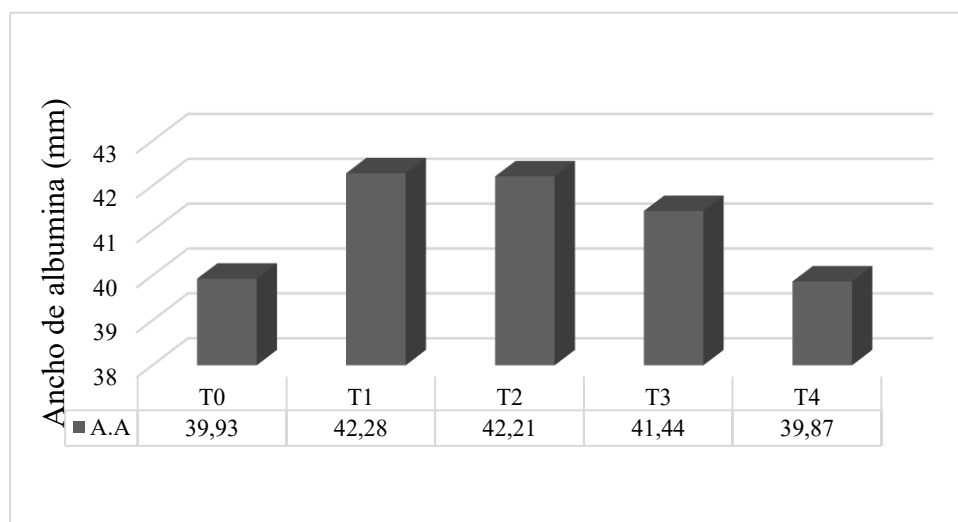


Figura 23. Ancho de albumina de huevos de codornices.

3.3.10 Color de yema

El color de la yema presentó diferencias altamente significativas ($P<0,001$) entre tratamientos. El tratamiento T4 alcanzó la mayor intensidad de color con 7,90 puntos, seguido de T3 con 6,48, T1 con 5,93, T2 con 5,53 y T0 con 4,35. Esto demuestra que la harina de pimienta favoreció significativamente la pigmentación de la yema.

El tratamiento T4 presentó la mayor intensidad de coloración de la yema, evidenciando el efecto pigmentante de la harina de pimienta. Estos resultados coinciden con Razmaitè *et al.* (2022), quienes demostraron que ingredientes vegetales ricos en

pigmentantes naturales incrementan significativamente la coloración de la yema en codornices. También Samuel *et al.* (2024), reportaron que la incorporación de harina de moringa mejoro el color de la yema sin afectar negativamente la calidad del huevo.

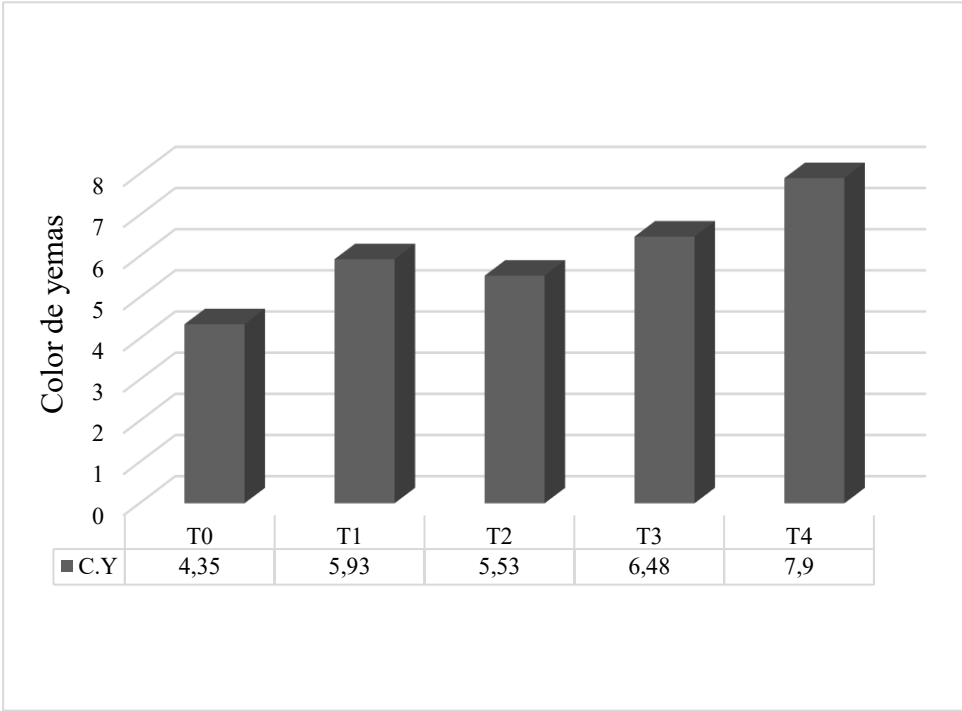


Figura 24. Color de yema de huevos de codornices.

3.3.11 Índice de forma

El índice de forma no presentó diferencias significativas ($P>0,05$). El tratamiento T0 registro el valor más alto con 76,54 % seguido de T3 con 75.04 % T1 con 74,80 % T4 con 73,90 % y T2 con 73,54%. Los tratamientos no afectaron la forma del huevo.

El índice de forma no presentó diferencias significativas entre los tratamientos, indicando que la inclusión de harina de remolacha y pimienta no modificó la relación entre el ancho y la longitud del huevo. Estos resultados concuerdan con Kour *et al.* (2024), quienes reportaron que la suplementación con diferentes aditivos fitogénicos produjo escasas variaciones en el índice de forma de huevos de codornices ponedoras. Asimismo, Kanbur *et al.* (2023), señalaron que la incorporación de hojas de banano en la dieta de codornices no afectó significativamente el índice de forma, lo que sugiere que esta característica depende principalmente de factores fisiológicos y genéticos más que del tipo de suplemento vegetal empleado.

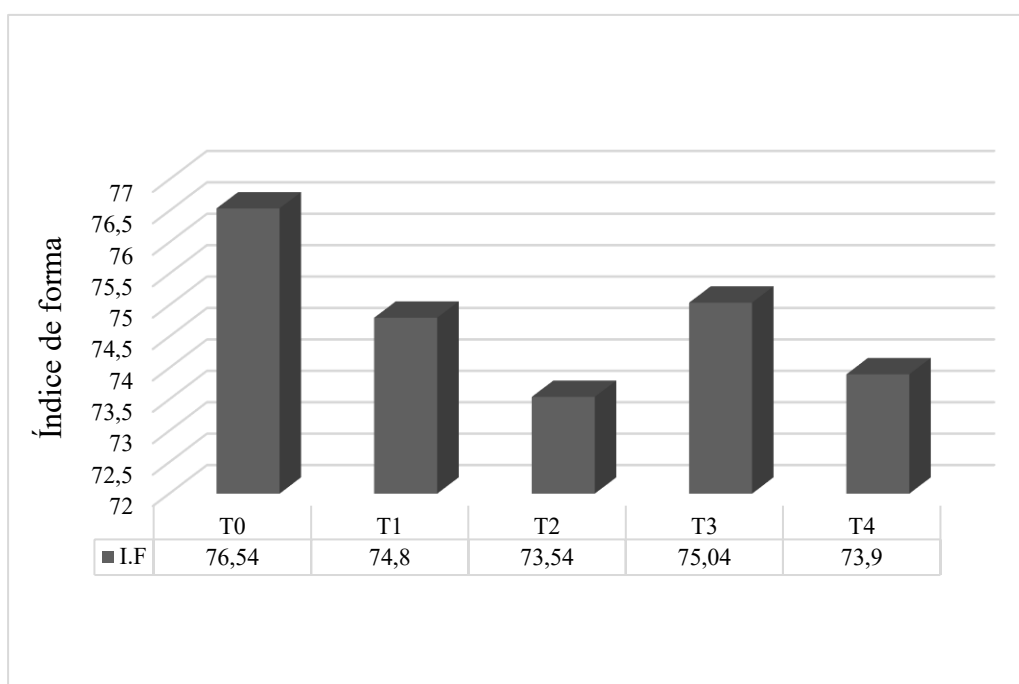


Figura 25. Índice de forma de huevos de codornices.

3.3.12 Índice de yema

El índice de yema no presentó diferencias significativas ($P>0,05$), manteniéndose valores similares entre tratamientos. Los tratamientos T0 y T4 alcanzaron los valores más altos con 0,36, mientras que T1, T2 y T3 registraron 0,35. Estos resultados evidencian estabilidad en la calidad de la yema.

El índice de yema presentó diferencias significativas entre tratamientos, siendo mayor en T4, lo que indica una mejor calidad interna del huevo. Estos resultados concuerdan con Ahmed (2022), quien encontró diferencias en el índice de yema entre líneas de codornices. Además, Ludoški *et al.* (2026), señalaron que un mayor índice de yema refleja una mejor frescura y calidad interna del huevo.

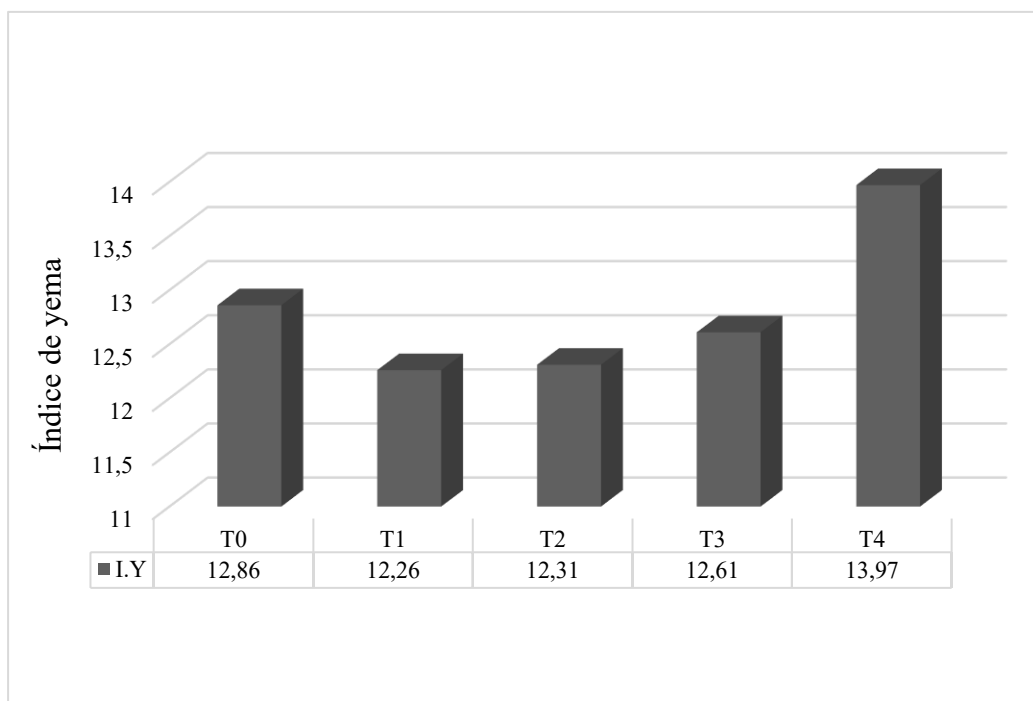


Figura 26. Índice de yemas de huevos de codornices.

3.3.13 Índice de cáscara

El índice de cáscara no presentó diferencias significativas ($P>0,05$). El tratamiento T3 alcanzó el valor más alto con 16,86 %, seguido de T2 con 15,52 %, T0 con 15,32 %, T1 con 15,18 % y T4 con 15,15 %. Los tratamientos no afectaron significativamente esta variable.

El índice de cáscara no presentó diferencias significativas entre tratamientos, lo que indica que la suplementación con harina de remolacha y pimienta no afectó la proporción de cáscara respecto al peso del huevo. Estos resultados coinciden con Ludoški *et al.* (2026), quienes encontraron que la calidad de la cáscara permaneció estable en codornices japonesas bajo diferentes condiciones experimentales. De igual manera Ahmed (2022), reportó que el porcentaje de cáscara depende principalmente de factores fisiológicos y minerales, más que de la inclusión de ingredientes vegetales en la dieta.

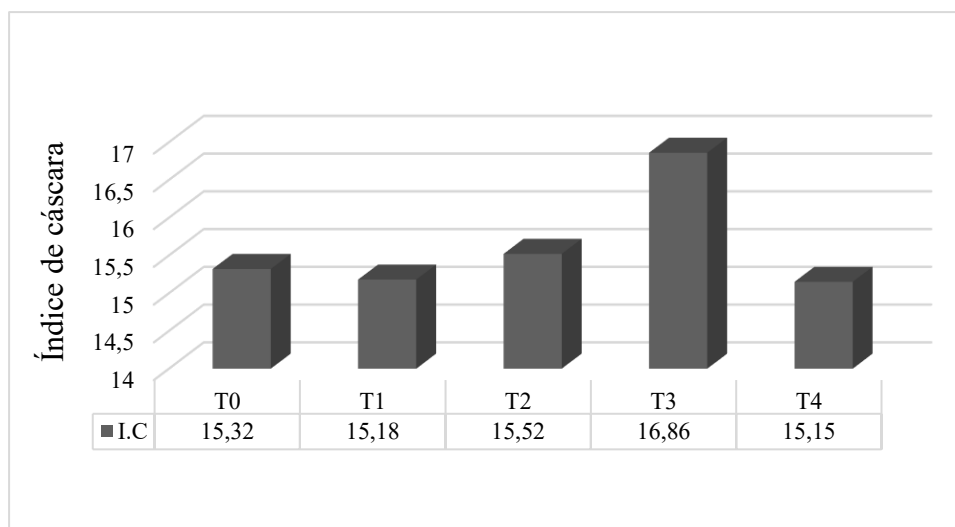


Figura 27. Índice de cascara de huevos de codornices.

3.3.14 Unidades Haugh

Las unidades Haugh presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0,001$). El tratamiento T4 registró el valor más alto con 94,58, seguido de T3 con 92,82, T0 con 92,81, T1 con 92,67 y T2 con 92,61. Estos resultados evidencian una mejor calidad proteica y fresca del huevo en el tratamiento T4.

Las unidades Haugh fueron mayores en el tratamiento T4, indicando una mejor calidad interna del huevo. Estos resultados coinciden con Safavipour *et al.* (2022), quienes observaron una mejora en este indicador al utilizar aditivos fitogénicos en codornices. De igual forma, Ahmed (2022), reportó diferencias significativas en las unidades Haugh entre grupos experimentales, relacionándolas con una mejor calidad del huevo.

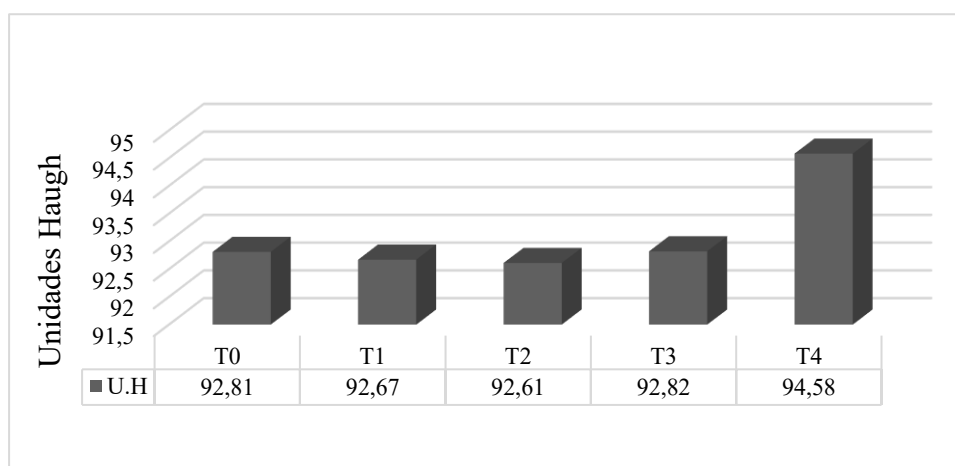


Figura 27. Unidades Haugh, calidad proteínica de huevos de codorniz.

3.4 Evaluación de la relación beneficio/costo

El análisis de la relación beneficio/costo para los diferentes tratamientos evaluados determino que todas las dietas experimentales son económicamente viables, al presentar valores superiores a 1,00. Esto indica que los ingresos generados superaron a los egresos en cada uno de los escenarios analizados.

El tratamiento 4 registro la mayor relación con valor de 1,29, en la cual se obtiene un retorno de 1,29 USD, una ganancia de 0,29 USD.

Tabla 7. Cálculo de beneficio / costo por tratamiento.

Variables	T0	T1	T2	T3	T4
Egresos	197,60	209,10	209,70	210	210,30
Ingresos	251,50	257,40	260,90	265,70	272,80
Beneficio / costo	1,27	1,23	1,24	1,26	1,29

El análisis financiero del proyecto determinó que todos los tratamientos evaluados son económicamente viables al superar una relación beneficio/costo de 1,00, destacando el Tratamiento 4 como el más rentable con un índice de 1,29 y la mayor recaudación total de 272,80 USD. Aunque la inclusión progresiva de las harinas de *Beta vulgaris* y *Capsicum annuum* incrementó gradualmente los costos de producción (de 197,60 USD en T0 a 210,30 USD en T4), este egreso fue ampliamente compensado por el aumento de los ingresos. La clave del éxito comercial de este tratamiento superior radicó en una mayor productividad y venta de huevos de consumo (114 docenas), complementada eficientemente con la comercialización de las codornices de descarte y el aprovechamiento de la codornaza al cierre del clico.

Tabla 8. Estructura de costos de producción e ingresos en codornices alimentadas con dietas basadas en pigmentantes naturales (Beta vulgaris y Capsicum annum).

Detalle	Unidades	Cantidad	T0 Valor/unitario o USD	Total	Cantidad	T1 Valor/unitario o USD	Total	Cantidad	T2 Valor/unitario o USD	Total	Cantidad	T3 Valor/unitario o USD	Total	Cantidad	T4 Valor/unitario o USD	Total
Egreso																
Animales	Aves	50	1,75	87,5	50	1,75	87,5	50	1,75	87,5	50	1,75	87,5	50	1,75	87,5
Sanidad	lote	1	5	5	1	5	5	1	5	5	1	5	5	1	5	5
Servicios básicos	Mes	3	1,5	4,5	3	1,5	4,5	3	1,5	4,5	3	1,5	4,5	3	1,5	4,5
Instalaciones	Unidad	1	5	5	3	5	15	3	5	15	3	5	15	3	5	15
Mano de obra	Jornal	2	10	20	2	10	20	2	10	20	2	10	20	2	10	20
Alimento balanceado	kg	126	0,6	75,6	126	0,6	75,6	126	0,6	75,6	126	0,6	75,6	126	0,6	75,6
Harina Remolacha	kg	0	0	0	3	0,25	0,75	3	0,35	1,05	3	0,4	1,2	3	0,45	1,35
Harina de Pimiento	kg	0	0	0	3	0,25	0,75	3	0,35	1,05	3	0,4	1,2	3	0,45	1,35
Total, USD				197,6			209,1			209,7			210			210,3
Ingresos																
Huevos de Consumo	Docenas	109	1,5	163,5	112	1,5	168	107	1,5	160,5	111	1,5	166,5	114	1,5	171
Codornices descarto	Aves	20	2	40	20	1,9	38	20	1,95	39	20	1,92	38,4	20	2	40
Codornaza Gallinaza	Kg	12	4	48	12,85	4	51,4	15,35	4	61,4	15,2	4	60,8	15,45	4	61,8
Total, USD				251,5			257,4			260,9			265,7			272,8
Beneficio y Costo				1,27			1,23			1,24			1,26			1,29

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

La inclusión de harina de *Capsicum annuum* al 5% (T4) incrementó significativamente la intensidad de la pigmentación del vitelo, alcanzando el mayor valor en la escala colorimétrica de Roche (7,90), superando a los tratamientos con harina de remolacha y al tratamiento control. Esto demuestra que el pimiento rojo es un pigmentante natural eficiente para mejorar la coloración del vitelo.

La evaluación de los indicadores de rendimiento productivo evidenció que el tratamiento T4 (5% de harina de pimiento) presentó el mejor desempeño, al registrar el mayor peso final (116,73 g), la mayor ganancia de peso (28,60 g), la mejor conversión alimenticia (2,36), la mayor producción de huevos diarios (7,14), el mayor número de huevos semanales (50,00) y la mayor masa de huevo (613,00 g). Estos resultados confirman que la suplementación con harina de pimiento favorece el rendimiento productivo de las codornices de postura.

El análisis costo-beneficio determinó que todos los tratamientos fueron económicamente viables al presentar una relación beneficio/costo superior a 1,00; sin embargo, el tratamiento T4 obtuvo el mayor índice (1,29), lo que demuestra que la inclusión del 5% de harina de pimiento *Capsicum annuum* representa la alternativa más rentable para mejorar la productividad y la calidad del huevo en codornices de postura.

Recomendaciones

Se recomienda a los productores de codornices incorporar harina de pimiento al 5% en la alimentación de aves de postura, debido a que mejora la pigmentación del vitelo, optimiza el rendimiento productivo y ofrece una mayor rentabilidad económica.

Se sugiere promover el uso del pigmentantes naturales como alternativa a los colorantes sintéticos, contribuyendo a obtener huevos con mayor aceptación comercial y favoreciendo una producción avícola más sostenible.

Se recomienda realizar futuras investigaciones evaluando niveles de inclusión superiores al 5% así como diferentes combinaciones entre harina de remolacha y harina de pimiento, con el propósito de determinar posibles efectos sinérgicos sobre la calidad del huevo y el desempeño productivo.

Se aconseja ampliar el período experimental y evaluar variables adicionales como la capacidad antioxidante del huevo, estabilidad de la pigmentación durante el almacenamiento, composición nutricional del vitelo y aceptación del consumidor, con el fin de fortalecer la aplicación comercial de estos pigmentantes naturales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmed, L. S. (2022). Impact of egg shell and spots colour on the quality of hatching eggs derived from three lines of local quail. *iraqi journal of agricultural sciences*, 53(6), 1256–1269.
- Aparecida, L., De Almeida, S., Amorim, A. B., Luciana, A., Doutorado, S., Zootecnia, E., Arantes, V. M., Doutorado, E. A., Freitas Martinez, J., Diogo De Assis, S., Henrique, C., & Lima, P. (2026a). Levels of natural pigments (marigold - *Tagetes erecta* and annatto – *Bixa orellana* L.) In the diet of laying quails: effects on egg quality and yolk color. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 9(2), e86525–.
- Aparecida, L., De Almeida, S., Amorim, A. B., Luciana, A., Doutorado, S., Zootecnia, E., Arantes, V. M., Doutorado, E. A., Freitas Martinez, J., Diogo De Assis, S., Henrique, C., & Lima, P. (2026b). Levels of natural pigments (marigold - *Tagetes erecta* and annatto – *Bixa orellana* L.) In the diet of laying quails: effects on egg quality and yolk color. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 9(2), e86525–e86525.
- Arslan, E., Güler, S., Sarı, M. M., Yonar, H., & Çetin, O. (2023). Egg weight estimation and the effect of age and plumage colors on some egg quality traits in Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 35(6), 569–576.
- Carvalho, L. C., Mani, T. S. A., Lima, M. B., Pavanini, J. A., Vieira, R. B., Amoroso, L., & Silva, E. P. (2022). Determination of the Optimal In-Feed Amino Acid Ratio for Japanese Quail Breeders Based on Utilization Efficiency. *Animals* 2022, Vol. 12, Page 2953, 12(21), 2953.
- Cumpa Gavidia, M. (2021). Nutrición y alimentación de las codornices japonesas. Disponible en: <https://actualidadavipecuaria.com/nutricion-y-alimentacion-de-las-codornices-japonesas-parte-1/> Consultado: 6/7/2025
- Dey, P., Ray, S. D., Kochiganti, V. H. S., Pukazhenth, B. S., Koepfli, K. P., & Singh, R. P. (2024). Perspectivas mitogenómicas sobre la evolución, el tiempo de divergencia y las áreas de distribución ancestrales de las codornices *Coturnix*. *Genes*, 15(6), 742.
- Doss, A. (2024). The Role of *Coturnix* Quail in Sustainable Agriculture. Disponible en: <https://5acresanddestiny.com/the-role-of-coturnix-quail-in-sustainable-agriculture/> Consultado: 6/7/2025
- El Sabry, M. I., Hassan, S. S. A., Zaki, M. M., & Stino, F. K. R. (2022). Stocking density: a clue for improving social behavior, welfare, health indices along with productivity performances of quail (*Coturnix coturnix*)—a review. *Tropical Animal Health and Production*, 54(1), 83-.
- Eliel Depieri, M., Raiane Costa, D., Antônio Monteiro Candidate, F., Hernandes Cangianelli Candidate, G., de Oliveira Marques, D., Dorne Bronzi, R., Hashimoto Gil, M., de Souza Obino, L., Rodrigues Nunes, V., Ferreira dos Santos, G., Soares Ribeiro, R., & Luiza Rodrigues de Souza Professor, M. (2026). Sustainability in quail production: integration of the supply chain,

traceability, and technological innovation. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 9(1), e86253–e86253.

- Escalante, J. (2019). Codorniz: propiedades, beneficios y valor nutricional. Disponible en: <https://www.lavanguardia.com/comer/20190122/454163606663/codorniz-propiedades-beneficios-valor-nutricional.html> Consultado: 6/7/2025
- González Martínez, K. (2018). Principales razas y líneas de Codornices, toda la información. Disponible en: <https://zoovetesmipasion.com/avicultura/codorniz/razas-de-codornices> Consultado: 6/7/2026
- Goswami, D. S., Choudhary, J. L., & Jat, J. R. (2022). Producción de codornices: un negocio rentable. *Indian Farming*, 72(3).
- Gül, İ., & Cufadar, Y. (2023). Efecto de la adición de aceite de pimiento rojo (*Capsicum annuum* L.) a dietas de codornices en crecimiento sobre el rendimiento, el sacrificio y algunas características séricas. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 11(2), 318–322.
- Hossain, M. A., Mahbub, A. S. M., & Belal, S. A. (2024). Efectos del alojamiento y la dieta sobre el rendimiento de la producción, el índice de calidad y la composición química de los huevos de codorniz japonesa. *Veterinary and Animal Science*, 23, 100340.
- Jansson, D. S., Hedman, F. L., Yngvesson, J., Keeling, L., & Henriksen, R. (2025). Revisión crítica sobre el bienestar de las codornices japonesas en alojamiento sin jaulas: conocimientos actuales y perspectivas futuras. *Poultry Science*, 104(8).
- Kanbur, G., Göçmen, R., & Cufadar, Y. (2023a). Effect of dietary banana leaves (*Musa acuminata*) with multienzyme complex supplementation on intestinal content, serum biochemicals, egg production, and egg quality in laying quail. *Livestock Science*, 277, 105249.
- Karal, S., Korkmaz Turgud, F., Narinç, D., & Aygun, A. (2024). The Behavioral and Productive Characteristics of Japanese Quails (*Coturnix japonica*) Exposed to Different Monochromatic Lighting. *Animals* 2024, Vol. 14, Page 482, 14(3), 482.
- Kour, G., Khan, N., Sharma, R. K., Mahajan, V., Bhat, Z. F., & Khandii, S. A. (2024). Influence of Supplementation of Phytogenic Feed Additives on Egg Quality of Layer Quail. *Indian Journal of Animal Research*, (Of).
- Kryeziu, A. J., Ramadani, X., & Kamberi, M. A. (2026). Changes related to storage conditions in the quality of quail eggs of different sizes. *Agronomy Research*, 24(1), 124–139.
- Lima, H. J. D., Morais, M. V. M., & Pereira, I. D. B. (2023). Updates in research on quail nutrition and feeding: a review. *World's Poultry Science Journal*, 79(1), 69–93.
- Lobato, H. C., Vieira, M. C., Araújo, V. F., Rezende, R. M., Ferreira, F., Lara, L. J. C., & Araújo, I. C. S. (2025). Japanese quail production in Brazil: historic, challenges and opportunities. *World's Poultry Science Journal*, 81(3), 755–774.

- Ludoški, M., Grković, N., Suvajdžić, B., Vicić, I., Branković Lazić, I., Baltić, T., & Čobanović, N. (2026). Eggshell colour affecting the safety and quality of Japanese quail eggs (*Coturnix coturnix japonica*). *British Poultry Science*.
- Luna. (2016). Remolacha: propiedades, beneficios y usos en la cocina. Disponible en: <https://www.cuerpamente.com/guia-alimentos/remolacha> Consultado: 6/7/2025
- Maulod, D. D., Jalal, A., Ahmed, S. M., & Maulod, D. D. (2022). Effect of thyme (*Thymus vulgaris*) as a feed additive on the growth performance, blood parameters and carcass characteristics of Japanese quails. *Tikrit Journal for Agricultural Sciences*, 22(3), 44–52.
- Minolta, K. (2024). Medición del color de la yema y la cáscara del huevo. Disponible en: <https://sensing.konicaminolta.us/mx/blog/medicion-del-color-de-la-yema-y-la-cascara-del-huevo/> Consultado: 6/7/2025
- NICASIO. (2021). Carne de Codorniz: Propiedades Nutricionales y Beneficios. Disponible en: <https://tionicasio.com/carne-codorniz-propiedades/> Consultado: 6/7/2025
- Octaviano, N., Marwa, S., Sujana, E., & Garnida, D. (2026). Relationship between Storage Duration and Yolk Index, Albumen Index and Haugh Unit of Padjadjaran Quail Eggs in Peak Production Phase. *Jurnal Produksi Ternak Terapan*, 7(1), 12–20.
- Oke, O. E., Oliyide, K. M., Akosile, O. A., Oni, A. I., Adekunle, E. O., Oyebanji, B. O., Aremu, O. P., Adeoba, I. M., Eletu, T. A., & Daramola, J. O. (2025). Innovaciones en el bienestar de las codornices: integración del enriquecimiento ambiental, la nutrición y los avances genéticos para mejorar la salud y la productividad. *Veterinary Medicine and Science*, 11(4), e70424.
- Olgun, O., Gül, E. T., Kılınç, G., Yıldız, A., Çolak, A., & Sarmiento-García, A. (2022). Performance, Egg Quality, and Yolk Antioxidant Capacity of the Laying Quail in Response to Dietary Choline Levels. *Animals* 2022, Vol. 12, Page 3361, 12(23), 3361.
- Ordoñez Limones, I. M. (2024). Harina de achiote *Bixa orellana* L como pigmentante en el vitelo de huevo de codornices en el centro de apoyo Río Verde – UPSE. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/12019> Consultado: 6/7/2025
- Ossamulu, I. F., Ogunsanya, M. U., Odu, N. M., Salubuyi, S., Musa, M., & Ariyeloje, S. D. (2023). Nutrient evaluation of different avian species eggs from Minna, Niger State Nigeria. *Agricultura Tropica et Subtropica*, 56(1), 41–49.
- Pocoví Mieras, M. (2024, May). Curiosidades y beneficios nutricionales del pimiento morrón. Disponible en: <https://ondojan.com/la-revista/a-la-carta/58-saberes-y-sabores/1992-curiosidades-y-beneficios-nutricionales-del-pimiento-morrón.html> Consultado: 6/7/2025
- Puigcerver, M., Sardà Palomera, F., & Rodríguez Teijeiro, J. D. (2021). Codorniz común - *Coturnix coturnix*. *Scientific Reports*, 11(1), 21131.
- Preciado Sánchez, G. D. (2025). Alimentación de la codorniz *Coturnix coturnix japonica* a base de suplementos nutricionales para la producción de huevos en la

provincia de Santa Elena. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2025. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/14195> Consultado: 6/7/2026

- Razmaitė, V., Šiukščius, A., & Leikus, R. (2022). Effects of Dietary Rapeseed (*Brassica napus*), Hemp (*Cannabis sativa*) and Camelina (*Camelina sativa*) Seed Cakes Supplementation on Yolk and Albumen Colour and Nutritional Value of Yolk Lipids in Estonian Quail Eggs. *Animals*, 12(22), 3110.
- Reda, F. M., Madkour, M., El-Azeem, N. A., Aboelazab, O., Ahmed, S. Y. A., & Alagawany, M. (2022). Tomato pomace as a nontraditional feedstuff: productive and reproductive performance, digestive enzymes, blood metabolites, and the deposition of carotenoids into egg yolk in quail breeders. *Poultry Science*, 101(4), 101730.
- Rodríguez Sinche, B. A. (2022). Comportamiento productivo de codornices japónicas en ceba con la inclusión de harina de cabeza de camarón, Caridea, en el cantón Salinas. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/7568> Consultado: 6/7/2025
- Safavipour, S., Tabeidian, S. A., Toghyani, M., Foroozandeh Shahraki, A. D., Ghalamkari, G., & Habibian, M. (2022). Laying performance, egg quality, fertility, nutrient digestibility, digestive enzymes activity, gut microbiota, intestinal morphology, antioxidant capacity, mucosal immunity, and cytokine levels in meat-type Japanese quail breeders fed different phytogenic levels. *Research in Veterinary Science*, 153, 74–87.
- Salazar Salazar, L. V. (2022). Efecto de diferentes horas luz en la producción de huevo en las codornices (*Coturnix japonica*). Disponible en: <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/3670> Consultado: 6/7/2025
- Samuel, S. S., Datau, F., & Gubali, S. I. (2024). Quality of quail eggs given moringa leaf flour (*Moringa Oleifera* Lam) In feed. *Jambura Journal of Animal Science*, 7(1), 11–19.
- Şengül, A. Y. (2021). Efecto de la suplementación con polvo de remolacha roja en dietas para codornices. *The Indian Journal of Animal Sciences*, 91(1), 58–62.
- Tuğçe Gül, E., Engin Tüzün, A., Olgun, O., Yıldız, A., Üniversitesi, S., Fakültesi, Z., Bölümü, Z., Yeme Kapsa Biberi Tozu İlavesinin Bıldırcınlarda Performans, K., Kalitesi ve Yumurta Sarısı Rengi Üzerine Etkisi, Y., & Makalesi, A. (2024). Efecto de la adición de polvo de pimienta Capiá (*Capsicum annum* cv. Kapija) a la dieta sobre el rendimiento, la calidad del huevo y el color de la yema en codornices. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 12(9), 1571–1576.
- Umar, D. S., Muhammad, B., Zubairu, W. I., & Faruk, M. U. (2015). Huevos de codorniz: nutrición, beneficios para la salud y precauciones. *Pharmacognosy Journal*, 7(2), 102–106.
- Valentim, J. K., Bittencourt, T. M., Lima, H. J. D. àvila, Barros, F. K. Q., Pereira, I. D. B., de Almeida, G. R., & Ziemniczak, H. M. (2020). Natural and synthetic pigments in diet of Japanese quails. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 42(1), e47364.

- Wengerska, K., Czech, A., Knaga, S., Drabik, K., Próchniak, T., Bagrowski, R., Gryta, A., & Batkowska, J. (2022). The Quality of Eggs Derived from Japanese Quail Fed with the Fermented and Non-Fermented Rapeseed Meal. *Foods*, 11(16), 2492.
- Wilkinson, N., Dinev, I., Aspden, W. J., Hughes, R. J., Christiansen, I., Chapman, J., Gangadoo, S., Moore, R. J., & Stanley, D. (2018). Ultraestructura del tracto gastrointestinal de la codorniz japonesa sana (*Coturnix japonica*) mediante microscopía óptica y electrónica de barrido. *Animal Nutrition (Zhongguo Xu Mu Shou Yi Xue Hui)*, 4(4), 378–387.
- Yeager, S. (2026, April 12). What Happens to Your Body When You Eat Beets Regularly. Disponible en: <https://www.health.com/benefits-of-eating-beets-11847758> Consultado: 5/7/2026

ANEXOS



Figura 1A. Instalación de Comederos y bebederos.



Figura 2A. Adición de Harina de remolacha (*Beta Vulgaris*) y Pimiento rojo (*Capsicum annuum*) al balanceado para la alimentación.



Figura 3A. Peso inicial y peso de final de codornices expresado en gramos.



Figura 4A. Recolección y conteo diario de huevos.



Figura 5A. Provisión de alimento y agua a los animales.



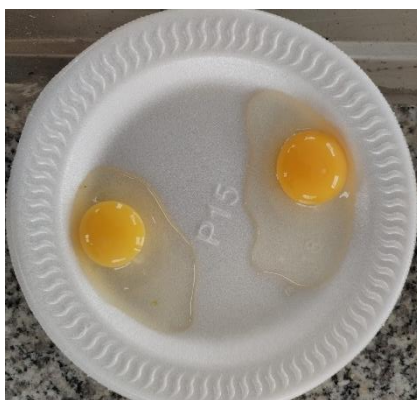
Figura 6A. Peso de huevo y peso de la cáscara.



Figura 7A. Largo y ancho de huevo.



T0 0%



T1 2,5%

T2 5%



T3 2.5%

T4 5%

Figura 8A. Coloración de yemas en diferentes niveles de adición de harina de remolacha y pimienta roja.