



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

**HARINA DE ACHIOTE (*Bixa orellana* L) COMO PIGMENTANTE EN
EL VITULO DE HUEVO DE CODORNICES EN EL CENTRO DE
APOYO RÍO VERDE – UPSE.**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

Autora: Isabel Maylin Ordóñez Limones

LA LIBERTAD, JULIO 2024



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

**HARINA DE ACHIOTE (*Bixa orellana L*) COMO PIGMENTANTE EN
EL VITELO DE HUEVO DE CODORNICES EN EL CENTRO DE
APOYO RÍO VERDE – UPSE.**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

Autora: Isabel Maylin Ordóñez Limones

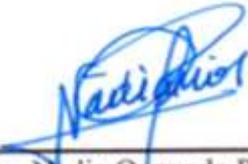
Tutora: Ing. Verónica Cristina Andrade Yucailla, Ph.D.

LA LIBERTAD, 2024

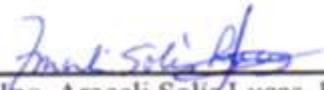
TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **ISABEL MAYLIN ORDÓÑEZ LIMONES** como requisito parcial para la obtención del grado de Ingeniero/a Agropecuario de la Carrera de Agropecuaria.

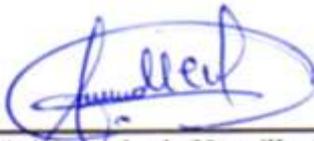
Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 17/ 07/ 2024.



Ing. Nadia Quevedo Pinos, Ph. D.
**DIRECTORA DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



Ing. Araceli Solís Lucas, Ph. D.
**PROFESORA ESPECIALISTA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Verónica Andrade Yucailla, Ph. D.
**PROFESORA TUTORA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



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



Ing. Washington 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.

Primero que nada, un enorme agradecimiento a la Ing. Verónica Cristina Andrade Yucailla, Ph. D, por su liderazgo, orientación y apoyo incondicional durante todo el proceso. Su visión y dedicación fueron fundamentales para la implementación exitosa de este proyecto. Agradezco al Centro de Apoyo Río Verde por brindarme la acogida para poder realizar mi trabajo de investigación.

Agradezco a mi familia, especialmente a mi madre y mi padre, gracias por su paciencia y por siempre creer en mí. Por su apoyo constante a lo largo de mi formación académica.

Agradezco a mi novio Jeanpierre que ha sabido entenderme y dejarme desarrollar académicamente y siempre ha estado allí cuando he necesitado ánimos por algún problema,

También quiero agradecer a mi compañera Nayeli Rodríguez Magallanes, por trabajar juntas en el desarrollo de recopilación de datos y hacer que este proyecto sea posible, a mi compañera Angelica Yagual Del Pezo, que desde que comenzamos con esta aventura académica recibimos apoyo mutuamente.

Finalmente, agradezco a todos ustedes, gracias de corazón, este proyecto fue un éxito gracias a su arduo trabajo y apoyo para poder culminar mi proceso académico.

Isabel Maylin Ordóñez Limones.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de Titulación a mis padres, Gonzalo Ordóñez Mantilla y Elena Limones Chompol, 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 que han invertido en mi educación. 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.

Dedico este trabajo a mis hermanos, Lorena, Danny y Karina, hoy con profunda gratitud y amor, que este logro sea también suyo, pues cada página escrita lleva impregnada su sabiduría y amor que me han brindado como hermanos.

También dedico este trabajo mi querido Jeanpierre Cedeño que fue mi apoyo a lo largo de este exigente camino. Tu paciencia, comprensión y amor inquebrantable han sido fundamentales para mantenerme enfocado y motivado durante las largas horas de estudio y dedicación. Tu constante estímulo y aliento han sido el impulso que necesitaba para superar los obstáculos y alcanzar mis metas académicas.

Isabel Maylin Ordóñez Limones.

RESUMEN

La coloración del vitelo del huevo de codorniz es una característica importante que influye en la aprobación del cliente, sin embargo, la introducción de colorantes artificiales plantea cuestiones relativas a la salud y la seguridad alimentaria. Este estudio evaluó la eficacia de la harina de achiote (*Bixa orellana L*) como colorante natural, investigando su influencia tanto en la producción como en la calidad del huevo. El objetivo fue determinar la cantidad ideal de harina de achiote para elevar el color de la yema de huevo de codorniz, evaluando simultáneamente los indicadores de productividad y la calidad interna y externa del huevo. La investigación utilizó cuatro intervenciones dietéticas con proporciones variables de harina de achiote (0 %, 2.5 %, 5 % y 7.5 %). Se analizó el grado de pigmentación de la yema, indicadores productivos como peso final, aumento de peso, la calidad interna, exterior del huevo, incluyendo índice de forma, índice de yema, índice de clara y Unidades Haugh. Los datos se sometieron a análisis estadístico para detectar diferencias significativas entre los tratamientos. Los hallazgos indicaron que el uso de harina de achiote al 7.5 % provocó la intensidad de color más pronunciada en la yema, con una medición de 12.8 que fue sustancialmente mayor que la medición del grupo de control. No se observaron diferencias estadísticas significativas en las medidas, lo que indica que la incorporación de harina de achiote no tiene un impacto perjudicial en el desempeño de las codornices. En conclusión, incluir un 7.5 % de harina de achiote es un método exitoso para mejorar la coloración de la yema de huevo de codorniz sin ningún impacto adverso en la productividad y la calidad. Este estudio indica que la harina de achiote es un sustituto viable y orgánico de los colorantes artificiales.

Palabras clave: Pigmentación, Calidad del huevo, indicadores productivos, Nutrición avícola.

ABSTRACT

Coloring the egg yolk through dyeing is an important feature that influences customer satisfaction. However, health and nutritional safety are of utmost importance when using artificial colors from plants. The studio evaluated the effectiveness of achiote resin (*Bixa orellana* L) as a natural dye and examined its impact on production and egg quality. The goal was to determine the ideal amount of flour to improve eggshell color while evaluating productivity indicators as well as the internal and external quality of the eggs. The study used four dietary interventions with varying proportions of achiote farine (0%, 2.5%, 5%, and 7.5%). Productivity measures such as egg yolk color grade, final weight, weight gain, internal quality, external egg quality including shape index, yolk index, clarification index, and Haugh units were analyzed. Data will undergo partial statistical analysis to identify significant differences between treatments. The evidence showed that using 7.5% achiote resin, color intensity was significantly greater compared to the previous year, with a dosage of 12.8, which was significantly higher than the control dosage. No significant statistical differences were observed in the measurements. This suggests that the inclusion of achiote farine in the absence of codornices does not have a deleterious effect. In conclusion, the addition of 7.5% maple powder is an effective way to improve ovary coloration without compromising productivity and quality. This study shows that achiote resin is an effective organic alternative to artificial colors.

Keywords: Pigmentation, Egg quality, Productivity indicators, Poultry diet nutrition.

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

El presente Trabajo de Integración Curricular titulado "**HARINA DE ACHIOTE (*Bixa orellana L*) COMO PIGMENTANTE EN EL VITELLO DE HUEVO DE CODORNICES EN EL CENTRO DE APOYO RIO VERDE – UPSE**" y elaborado por **Isabel Maylin Ordóñez Limones**, 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".



Isabel Maylin Ordóñez Limones
Firma del estudiante

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
Problema Científico	2
Justificación	2
Objetivos	2
Objetivo General	2
Objetivos Específicos	2
Hipótesis	2
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
1.1 Coturnicultura	3
1.2 Origen	3
1.2.1 <i>Clasificación Taxonómica</i>	3
1.2.2 <i>Características de la codorniz</i>	4
1.2.3 <i>Principales líneas de codornices</i>	4
1.2.4 <i>Diferencias fenotípicas de codornices</i>	4
1.3 Ventajas de la producción de codornices	4
1.3.1 <i>Sistema de Alimentación de codornices</i>	5
1.3.2 <i>Alimentación de codornices</i>	5
1.3.3 Principales propiedades nutricionales de los huevos de codorniz.....	5
1.3.4 Valor nutricional del huevo de codorniz.....	6
1.4 Enfermedades de codorniz	6
1.4.1 <i>Enfermedades respiratorias</i>	6
1.4.2 <i>Prolapsos</i>	6
1.5 Anatomía de codornices	6
1.5.1 <i>Sistema digestivo</i>	7
1.5.2 <i>Sistema circulatorio</i>	8
1.5.3 <i>Extremidades</i>	8
1.5.4 <i>Sistema Respiratorio</i>	9
1.6 Sistema de producción	9
1.6.1 <i>Crianza en pisos</i>	9
1.6.2 <i>Semiintensivos o en jaulas colectivas</i>	9
1.6.3 <i>Manejo de ponedoras</i>	10
1.7 Fase de reproducción o madures sexual	10
1.7.1 <i>Producción de huevos</i>	10
1.7.2 <i>Curva de postura</i>	10
1.7.3 <i>Recolección de huevos</i>	10
1.8 Conformación del huevo de codorniz	11
1.8.1 <i>Características del huevo</i>	11
1.9 Pigmentantes	11
1.9.1 <i>Achiote (Bixa orellana L)</i>	12
1.10 Clasificación de pigmentos	12
1.10.1 <i>Pigmentos de origen animal</i>	12
1.10.2 <i>Hemoglobina</i>	13
1.10.3 <i>Carotenoides</i>	13
1.10.4 <i>Carotenos</i>	13
1.10.5 <i>Xantofilas</i>	13
1.11 Abanico colorimétrico: escala de roche	13
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS	15
2.1 Lugar de ensayo	15
2.1.1 <i>Caracterización del lugar</i>	15
2.1.2 <i>Características del suelo</i>	15
2.1.3 <i>Características climáticas</i>	15
2.1.4 <i>Característica del agua</i>	16
2.2 Materiales	16

2.2.1	<i>Material biológico</i>	16
2.2.2	<i>Herramientas de campo</i>	16
2.2.3	<i>Insumos para la alimentación</i>	16
2.3	Diseño experimental y tratamientos	17
2.3.1	<i>Tratamientos utilizados</i>	17
2.4	Manejo del Experimento	18
2.4.1	<i>Duración del ensayo</i>	18
2.4.2	<i>Proceso de desinfección del galpón</i>	18
2.4.3	<i>Preparación de jaulas</i>	18
2.4.4	<i>Manejo de alimentación</i>	18
2.5	Obtención de harina de achiote	18
2.6	Variables evaluadas	19
2.6.1	<i>Peso inicial (g)</i>	19
2.6.2	<i>Peso semanal (g)</i>	19
2.6.3	<i>Peso final (g)</i>	19
2.6.4	<i>Ganancia de peso (g)</i>	19
2.6.5	<i>Consumo de alimento (g)</i>	19
2.6.6	<i>Conversión alimenticia</i>	20
2.7	Variables de rendimiento en la producción de huevos de codornices	20
2.7.1	<i>Número de huevos diarios</i>	20
2.7.2	<i>Número de huevos semanal</i>	20
2.7.3	<i>Promedio de Peso de huevos (g)</i>	20
2.7.4	<i>Producción de huevo total (g)</i>	20
2.7.5	<i>Masa de huevo (g)</i>	20
2.8	Estudio de las características de los huevos de codorniz	20
2.8.1	<i>Peso de huevo (g)</i>	20
2.8.2	<i>Anchura del huevo (mm)</i>	21
2.8.3	<i>Largo del huevo (mm)</i>	21
2.8.4	<i>Weight cáscara (g)</i>	21
2.8.5	<i>Grosor de cáscara (mm)</i>	21
2.8.6	<i>Altura de yema (mm)</i>	21
2.8.7	<i>Altura de Albúmina (mm)</i>	21
2.8.8	<i>Ancho de yema (mm)</i>	21
2.8.9	<i>Ancho de albúmina (mm)</i>	21
2.8.10	<i>Color de yema</i>	21
2.8.11	<i>Índice de yema</i>	22
2.8.12	<i>Índice de albúmina</i>	22
2.8.13	<i>Unidades Haugh</i>	22
2.9	Análisis estadístico	22
CAPITULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIONES		23
3.1	Comportamiento productivo de las codornices en fase de crecimiento	23
3.1.1	<i>Peso Inicial (g)</i>	23
4.1.1	<i>Peso final en fase de crecimiento (g)</i>	24
4.1.2	<i>Ganancia de peso (g)</i>	24
4.1.3	<i>Conversión alimenticia</i>	25
4.1.4	<i>Consumo del Alimento</i>	25
4.2	Análisis del rendimiento en la producción de huevos de codornices	26
4.2.1	<i>Números de huevos diarios</i>	26
4.2.2	<i>Número de huevos semanal</i>	27
4.2.3	<i>Promedio de peso de huevos (g)</i>	27
4.2.4	<i>Producción de huevo total (g)</i>	28
4.2.5	<i>Masa de huevo (g)</i>	28
4.1	Estudio de las características de los huevos de codorniz	29
5.1.1	<i>Peso de huevos (g)</i>	29
5.1.2	<i>Ancho de huevos (mm)</i>	30
5.1.3	<i>Largo de huevos (mm)</i>	30
5.1.4	<i>Peso de cáscara de huevo (g)</i>	31

5.1.5	<i>Grosor de cáscara de huevo (mm)</i>	31
5.1.6	<i>Altura de yemas (mm)</i>	32
5.1.7	<i>Ancho de yema (mm)</i>	33
5.1.8	<i>Color de yema</i>	33
5.1.9	<i>Índice de yema</i>	33
5.1.10	<i>Altura de albúmina (mm)</i>	34
5.1.11	<i>Ancho de albúmina (mm)</i>	34
5.1.12	<i>Índice de albúmina</i>	35
5.1.13	<i>Unidades Haugh</i>	35
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		37
ANEXOS		39
BIBLIOGRAFÍA		51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la codorniz (<i>Coturnix coturnix japónica</i>).....	3
Tabla 2. Diferencias fenotípicas de codornices entre macho y hembra.	4
Tabla 3. Composición nutricional alimento balanceado Pronaca.	17
Tabla 4. Codificación de tratamientos.....	17
Tabla 5. Tonalidad de yemas y su escala de valores según su nivel en la escala de roche.	21
Tabla 6. Comportamiento productivo de codornices en etapa de crecimiento con diferentes niveles de harina de achiote.	23
Tabla 7. Análisis del rendimiento en la producción de huevos de codornices	26
Tabla 8. Características de huevos de codorniz.	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Escala de la roche para la determinación del color del vitelo de huevo.....	14
Figura 2. Mapa satelital del Centro de Apoyo Río Verde – UPSE.....	15
Figura 3. Distribución de los diferentes tipos de tratamientos	18
Figura 4. Peso final en la etapa de crecimiento de las codornices con diferentes porcentajes de harina de achiote.....	24
Figura 5. Ganancia de peso en la etapa de crecimiento de las codornices con diferentes porcentajes de harina de achiote.	25
Figura 6. Conversión alimenticia en la etapa de crecimiento de las codornices con diferentes porcentajes de harina de achiote.....	25
Figura 7. Número de huevos diarios de codornices recolectados de cada uno de los tratamientos.....	26
Figura 8. Número de huevos por semana recolectados de cada uno de los tratamientos.....	27
Figura 9. Promedio de peso en gramos de huevos de codorniz.....	28
Figura 10. Producción de huevo total.....	28
Figura 11. Masa total de huevo en gramos.....	28
Figura 12. Peso de huevos de codornices	30
Figura 13. Ancho de huevos de codornices.....	30
Figura 14. Largo de huevos de codornices.....	31
Figura 15. Peso de cascaras de huevos.....	31
Figura 16. Grosor de cáscara de huevo de codornices.....	32
Figura 17. Altura de yemas de huevos de codornices.....	32
Figura 18. Ancho de yemas de huevos de codornices.....	33
Figura 19. Color de yema en huevos de codornices.....	33
Figura 20. Índice de yema de huevos de codornices.....	34
Figura 21. Altura de albúmina de huevos de codornices.....	34
Figura 22. Ancho de albúmina de huevos de codornices.....	35
Figura 23. Índice de albúmina de huevos de codornices.....	35
Figura 24. Unidades Haugh, calidad proteínica de huevos de codorniz.....	36

ÍNDICE DE ANEXOS

Figura 1A. Análisis de varianza (ANAVA) en el programa estadístico InfoStat sobre el comportamiento productivo en codornices en fase de crecimiento.

Figura 2A. Análisis de varianza (ANAVA) en el programa estadístico InfoStat sobre el rendimiento en la producción de huevos de codornices.

Figura 3A. Análisis de varianza (ANAVA) en el programa estadístico InfoStat sobre las características de huevos de codorniz

Figura 4A. Limpieza de galpón de codornices.

Figura 5A. Adición de Harina de achiote (*Bixa orellana L*) al balanceado para la alimentación.

Figura 6A. Peso inicial y peso de final de codornices expresado en gramos.

Figura 7A. Recolección y conteo diario de huevos.

Figura 8A. Provisión de alimento y agua a los animales.

Figura 9A. Peso de huevo y peso de la cáscara

Figura 10A. Largo y ancho de huevo.

Figura 11A. Ancho de yema y ancho de albúmina.

Coloración de yemas en diferentes niveles de adición de harina de achiote (*Bixa orellana L*)

INTRODUCCIÓN

La coturnicultura se encuentra dentro del ámbito de la avicultura y se dedica a la crianza, mejoramiento y promoción de las codornices con el objetivo de aprovechar sus diversos productos, como huevos, carne, codornaza, entre otros (Vásquez and Ballesteros, 2018).

La producción de carne de codorniz se concentra fundamentalmente en determinados países de Europa tales como España y Francia y en Estados Unidos y la de huevos en Asia (China y Japón) y más recientemente en Brasil (Minvielle, 2004).

En los últimos tiempos en Ecuador, aumento la producción de huevos de codorniz y esto se convierte en una actividad rentable y atractiva debido al notorio incremento tanto en la producción de huevos como en la carne este emprendimiento presenta oportunidades tanto en entornos rurales como urbanos, ya que ofrece beneficios nutricionales significativos y genera ingresos económicos para las familias (Cabezas and Iza, 2016).

La cría de codornices en Ecuador ha evolucionado notoriamente, pero aún persisten interrogantes acerca de cómo la implementación de harina de achiote como pigmentante en el vitelo de los huevos podría influir en la rentabilidad del negocio avícola, esta problemática surge en un contexto donde la búsqueda de métodos innovadores y sostenibles es esencial para optimizar los resultados económicos de la producción avícola (Meza, 2019).

Con el propósito de elevar la productividad, es esencial llevar a cabo una planificación exhaustiva y, especialmente, implementar un control riguroso de las prácticas de manejo; se debe prestar especial atención a factores clave en la producción, como la nutrición, el manejo, la sanidad y, dependiendo del objetivo productivo, la selección de la raza; todo esto se realiza con el objetivo de lograr rendimientos satisfactorios que permitirá a los productores competir en términos de precio y calidad, logrando así una alta rentabilidad al concluir cada ciclo (Satan, 2020).

Este trabajo de investigación sobre "Harina de Achiote (*Bixa orellana* L) como pigmentante en el vitelo de huevos de codornices" tiene como objetivo principal investigar y evaluar el efecto de la harina de achiote como pigmentante en los huevos de codornices, como principal razón determinar su eficacia, impacto en la salud y calidad nutricional, así como explorar posibles aplicaciones en la industria avícola.

Problema Científico

La adición de la harina de achiote (*Bixa orellana L*) en la dieta de las codornices (*Coturnix coturnix japónica*) como suplemento alimenticio mejorará el color del vitelo del huevo

Justificación

El objetivo del estudio fue investigar la posibilidad de mejorar el color del vitelo de los huevos producidos. El polvo de achiote es una fuente natural de bixina y norbixina, compuestos carotenoides que dan a las yemas un color amarillo oscuro y atractivo, factores que influyen en las preferencias de los consumidores. Además, su uso podría reducir la dependencia de pigmentos sintéticos, promoviendo prácticas agrícolas más sostenibles y económicas. Dado el creciente interés en productos avícolas más saludables y con menor impacto ambiental, esta investigación puede proporcionar una alternativa viable tanto para productores como para consumidores, promoviendo así el desarrollo de la agroindustria en la región.

Objetivos

Objetivo General

- ❖ Evaluar diferentes niveles de harina de achiote (*Bixa orellana L*) como pigmentante en el vitelo de huevo de las codornices en el Centro de Apoyo Río Verde – UPSE.

Objetivos Específicos

1. Identificar el nivel óptimo de adición de harina de achiote (*Bixa orellana L*) como pigmentante en el vitelo de huevo de las codornices.
2. Evaluar el comportamiento productivo de las codornices alimentados con diferentes niveles de adición de harina de achiote .
3. Determinar los indicadores más eficientes de calidad externa e interna del huevo de codorniz con la utilización de diferentes niveles de harina de achiote

Hipótesis

La adición de harina de achiote 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 Coturnicultura

La coturnicultura consiste en la crianza y promoción del rendimiento de codornices con el propósito de aprovechar sus diversos productos, este enfoque brinda oportunidades en áreas tales:

- Generación de carne (ya sea en estado fresco, en canal, congelada o encurtida).
- Producción de huevos (ya sea liofilizados, fértiles, destinados al consumo o encurtidos).
- Utilización de subproductos (como plumas, excrementos o codornaza).

Los huevos de codorniz son altamente valorados debido a su bajo contenido de colesterol y su alto índice proteico, convirtiéndolos en una opción muy recomendable para la alimentación de niños y ancianos (Vásquez and Ballesteros, 2018).

1.2 Origen

La codorniz tiene su origen en Japón y China, siendo domesticada por la dinastía japonesa en el año 600 DC, principalmente debido al hermoso canto de los machos a lo largo de la historia, la codorniz ha sido objeto de caza desde la Antigua Grecia debido a su apreciada carne, las primeras producciones de huevos de codorniz se introdujeron en América y Europa alrededor del año 1920 (Villacis and Vizhco, 2016).

1.2.1 Clasificación Taxonómica

En la Tabla 1 se muestra la clasificación taxonómica de la codorniz.

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la codorniz (*Coturnix coturnix japónica*).

Clasificación taxonómica de la codorniz	
Reino	Animal
Clase	Aves
Orden	Qalliniforme
Subfamilia	Eurasania
Familia	Phasianidae
Tribu	Coturnicini
Genero	Coturnix
Especie	<i>Coturnix coturnix japónica</i>

Fuente: Guevara (2014).

1.2.2 Características de la codorniz

La codorniz japonesa, un ave de 20 cm de longitud con una figura rechoncha, a veces se utiliza como sujeto de investigación en laboratorios debido a su capacidad de reproducción rápida y fácil en cautiverio, la codorniz común ha disminuido en número en ciertas regiones de su distribución, como en Gran Bretaña, donde anteriormente era abundante; la codorniz forma un conjunto armónico delimitado por un óvalo, cuyos límites corresponden a la cabeza y cola (Randall and Bolla, 2010).

1.2.3 Principales líneas de codornices

La crianza de codornices se destaca por sus principales líneas, las cuales juegan un papel fundamental en la Coturnicultura son: entornos señala que estas líneas son clave para analizar y entender el desarrollo de estas aves en la crianza (Flores, 2019).

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

1.2.4 Diferencias fenotípicas de codornices

Las codornices japónicas, nos permiten distinguir hembras y machos, con la finalidad de realizar el sexaje.

Tabla 2. Diferencias fenotípicas de codornices entre macho y hembra.

Características	Machos	Hembras
Base del pico	Color oscuro-negro	Color claro
Plumas del pecho	Marrón claro sin moteado	Marrón claro moteado con manchas oscuras
Barbilla	Color canela	Color beige
Adultos	Papila genital	Cloaca longitudinal

Fuente: Vázquez (2018).

1.3 Ventajas de la producción de codornices

Las codornices se explotan principalmente mediante el consumo de huevos y estos sistemas de explotación tienen grandes ventajas:

- No requieren de grandes espacios.
- Requieren poco esfuerzo de mano de obra.
- Pueden ser empresas familiares o comerciales.
- Son de alto rendimiento, resistentes de maduración temprana y rápido crecimiento, y pueden ser una fuente de proteína animal de fácil acceso y rápido rendimiento.
- El valor comercial de las hembras ponedoras, junto al bajo valor de los machos, posibilita el consumo en la misma unidad de producción.
- Puede utilizarse para investigaciones desde el punto de vista genético y productivo.
- Inician su postura antes de las 6 semanas de edad (Grimaldos, 2020).

1.3.1 Sistema de Alimentación de codornices

El tamaño y aspecto del pienso, así como la calidad del gránulo son extremadamente importantes en los primeros días de eclosión ya que el consumo es muy bajo, a medida que las codornices crecen, el proceso de trituración pasa a ser pellets; la concentración de proteína que contiene todo esto depende del fin de producción al que se destina el ave, ya sea ponedora, carne o doble propósito (Blanco, 2016).

1.3.2 Alimentación de codornices

Las codornices son aves que se alimentan de granos, lo que significa que sus picos son cortos y están adaptados a comer una cantidad equilibrada de trigo, maíz equilibrado y balanceados, el programa de alimentación de codornices debe centrarse en las necesidades nutricionales del ave, y el alimentos debe contener son una variedad de sustratos para enriquecer la dieta y también satisfacer las necesidades nutricionales de las aves (Cumpa, 2020).

1.3.3 Principales propiedades nutricionales de los huevos de codorniz

El huevo de codorniz se destaca como una fuente alimenticia con un elevado contenido proteico (13.2 %) y una considerable cantidad de lípidos (11 %); además, proporciona significativas cantidades de vitaminas A, E y del complejo B, junto con minerales como zinc, selenio y hierro, entre otros nutrientes esenciales, comparado con el huevo de gallina, que contiene un 11 % de proteínas, el huevo de codorniz ofrece un aporte proteico ligeramente superior, su equilibrado perfil de aminoácidos y, por ende, su alto valor proteico, contribuyen a estimular la función cerebral y nutrir el sistema nervioso (Cumpa, 2020).

1.3.4 Valor nutricional del huevo de codorniz

Los huevos de codorniz se distinguen por proporcionar una fuente de energía elevada, rica en proteínas de alto valor biológico, estas son esenciales para sustentar el organismo y favorecer un adecuado desarrollo muscular, así como del cerebro (Escalante, 2018).

Calorías: 155 kcal

Hidratos de carbono: 0.41 g

Grasas: 11.2 g

Proteínas: 13.05 g

Colesterol: 844 mg

Calcio: 64 mg

Fósforo: 226 mg

Potasio: 132 mg

1.4 Enfermedades de codorniz

1.4.1 Enfermedades respiratorias

La enfermedad respiratoria de las codornices es un grupo de enfermedades y afecciones que afectan el sistema respiratorio de estas aves, el sistema respiratorio de las codornices; como ocurre en otras aves, esto es de particular importancia debido a la alta tasa metabólica requerida para mantener su actividad y producción de calor; las enfermedades respiratorias pueden afectar significativamente la salud y el rendimiento de las codornices, pueden causar síntomas como tos, estornudos, dificultad para respirar, pueden ser causadas por muchos factores diferentes, virus, bacterias, causadas por hongos y otras causas (Lindao, 2023).

1.4.2 Prolapsos

Un problema común, especialmente en codornices que llevan casi un año de puesta, puede deberse a acidosis de la cavidad abdominal y oviductos; Lo mismo ocurre con los huevos demasiado grandes, lo que suele ocurrir cuando las aves de corral se suplementan con aminoácidos (Grimaldos, 2020).

1.5 Anatomía de codornices

Indica que, desde el punto de vista fisiológico, la codorniz posee una estructura anatómica que se describe como un conjunto armonioso, limitado por una elipse cuyos

extremos abarcan desde la cabeza hasta la cola, esta ave, por sus características, está adaptada para ser tanto terrestre como voladora, destacándose por tener alas y plumas robustas que le confieren la capacidad de realizar vuelos rápidos y despegues veloces, especialmente cuando se sienten amenazadas (Macedo, 2017).

1.5.1 Sistema digestivo

El sistema digestivo de las aves presenta adaptaciones específicas diseñadas para facilitar la capacidad de vuelo, en comparación con los mamíferos, el tamaño y peso del tracto digestivo de las aves tiene un tamaño y peso significativamente menor; en lugar de grandes mandíbulas y dientes, el pico cumple la función principal, permitiendo la ingesta completa del alimento, cuyo tamaño se reduce posteriormente en la molleja (Godoy, 2016).

La función primordial es transformar los alimentos en moléculas más pequeñas y facilitar su absorción dentro del organismo, con una fragmentación mecánica y una digestión química de los alimentos, y los productos de esta degradación son absorbidos por la pared del intestino delgado (Buenaño, 2016).

El sistema digestivo de las codornices está constituido por:

Boca

Se compone del pico, que funciona como una herramienta en forma de tijera y desempeña una función fisiológica crucial en la captura de alimentos, el esófago de la codorniz tiene una longitud que oscila entre 10 y 14 cm, y el buche representa una expansión del estómago cuya finalidad es almacenar los alimentos consumidos (Romero, 2023).

Lengua

Encargada de recolectar alimentos, la lengua es corta y se proyecta a través del pico, cubriendo gran parte de la superficie inferior de la cavidad oral (Grimaldos, 2020).

Laringe

Está situada justo después de la boca, conectada con la cavidad oral con el esófago (Valladares, 2019).

Hígado y vesícula biliar

Tienen un tamaño considerable y una estructura bilobulada, con conductos dirigidos al duodeno a través de la vesícula biliar; transportan secreciones ácidas que son altamente enzimáticas, ricas en amilasa y lipasa, contribuyendo así a la digestión de grasas y proteínas (Agudelo *et al.*, 2021).

Ciego

Ubicados en la frontera del intestino grueso y formando estructuras simétricas de longitud uniforme, desempeñan un papel crucial en la síntesis de vitamina D (Herrera, 2018).

Aparato urogenital

Consta de un par de riñones completamente desarrollados y de conductos excretores que se abren en la cloaca (Romero, 2015)

1.5.2 Sistema circulatorio

El sistema circulatorio tiene una estructura similar al de otras aves; su corazón, proporcionalmente grande en relación con su cuerpo, constituye una adaptación para satisfacer las demandas del vuelo, el corazón de la codorniz se encuentra dividido en cuatro cavidades, encargadas de bombear la sangre (Grimaldos, 2020).

1.5.3 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, los costados se ubican los ojos, los cuales exhiben un tono café oscuro con pupila negra, junto con unos párpados robustos y una membrana nictitante bien desarrollada (Agudelo *et al.*, 2021).

Tronco

El cuerpo es redondo y fuerte con una superficie media amplia y un pecho amplio y profundo, tiene 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 (Rodríguez Sinche, 2022).

Patatas y alas

Tienen dos tipo de extremidades las alas de la hembra están menos desarrolladas y constan de tres filas primarias de plumas, siete filas de plumas y once filas de plumas en un tono moteado de gris oscuro con tonos más claros, con una articulación tibio-tarsiana que exhibe una notable amplitud, y el metatarso es de longitud reducida, quedando cercano al suelo cuentan con cuatro dedos, tres en la parte delantera y uno en la posterior, los cuales están protegidos por escudetes córneos; en el macho, las patas son más extensas y presentan ligeras variaciones en el color (Rodríguez, 2022).

1.5.4 Sistema Respiratorio

Las aves realizan su proceso respiratorio mediante los pulmones, presentando un sistema de respiración aérea considerado como el más eficiente conocido hasta ahora, su forma y funcionamiento difieren de los mamíferos y reptiles, los pulmones de las aves son estructuras semirrígidas adheridas a las costillas (Vásquez, 2017).

El sistema digestivo de las codornices está constituido por:

- Fosas nasales
- Laringe
- Tráquea
- Sistema bronquial
- Pulmones
- Sacos aéreos

1.6 Sistema de producción

1.6.1 Crianza en pisos

No se recomienda implementar este sistema de producción de huevos debido a sus elevados costos, además de los posibles riesgos de propagación de enfermedades dentro del lote durante la etapa de postura, lo que puede resultar en pérdidas significativas en la producción de huevos, se sugiere la construcción de corrales utilizando cercos de plástico o cartones, con una cama de viruta de 4-5 cm de espesor en su interior es esencial que los corrales presenten una pendiente del 3 % para facilitar la evacuación de aguas residuales, y se recomienda la instalación de drenajes a cada lado del galpón. (Vásquez and Ballesteros, 2018).

1.6.2 Semiintensivos o en jaulas colectivas

Se sugiere el empleo del sistema de crianzas en jaulas para la producción de huevos, diseñadas específicamente para albergar aves adultas en la fase de postura cada jaula, por lo general, tiene capacidad para un máximo de 20 animales y presenta dimensiones aproximadas de 60 cm de longitud x 44 cm de ancho x 20 cm de altura; además, cuenta con una pendiente del 15 % que facilita la recolección de huevos y previene posibles rupturas, al tiempo que simplifica la tarea de limpieza de las jaulas (Valle, *et al.*, 2015).

1.6.3 Manejo de ponedoras

Una vez que las codornices cumplan 30 días de edad, son destinadas a poner huevos serán cuidadosamente seleccionadas y trasladadas a jaulas donde permanecerán hasta el final del proceso de puesta, que tiene una duración máxima de 8 meses y luego serán vendidas, debido a la producción reducida de huevos en esta etapa debe ser en un lugar cómodo y tranquilo, las codornices comienzan a poner los huevos por la tarde, pero aún se observan las condiciones necesarias para la salud (Villacis and Vizhco, 2016).

1.7 Fase de reproducción o madures sexual

Las codornices hembra entran en su fase reproductiva a los 60 días de edad. Aunque son sexualmente maduras antes de este período, sus huevos muestran un bajo índice de eclosión debido al desarrollo limitado de la yema en cuanto a los machos, alcanzan la madurez sexual a los 42 días de edad según (Valladares and Cumpa, 2014), pero su capacidad fecundante comienza a los 50 días, su actividad sexual es particularmente intensa durante 6 meses y disminuye gradualmente en el tiempo.

1.7.1 Producción de huevos

Las condiciones de manejo recomendadas, las primeras puestas comienzan en la quinta semana y se incrementarán gradualmente hasta alcanzar una estabilización en la décima semana, a partir de este punto, se anticipa una producción que oscila entre el 80% y el 95% a lo largo de 12 meses; pasado este período, se procede al sacrificio de las aves, y se hace necesario reemplazarlas; las codornices son muy precoz al llegar a la etapa de postura (Rojas, 2020).

1.7.2 Curva de postura

Las codornices comienzan a poner huevos a una edad temprana, aproximadamente a los 45 días de edad, con una buena producción promedio de huevos del 90%. El tiempo pasa, crecen, su edad va disminuyendo poco a poco, cuando cumplan un año cumplirán el 25 % y seguirá siendo ponedora, pero con menos rendimiento (García, 2015).

1.7.3 Recolección de huevos

La recolección de huevos debe llevarse a cabo dos veces al día, tanto en la mañana como en la tarde, dado que las aves no realizan la puesta al mismo tiempo una vez

recopilados, se deben descartar aquellos que presenten roturas o suciedad, almacenando los restantes en un lugar fresco hasta el momento de su comercialización (Rodríguez, 2022).

Las aves tienden a poner sus huevos en las últimas horas de la tarde, es fundamental destacar que se recomienda se realice este proceso de manera eficaz y con cautela con el fin de evitar generar estrés en las aves (García, 2015).

1.8 Conformación del huevo de codorniz

Los huevos de codorniz constan de cuatro partes que se caracterizan por su forma. La distribución es la siguiente (Romero, 2022):

Clara: Está conformada por la extrema delgada blanca, densa blanca y la interna blanca.

Yema: Conformado por el disco germinal, latebra, bandas claras y bandas oscuras.

Membrana: Conformado por la cámara de aire por una membrana externa y una interna.

Cascarón: Conformado por la cutícula está compuesta principalmente de proteínas y lípidos.

1.8.1 Características del huevo

Forma

La forma del huevo es mayormente ovoide, presentándose en un 80 % de los casos. Sin embargo, se pueden observar anomalías en forma de huevos alargados, redondeados o tubulares en algunos casos, estas variaciones pueden atribuirse a deficiencias en ciertas partes del aparato genital del animal, por lo que se desaconseja su uso para fines de incubación (Rúales, 2012).

Resistencia

La resistencia es un factor crucial, ya que determina las capacidades de transporte, manejo, entre otros aspectos, este atributo depende en mayor medida de la membrana interna que recubre el huevo que de la cáscara en sí misma y la resistencia se ubica en un rango de 1 a 3 kg (López and Urbina, 2023).

1.9 Pigmentantes

Los pigmentos han tenido una amplia aplicación en la elaboración de alimentos y siguen desempeñando una función crucial en la preparación y procesamiento alimentario a nivel global, la pigmentación de las yemas de huevo ha sido una característica sumamente relevante en su comercialización en la actualidad, existe una demanda de tonalidades más vibrantes en este producto por parte de los consumidores, ya que lo asocian con animales

saludables y consideran que un huevo con un color más intenso denota mayor calidad en contraste con aquellos de tonalidad amarilla pálida (Rodríguez, 2016).

1.9.1 Achiote (*Bixa orellana* L)

En Ecuador, la producción de achiote se concentra principalmente en las provincias de Pichincha, Manabí y Napo, en las demás provincias de la costa y oriente, se encuentra en estado silvestre; las plantaciones comerciales actualmente establecidas se localizan en la provincia de Napo, específicamente en Puerto Napo, abarcando una superficie de 160 hectáreas y otra de 50 hectáreas; asimismo, en la provincia de Pichincha, en la vía Santo Domingo-Quinindé, se cuentan con 45 hectáreas, mientras que, en la región amazónica, especialmente en El Coca vía Lago Agrio, también se lleva a cabo la producción (Mora, 2014).

La bixina puede extraerse mediante el método tradicional Soxhlet , proporcionando un rendimiento aproximado de 1,3% de bixina, sin embargo, las innovaciones puestas con el objetivo de agotar completamente los pigmentos, proporcionaron concentraciones del 3,6 % de este carotenoide, en este método las semillas fueron secadas, fragmentadas y sometidas a extracción durante 6 horas utilizando cloroformo como solvente (Barbosa *et al.*, 2016).

1.10 Clasificación de pigmentos

Los pigmentos son sustancias que pueden absorber y reflejar la luz, lo que les confiere color. Se clasifican de diversas maneras según sus propiedades y características. Clasificación general de los pigmentos:

- Animal
- Vegetal
- Mineral (Porras,2013).

1.10.1 Pigmentos de origen animal

La pigmentación desempeña un papel crucial en procesos como la absorción o reflexión de la luz y el calor, contribuyendo a funciones vitales como la termorregulación, la fotorrecepción, la síntesis de vitamina D, así como en procesos de señalización, que abarcan desde la reproducción y la predación hasta estrategias de camuflaje en diversos organismos (Rodríguez, 2014).

1.10.2 Hemoglobina

La hemoglobina consiste en una combinación de la proteína globina y un compuesto llamado hemo. El hemo, compuesto por hierro y una porfirina pigmentada, es responsable del característico color rojo de la sangre. Un rol esencial de la hemoglobina es facilitar el transporte de oxígeno y dióxido de carbono a través de la circulación sanguínea (Mendoza *et al.*, 2014).

1.10.3 Carotenoides

Los carotenoides son sustancias que otorgan color a una variedad de alimentos tanto de origen vegetal como animal, incluyendo zanahorias, jugo de naranja, tomates, salmón y yema de huevo, durante mucho tiempo se ha sabido que ciertos carotenoides, como el alfa y beta-caroteno, así como la beta-criptoxantina, pueden convertirse en vitamina A en el cuerpo humano; sin embargo, investigaciones recientes han revelado las propiedades antioxidantes de estos compuestos, así como su capacidad para prevenir ciertas enfermedades como la aterosclerosis y el cáncer, estos hallazgos han generado un creciente interés nutricional en los carotenoides (Meléndez *et al.*, 2015).

1.10.4 Carotenos

Se han documentado durante décadas compuestos ampliamente en la naturaleza, y su presencia en estructuras vegetales y en muchos organismos, incluyendo animales, algas, hongos y bacterias, estos pigmentos dan color a las flores (como la colza, la caléndula, el diente de león, el crisantemo, entre otros) y a los frutos (como tomates, naranjas, pimientos, albaricoques, melocotones, entre otros). (Meléndez *et al.*, 2017).

1.10.5 Xantofilas

Las xantofilas consisten en una combinación de carbono, hidrógeno y oxígeno, lo que las convierte en la forma oxidada de los carotenoides. Tienen una alta solubilidad en metanol y etanol, estas incluyen la violaxantina, la luteína, la fucoxantina, el β -apo-8-carotenal, entre otros (Martínez and Ordóñez, 2016).

1.11 Abanico colorimétrico: escala de roche

Con el objetivo de analizar el color del vitelo de los huevos, se han introducido diversas escalas en las últimas décadas; no obstante, la escala de La Roche, desarrollada por el laboratorio La Roche Vitamins, ha ganado una amplia aceptación y reconocimiento esta escala establece una correlación entre un tono específico del vitelo y un valor numérico

en una escala que va de 1 a 15, representando una progresión de menor a mayor intensidad de color, al seguir esta escala, se pueden identificar las preferencias respecto al color del vitelo en distintos países europeos (Maguregui, 2020).



Figura 1. Escala de la roche para la determinación del color del vitelo de huevo.

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Lugar de ensayo

2.1.1 Caracterización del lugar

Este trabajo de investigación se realizó en la comuna Río Verde, en la provincia de Santa Elena, ubicada a 25 km de la cabecera cantonal, a una altitud de 54 m.s.n.m. aproximadamente, con topografía plana y una inclinación mayor al 1%, sus coordenadas UTM son: latitud -2.308703 y longitud -80.700218 (Google Maps, 2023).



Figura 2. Mapa satelital del Centro de Apoyo Río Verde – UPSE

Fuente: Google Maps (2023).

2.1.2 Características del suelo

Lo suelos de la comunidad Río Verde se caracteriza por ser franco arcillo arenoso, bien drenados, profundidad efectiva de poca a moderada y bajo contenido de materia orgánica lo que es limitante para algunos cultivos y condiciones de escasez de agua en la zona (Geoportal, 2017).

2.1.3 Características climáticas

El clima de esta localidad se caracteriza por precipitaciones entre 125 a 150 mm anuales, una humedad relativa promedio del 80 % y temperaturas entre 16 y 31 °C (AccuWeather, 2023).

2.1.4 Característica del agua

Los análisis de agua realizados por INIAP-Bolicho fue pH 8.4, CE a 25 °C $\mu\text{S}/\text{cm}$ de 289, clasifica como C2S1 (categoría 2 salinidad y 1 por sodio), mostrando peligro de salinización medio y peligro de alcalinización bajo (De La Cruz, 2022).

2.2 Materiales

Los materiales e instalaciones que se emplearan en la siguiente investigación son:

- Libreta de apuntes
- Lápiz
- Escala de roche
- Esferográficos
- Laptop
- Cámara digital
- Calculadora
- Internet
- GPS
- Balanza gramera
- Escalímetro digital

2.2.1 Material biológico

- 160 codornices

2.2.2 Herramientas de campo

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

2.2.3 Insumos para la alimentación

- Balanceado

- Agua
- Harina de achiote

Tabla 3. Composición nutricional alimento balanceado Pronaca.

Nutrientes	%
Proteína cruda	13
Grasa Cruda	3.50
Fibra Cruda	14
Ceniza	15
Humedad	713

Fuente: Pronaca (2021)

2.3 Diseño experimental y tratamientos

En este proyecto se utilizó un diseño experimental completamente al azar (DCA), con 4 tratamientos junto con 13 animales en cada jaula. En la que se incluyó varios porcentajes de harina de achiote (2.5 %, 5 % y 7.5 %), con 5 repeticiones. Para lo que se emplearon 160 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).

2.3.1 Tratamientos utilizados

Los tratamientos se establecieron según el porcentaje de inclusión de harina de achiote, para este caso se administró 250 g de harina de achiote en 5 kilogramos de balanceado, mientras que en el otro tratamiento se aplicó 500 g de harina de achiote en 10 kilogramos de balanceado, 700 g en 10 kilogramos de alimento. Para esta investigación se probó tres niveles de adicción de harina y un testigo. El estudio se realizó con 4 tratamientos con 5 repeticiones distribuidas de la siguiente forma en la Tabla 4.

Tabla 4. Codificación de tratamientos

Tratamientos	Repetición	Código	Porcentaje de inclusión de harina de achiote
1	5	T1	0
2	5	T2	2.5
3	5	T3	5
4	5	T4	7.5

T1: 100 % de balanceado comercial

T2: 20 % de balanceado comercial + 2.5 % de harina de achiote

T3: 20 % de balanceado comercial + 5 % de harina de achiote

T4: 20 % de balanceado comercial + 7.5 % harina de achiote

T1R1	T3R1	T2R1
T3R2	T2R2	T4R1
T4R2	T1R2	T2R3
T2R3	T4R3	T1R3

Figura 3. Distribución de los diferentes tipos de tratamientos

2.4 Manejo del Experimento

2.4.1 Duración del ensayo

El proyecto se trabajó con 160 codornices distribuidas en 4 tratamientos con 5 repeticiones para realizar un estudio detallado de 120 días.

2.4.2 Proceso de desinfección del galpón

Se desinfecto el galpón con escoba y pala, para recoger los residuos que las aves desechan, también se utilizó una solución de amonio cuaternario para la desinfección de bebederos y comederos de las aves.

2.4.3 Preparación de jaulas

Se ubico la viruta como material de cama de las jaulas, cada una con sus correspondientes bebederos y comederos previamente limpiados y desinfectados.

2.4.4 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 Obtención de harina de achiote

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

- a) Adquisición: El achiote fue obtenido en el mercado de víveres Jorge Cepeda Jacome ubicado en La Libertad.
- b) Selección: Se escogió achiote de buena calidad, con semillas de color rojo intenso.

- c) Picado: Se corto el achiote utilizando un cuchillo para facilitar el secado.
- d) Pesaje: Se llevó a cabo con una balanza digital.
- e) 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.
- f) Molienda: Se realizó en un molino manual obteniéndose una harina fina sin grumos o partículas grandes.

2.6 Variables evaluadas

Para llevar a cabo el proyecto se tomó en cuenta algunas variables para evaluar el comportamiento del proceso de las codornices.

2.6.1 *Peso inicial (g)*

Se procedió a colocar a cada una de las codornices en la balanza y de esta manera registrar el peso inicial en una libreta de campo expresado en g.

2.6.2 *Peso semanal (g)*

Los registros de pesos se tomaron cada sábado por la mañana antes de suministrarle el alimento a las codornices.

2.6.3 *Peso final (g)*

Se registro el peso final de cada unidad experimental según el tratamiento de las codornices, una vez finalizado el experimento se evaluó en base a los datos obtenidos durante el periodo de estudio, esta información se anotará en la libreta de apuntes donde se habrían registrado los pesos al inicio del trabajo de investigación.

2.6.4 *Ganancia de peso (g)*

Se utilizo la siguiente fórmula para conocer la ganancia de pesos de las codornices.

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

2.6.5 *Consumo de alimento (g)*

La ingesta del alimento se calculó 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 formula de consumo de alimento dividido para la ganancia de peso de las codornices.

$$CA= Ca/ GP$$

Donde:

CA = conversión alimenticia

C.a = 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 huevos de los diferentes tratamientos, en el registro de huevos por semana.

2.7.2 Número de huevos semanal

Se calculo el número de huevos producidos semanalmente, donde se hizo una sumatoria de cada uno de los tratamientos para sacar una suma total.

2.7.3 Promedio de Peso de huevos (g)

Medimos el peso de cada huevo y calculamos el promedio del peso total.

2.7.4 Producción de huevo total (g)

Se determino el número total de huevos producidos a lo largo de los 49 días de duración de nuestro estudio de investigación.

2.7.5 Masa de huevo (g)

Implico tomar el peso individual de cada huevo que se recolectará en observación y se calculó su promedio.

2.8 Estudio de las características de los huevos de codorniz

2.8.1 Peso de huevo (g)

Se debe pesar el huevo completo usando una balanza digital precisa.

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)

Medimos la longitud con un calibrador digital para saber el largo máximo de cada uno de los huevos.

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)

Medimos con el escalímetro el ancho de cada yema saber el diámetro máximo de cada una de las mismas.

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

En la tabla 5 se observa la obtención del color y se utilizará la escala de roche.

Tabla 5. 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

Calculamos el índice de yema con la siguiente fórmula empleada, para conocer la frescura y calidad del huevo.

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

2.8.12 Índice de albúmina

Implementamos la fórmula de índice de albúmina para conocer el valor proteico de cada clara de huevo.

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

2.8.13 Unidades Haugh

Calculamos con la siguiente fórmula para saber la medida de la calidad proteínica 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

En este estudio se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con 4 tratamientos y 5 repeticiones. Se estableció un análisis de varianza (ANAVA) en el programa estadístico (INFOSTAT) con el objetivo de comparar las diferencias significativas mediante la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad.

CAPITULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1 Comportamiento productivo de las codornices en fase de crecimiento

3.1.1 *Peso Inicial (g)*

En la Tabla 6 se muestran los resultados obtenidos en la aplicación de los niveles de harina de achiote (*Bixa Orellana L*) donde se evaluó las variables de peso inicial, peso final, ganancia de peso y conversión alimenticia y consumo de alimento, los resultados que se obtuvieron fueron derivados mediante el análisis de varianza.

Al inicio de la investigación se trabajó con codornices en fase de crecimiento de 90 días de edad, los resultados obtenidos mostraron que no existen diferencias significativas con un peso inicial de 60.4 g como se muestra en la Tabla 6. Moreno (2018), argumenta que en el peso inicial en la fase de crecimiento alcanzo pesos de 63 g. Con estos valores se determina que la adición de harina de achiote no influye en el peso inicial.

Tabla 6. Comportamiento productivo de codornices en etapa de crecimiento con diferentes niveles de harina de achiote.

Variables	TRATAMIENTOS				\bar{x}	E.E.	P-valor
	T1	T2	T3	T4			
Peso inicial (g)	60.4	60.7	60.8	60.8	60.67	0.36	0.8389
Peso final (g)	198.02	205.96	208.2	202.64	203.7	3.32	0.1947
Ganancia de peso (g)	137.62	147.4	147.4	141.84	143.56	3.35	0.2263
Consumo del alimento (g)	575	575	575	575			
Conversión alimenticia (g)	4.21	3.96	3.9	4.06	4.03	0.1	0.2143

\bar{x} = medias de los tratamientos

E.E. = error estándar de las medias

P-valor >0.05 = no existe diferencias estadísticas

P-valor <0.05 = existe diferencias significativas

P-valor <0.01 = existe diferencias altamente significativas

T1 = 0 % de harina de achiote

T2 = 2.5 % de harina de achiote

T3 = 5 % de harina de achiote

T4 = 7.5 % de harina de achiote

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

Los pesos finales evaluados en fase de crecimiento demostraron que no existen diferencias significativas, según el análisis realizado, tal como se observa en la Figura 4, en el cual el T3 manifiesta el valor más alto que los otros tratamientos esto podría atribuirse al hecho de que esta ave posee características rústicas y un notable potencial de adaptación a una variedad de ecosistemas y climas. Torres (2019) afirma que la codorniz tiene la capacidad de adaptarse a diversos pisos altitudinales para la crianza de esta especie y que una codorniz adulta puede alcanzar un peso de hasta 200 g.

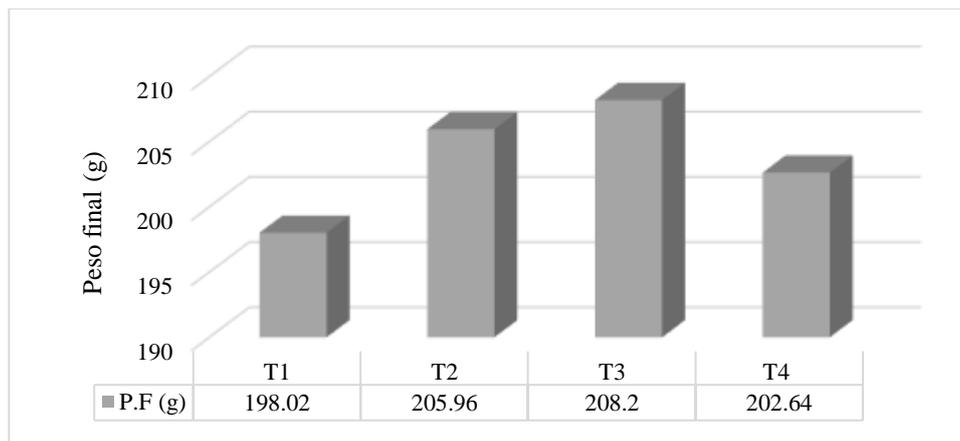


Figura 4. Peso final en la etapa de crecimiento de las codornices con diferentes porcentajes de harina de achiote.

4.1.2 *Ganancia de peso (g)*

En la variable ganancia de peso en la etapa de crecimiento los resultados obtenidos mostraron que no existe diferencia significativa, según el análisis estadístico realizado, tal como se muestra en la Figura 5, en el cual se manifiesta que el T3 Y T4 manifiesta que son los valores más alto que los otros tratamientos. Rodas (2011) en su estudio de investigación sus resultados no concuerdan con lo presentado en este trabajo, ya que reporta un peso promedio de 120 g en la ganancia de peso, lo cual indica un retraso significativo en el crecimiento de las codornices. De esta manera se demuestra que la adición de harina de achiote no influye en estas características.

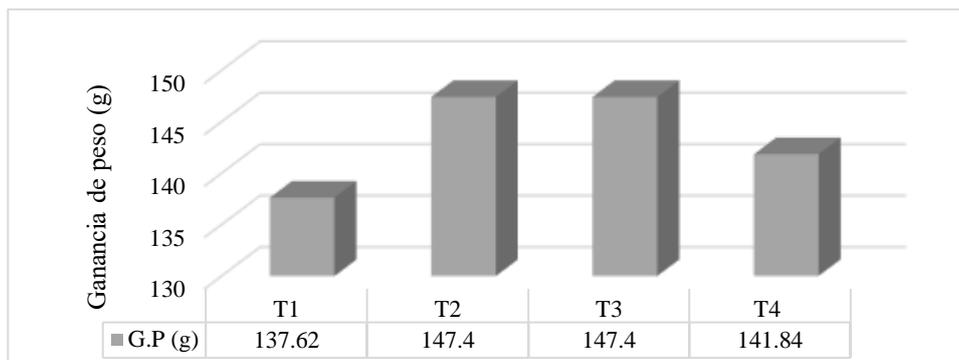


Figura 5. Ganancia de peso en la etapa de crecimiento de las codornices con diferentes porcentajes de harina de achiote.

4.1.3 Conversión alimenticia

Se determinó que la conversión alimenticia en la fase de crecimiento Figura 6, no existen diferencias estadísticas según el análisis estadístico realizado, se puede observar en la Figura 6 que el T1 necesito 4.21 g, seguido del T4 con 4.06 g de alimento, T2 con 3.96 g, y el T3 con 3.9 se concluye que se puede producir carne en dos tratamientos menciona Yalta (2016), que tuvo un nivel de significancia de 0.05. Esto indicó que el mejor tratamiento utilizado fue el T1.

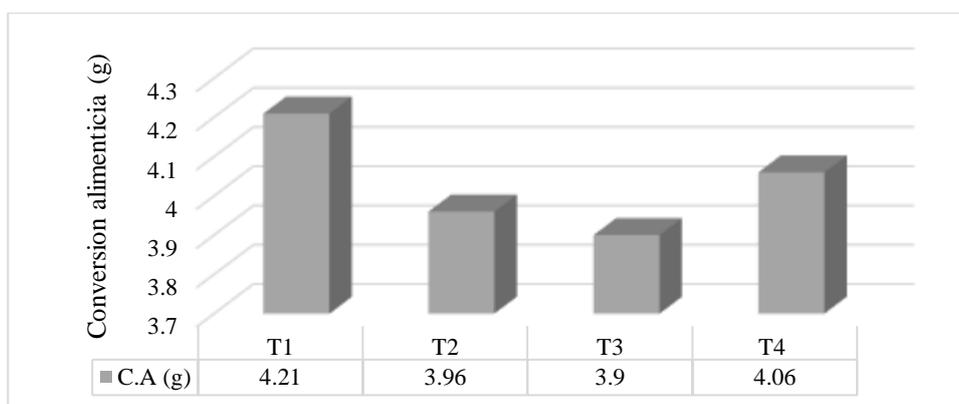


Figura 6. Conversión alimenticia en la etapa de crecimiento de las codornices con diferentes porcentajes de harina de achiote.

4.1.4 Consumo del Alimento

Su valor de consumo de las codornices fue de 575 g. Leeson and Summers (2005) en su libro muestran consumos de la codorniz japónica macho y hembra hasta las 10 semanas de edad con un consumo de 510 g.

4.2 Análisis del rendimiento en la producción de huevos de codornices

En la Tabla 7 se muestran los resultados obtenidos durante días evaluados en la fase del rendimiento en la producción de huevos de codorniz.

Tabla 7. Análisis del rendimiento en la producción de huevos de codornices

Variables	TRATAMIENTOS				\bar{x}	E.E.	P-valor
	T1	T2	T3	T4			
Número huevos diarios	12.6	11	12	13	12.15	0.84	0.3925
Número Huevos semanal	83	79.4	81.4	80	80.95	2.91	0.8226
\bar{x} de peso de huevos (g)	10.95	10.82	10.85	11.02	10.91	0.1	0.5402
Producción total de huevos (g)	542.6	543.6	530.4	540	539.15	7.55	0.5985
Masa de huevo (g)	5941	5882.19	5752.15	5956.75	5883.02	90.92	0.3965

\bar{x} = medias de los tratamientos

E.E. = error estándar de las medias

P-valor >0.05 = no existe diferencias estadísticas;

P-valor <0.05 = existe diferencias significativas

P-valor <0.01= existe diferencias altamente significativas

4.2.1 Números de huevos diarios

En la Tabla 7 se muestra la cantidad de huevos producidos en cada uno de los tratamientos, por lo tanto, en la Figura 7 los resultados obtenidos mostraron que no existe diferencias significativas obteniendo una media en el T4 de 13 y una media en el T3 de 12 con un promedio de 12.15. Un estudio de zootecnia de FAO (2013) se basa en la producción diaria de huevos para evaluar la productividad y rentabilidad de las granjas de pollos. Indica la salud aviar y la eficacia de la alimentación y el manejo. Para garantizar la sostenibilidad y rentabilidad del sector avícola, se debe maximizar la producción sin sacrificar la salud de las aves.

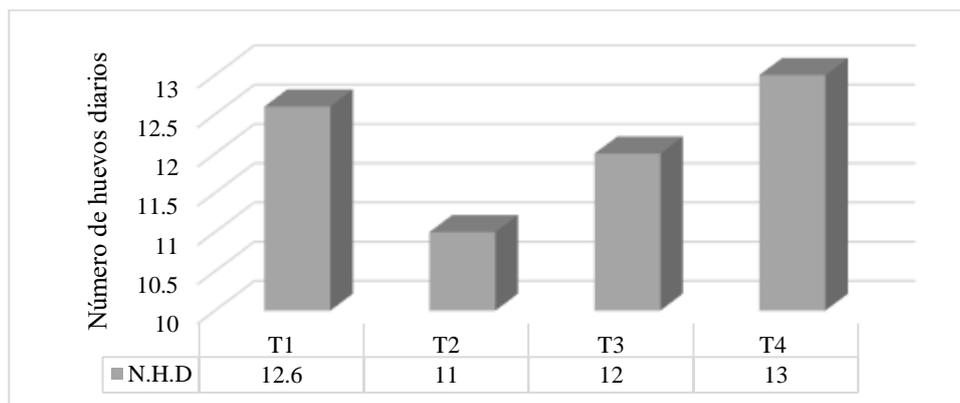


Figura 7. Número de huevos diarios de codornices recolectados de cada uno de los tratamientos.

4.2.2 Número de huevos semanal

En la Figura 8 observamos el número de huevos por semana, siendo el más eficiente el T1 con una media de 83 huevos semanales. Mantilla (2014) en su estudio realizado afirma que la cría de animales depende de la producción semanal de huevos porque proporciona una visión más completa y confiable de la productividad de las aves que los datos diarios. Este indicador semanal identifica tendencias y patrones de producción, lo que permite realizar modificaciones en la gestión y la alimentación para optimizar la eficiencia.

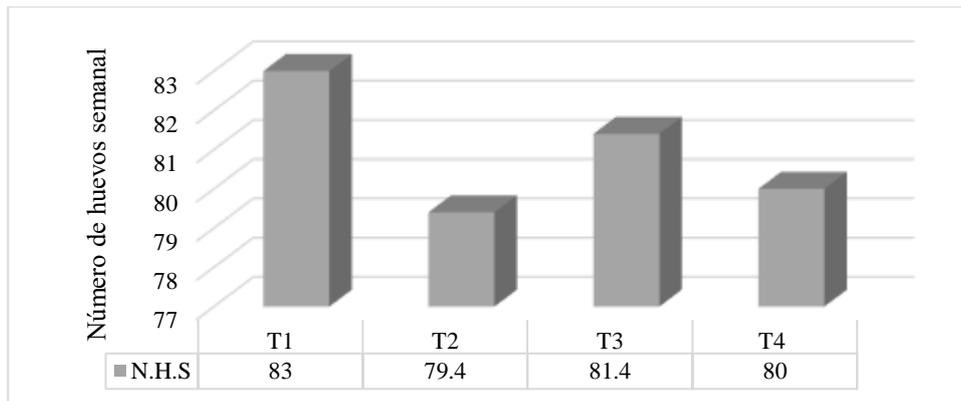


Figura 8. Número de huevos por semana recolectados de cada uno de los tratamientos.

4.2.3 Promedio de peso de huevos

El promedio de pesos de huevos en el cual mediante un estudio estadístico se determinó que no existe diferencias significativas, tal como se muestra en la Figura 9, el T4 obtuvo un promedio de 11.02 g, seguido del T1 con 10.95 g, T3 con 10.85 g y el T2 con 10.82 g de promedio. Guevara (2023), en su análisis reveló que no hubo variaciones estadísticamente significativas en la variable peso del huevo en ninguno de los tratamientos, lo que le dio como resultado un rendimiento promedio de 10.59 por lo que estos resultados son similares a 10 g de promedio del peso de huevos en nuestra investigación.

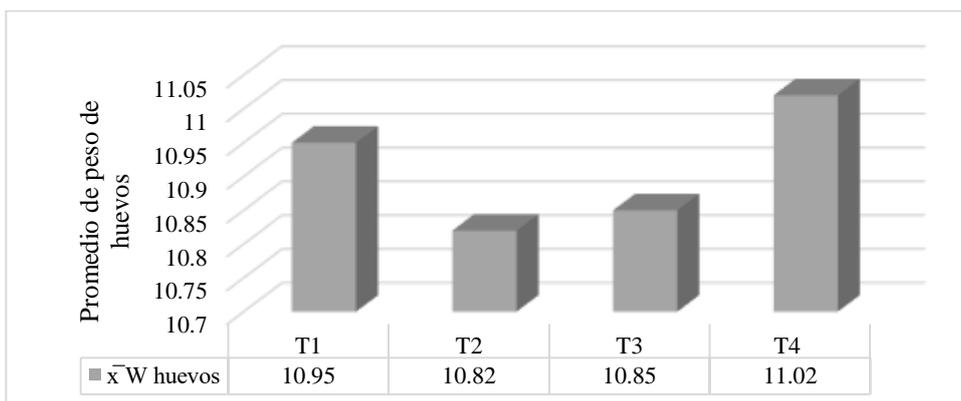


Figura 9. Promedio de peso en gramos de huevos de codorniz.

4.2.4 Producción de huevo total

En la Figura 10, observamos la producción de huevos total en el cual mediante un estudio estadístico se determinó que no existe diferencias significativas, donde el T2 obtuvo una producción de 543.6 g, seguido del T1 con 542.6 g, el T4 540 g y el T3 con 530.4 g obteniendo como promedio 5883.02. Segura (2022), en su estudio de investigación afirma que el peso promedio del huevo impacta directamente en la calidad y el valor económico, mientras un peso promedio más alto se mejor va a está relacionado con la salud, la alimentación y el manejo de las aves.

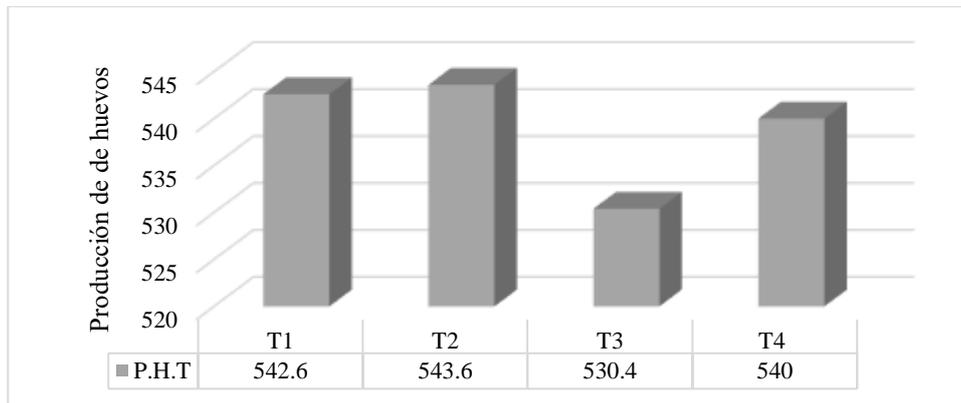


Figura 10. Producción de huevo total.

4.2.5 Masa de huevo (g)

En la Figura 11 observamos la masa de los huevos recolectados, el cual mediante un estudio estadístico se determinó que no existe diferencias significativas, donde el T4 alcanzo una media de 5956.75g siendo el más eficiente. Romero (2015) determinó que el peso total de los huevos en gramos es un indicador clave para evaluar la eficiencia y rentabilidad de la producción, ya que un mayor peso general indica mayor productividad y mejores ingresos.

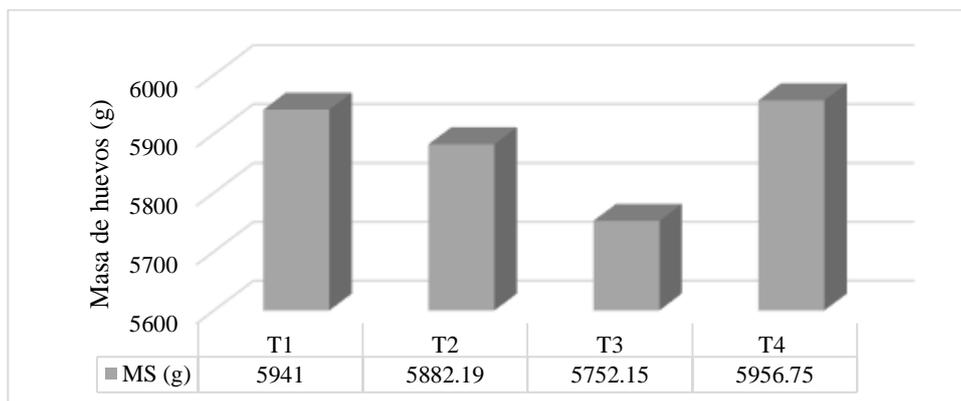


Figura 11. Masa total de huevo en gramos.

4.1 Estudio de las características de los huevos de codorniz

En la Tabla 8 se muestran los resultados de las características de los huevos de codorniz evaluado durante el trabajo de investigación de cada uno de los tratamientos.

Tabla 8. Características de huevos de codorniz.

Variables	TRATAMIENTOS				\bar{x}	E.E.	P-valor
	T1	T2	T3	T4			
Peso de huevos (g)	11.8	10.9	11.2	11	11.22	0.51	NS
Ancho de huevos (mm)	25.97	20.52	20.94	22.46	22.47	0.44	<0.0001
Largo de huevos (mm)	33.93	30.61	30.48	31.17	31.54	0.9	NS
Peso de cáscara (g)	1.2	1.29	1.27	1.29	1.26	0.07	NS
Grosor de cáscara (mm)	0.28	0.27	0.22	0.26	0.25	0.02	NS
Altura de yema (mm)	12.76	10.42	10.46	11.53	36.52	0.55	NS
Ancho de yema (mm)	23.1	20.93	20.2	20.88	10.81	0.42	0.0012
Color de yema	3.8	8.8	10.8	12.8	26.6	0.62	<0.0001
Índice de yema (g)	55.64	49.64	51.78	55.21	53.06	3.15	NS
Altura de albúmina (mm)	4.97	4.41	3.85	4.8	14.43	0.41	NS
Ancho de albúmina (mm)	29.21	21.05	19.78	20.84	75.25	0.71	<0.0001
Índice de albúmina (g)	17.13	21.01	19.52	23.3	20.24	2.21	NS
Unidades Haugh	91.99	89.7	86.14	91.99	290.82	5.21	NS

\bar{x} = medias de los tratamientos

E.E. = error estándar de las medias

P-valor >0.05 = no existe diferencias estadísticas

P-valor <0.05 = existe diferencias significativas

P-valor <0.01 = existe diferencias altamente significativas

5.1.1 *Peso de huevos (g)*

Los pesos evaluados en la fase de crecimiento en las codornices no existen diferencias significativas según el análisis estadístico realizado, tal como se observa en la Figura 12, en el cual el T1 manifiesta valores más altos que los otros tratamientos con 11.8 g, el T3 con 11.2 g, el T4 con 11 g, y el T2 con 10.9 g.

Torres (2019) , determinó que en el peso del huevo fue de 11.24 por lo que se encuentra similitud con los valores de nuestra investigación.

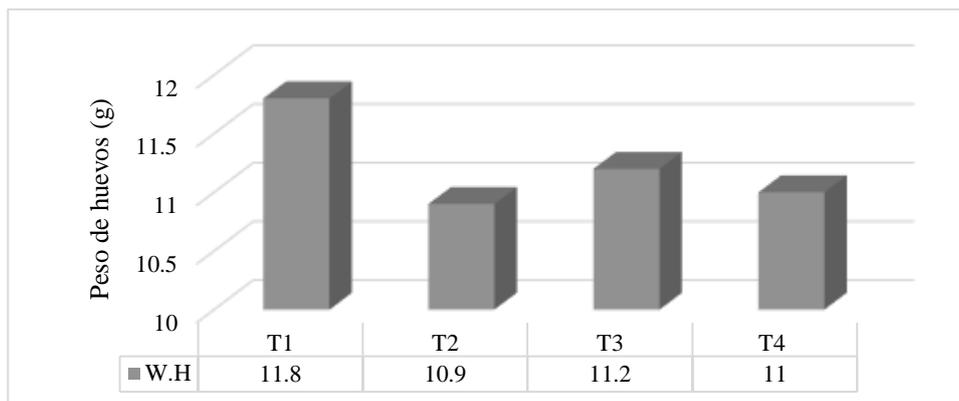


Figura 12. Peso de huevos de codornices

5.1.2 Ancho de huevos (mm)

El ancho de huevos de cada uno de los tratamientos de las codornices, los resultados obtenidos demuestran existen diferencias altamente significativas según el análisis estadístico realizado, tal como se observa en la Figura 13, en el cual el T1 manifiesta valor más alto el de 25,97 mm, por lo consiguiente el T3 con 20.94 mm. le sigue el T4 con 22.46 mm y el T2 con 20.52 mm. Guevara (2023), manifiesta el 22.09 mm en el ancho de huevos en uno de sus tratamientos por lo se evidencia similitudes con nuestros resultados de nuestra investigación.

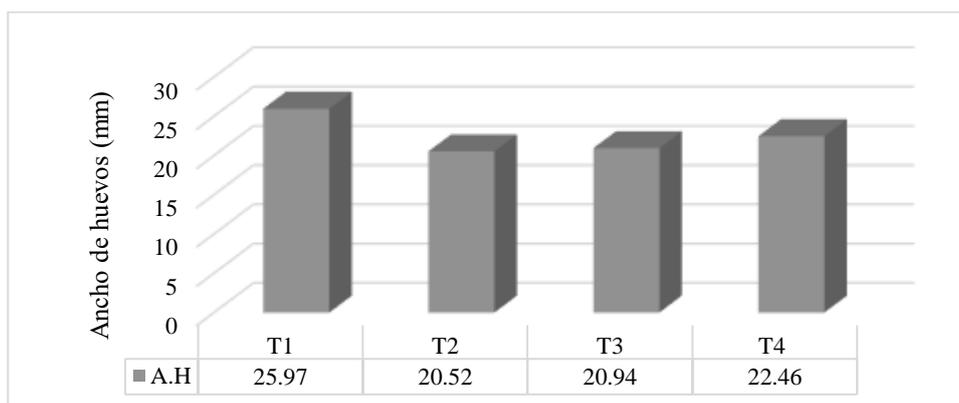


Figura 13. Ancho de huevos de codornices.

5.1.3 Largo de huevos (mm)

El largo de huevos evaluados en las codornices no existe diferencias significativas según el análisis estadístico realizado, tal como se observa en la Figura 14, en el cual el T1 manifiesta un valor más alto con 33.93 mm, por lo consiguiente el T4 con 31.17 mm, le sigue el T3 con 30.61 mm y el T2 con 30.61 mm.

Buenaño (2016), afirma que la longitud del huevo es importante en la cría de animales, particularmente en la cría de codornices, ya que afecta la calidad del producto y

la aceptabilidad del mercado. El tamaño del huevo afecta la satisfacción del cliente y la calificación comercial.

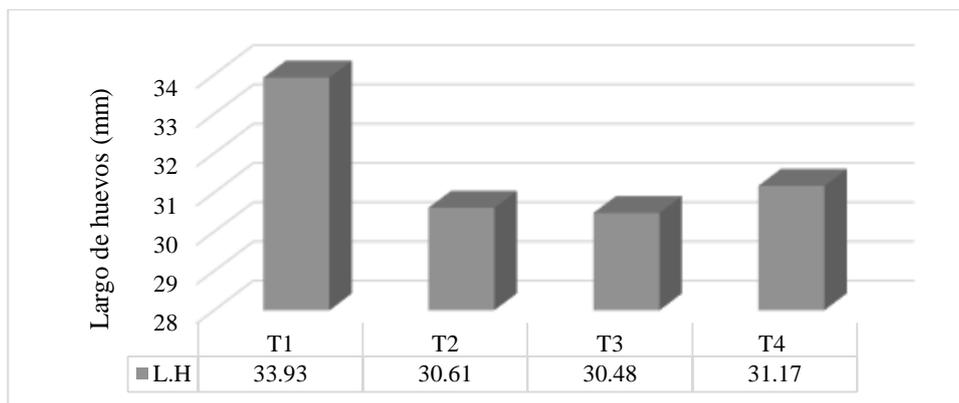


Figura 14. Largo de huevos de codornices.

5.1.4 *Peso de cáscara de huevo (g)*

El peso de la cáscara de huevos evaluados de las codornices no existe diferencias significativas según el análisis estadístico realizado, tal como se observa en la Figura 15 en el cual el T2 y T4 manifiestan valores muchos más altos que los otros tratamientos con 1.29 g, seguido del T3 con 1.27 g, por lo consiguiente T1 con 1.2 g. Montero (2016) afirma que el peso de la cáscara del huevo es importante porque protege el contenido del huevo y previene infecciones. Una cascara más pesada tiene más densidad y resistencia, lo que reduce la rotura durante la manipulación y el tránsito. Este indicador también puede indicar la calidad del alimento y la salud de las aves, lo que permite a los agricultores modificar la dieta para aumentar la resistencia de la cáscara.

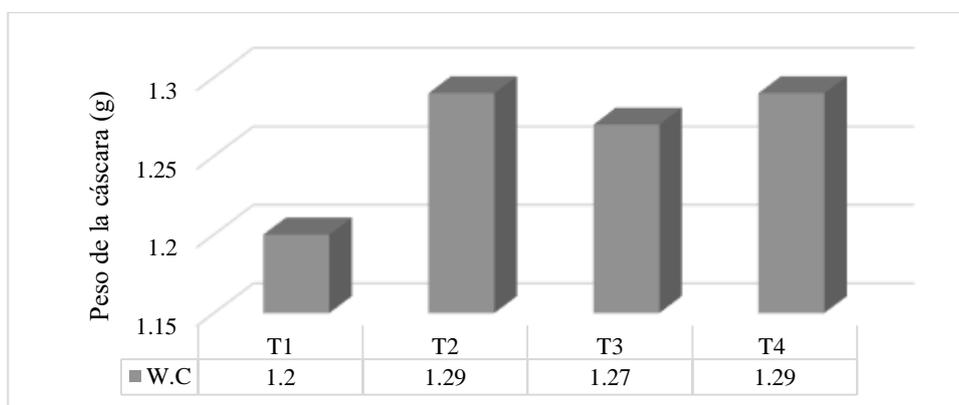


Figura 15. Peso de cascara de huevos.

5.1.5 *Grosor de cáscara de huevo (mm)*

El grosor de la cáscara de huevos evaluados de las codornices no existe diferencias significativas según el análisis estadístico realizado, tal como se observa en la Figura 16, en el cual el T1 manifiesta el valor de 0.28 mm, seguido del T2 con 0.27 mm, T4 con 0.26

mm y el T3 con 0.22 mm. Castro (2017) indicó que el grosor de la cáscara del huevo influye en la resistencia y durabilidad del huevo. Una cubierta más gruesa protege contra daños físicos y contaminación microbiológica, garantizando la calidad y seguridad del producto durante el almacenamiento y el tránsito. El espesor del caparazón también puede reflejar la nutrición y el manejo de las aves, lo que permite mejorar la salud y la producción de las aves.

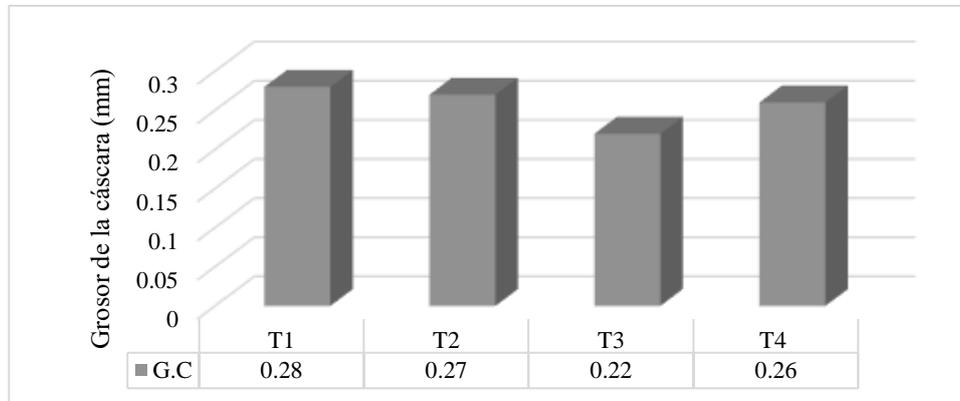


Figura 16. Grosor de cáscara de huevo de codornices.

5.1.6 Altura de yemas (mm)

La altura de yemas de huevos evaluados de las codornices no existe diferencias significativas ($P < 0.05$) según el análisis estadístico realizado, tal como se observa en la Figura 17, en el cual el T1 alcanza una media de 12.76 mm siendo el más eficiente. Soriano (2021) investigó la altura de los cogollos, revelando que la concentración de proteínas y grasas es un indicador de calidad para los consumidores. Esta característica depende de la edad, salud y nutrición de las aves. Ajustar la altura de la yema es crucial para asegurar la calidad y valor nutricional del huevo.

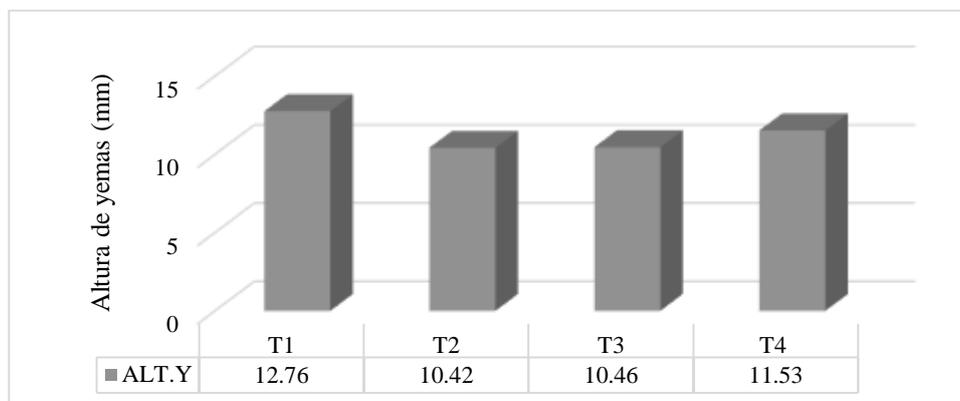


Figura 17. Altura de yemas de huevos de codornices.

5.1.7 Ancho de yema (mm)

El ancho de yema de huevos evaluados de las codornices existe diferencias altamente significativas según el análisis estadístico realizado, tal como se observa en la Figura 18, en el cual el T1 alcanza una media de 23.1 mm, Guier (2022) destaca que el ancho de la yema de huevo es fundamental para la calidad y textura, impactando notablemente en la industria avícola. Una yema más ancha significa mayor jugosidad y mejor salud, mejorando la percepción del cliente.

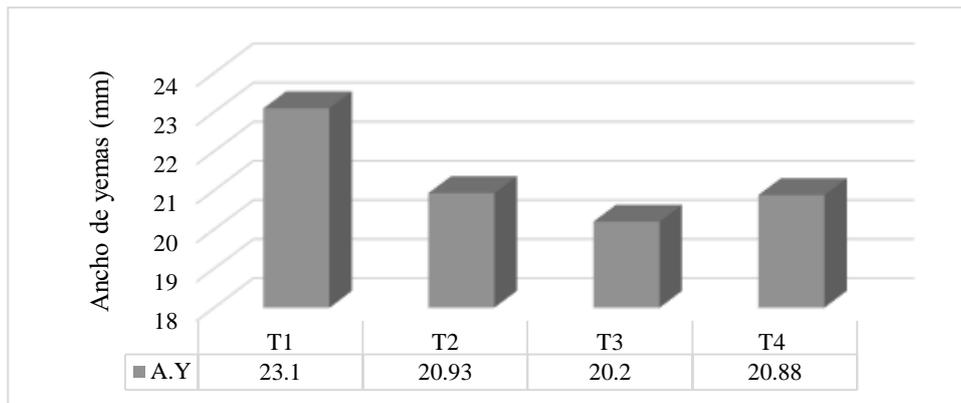


Figura 18. Ancho de yemas de huevos de codornices.

5.1.8 Color de yema

El color de yema de huevos evaluados de las codornices existe diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) según el análisis estadístico realizado, tal como se observa en la Figura 19, en el cual el T4 alcanza una media de 12.8 de coloración. Yalta (2016) evaluó el efecto de la harina de achiote en la producción y calidad del huevo. El tratamiento con 1.5% de achiote hizo más visible el color de la yema.

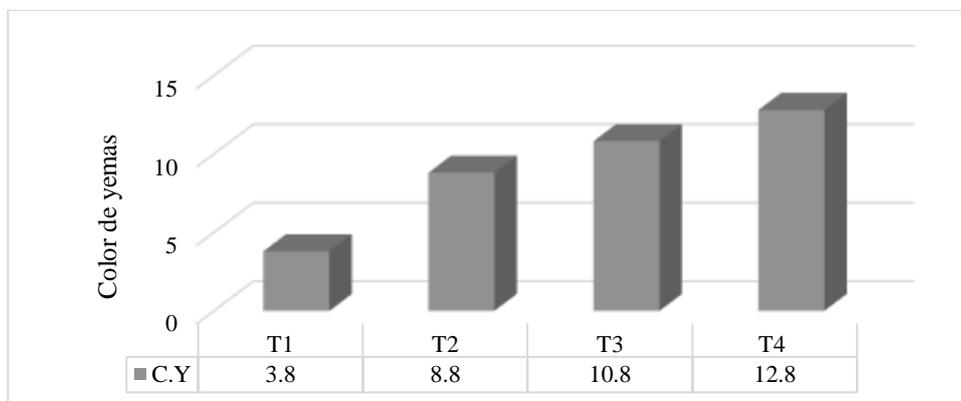


Figura 19. Color de yema en huevos de codornices.

5.1.9 Índice de yema

No existe diferencias significativas según el análisis estadístico realizado, tal como se observa en la Figura 20, en el cual el T1 alcanza una media de 55.64 g siendo el más

eficiente. Tumbaco (2023), afirma que es necesario monitorear el índice de yema para evaluar la calidad y nutrición del huevo. Una yema bien desarrollada y equilibrada indica buena nutrición y puede mejorar la aceptación del cliente.

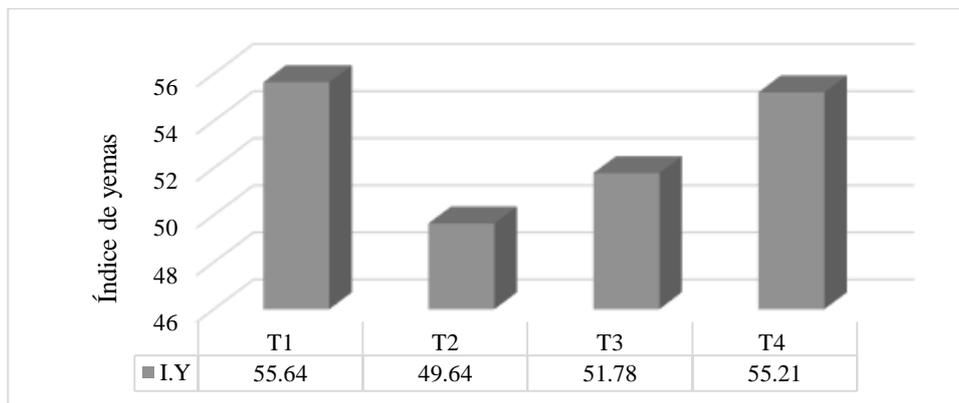


Figura 20. Índice de yema de huevos de codornices.

5.1.10 Altura de albúmina (mm)

El ancho de yema de huevos evaluados de las codornices no existe diferencias significativas según el análisis estadístico realizado, tal como se observa en la Figura 21, en el cual el T1 con 4.97 mm es el más eficiente. La altura de la albúmina en los huevos de codorniz indica calidad y frescura. Satan (2020) resaltó la importancia de monitorear y mantener este parámetro dentro de límites óptimos, mantener la altura de la albúmina es esencial para asegurar la calidad y la competitividad en el sector avícola.

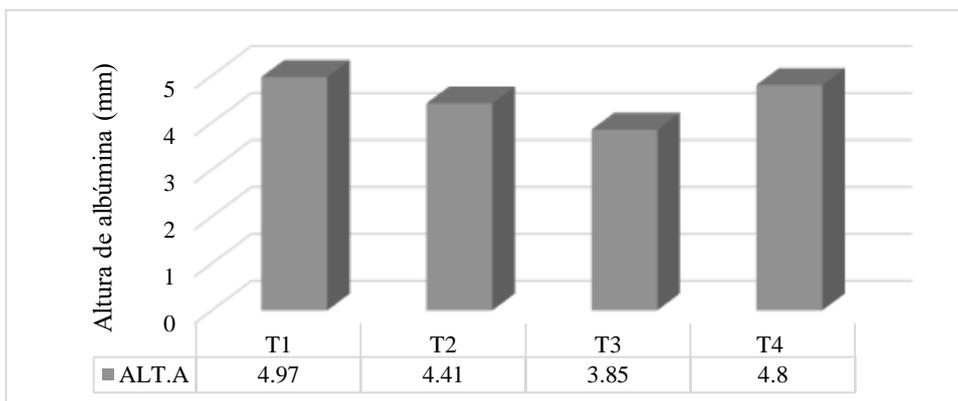


Figura 21. Altura de albúmina de huevos de codornices.

5.1.11 Ancho de albúmina (mm)

El ancho de albúmina de huevos evaluados de las codornices existen diferencias altamente significativas según el análisis estadístico realizado, tal como se observa en Figura 22, en el cual el T1 con una media de 29.21 mm siendo el más efectivo, España (2014) señala que, en la industria avícola, es crucial monitorear y mantener el ancho de la albúmina dentro de los límites ideales para asegurar la calidad y la satisfacción del cliente.

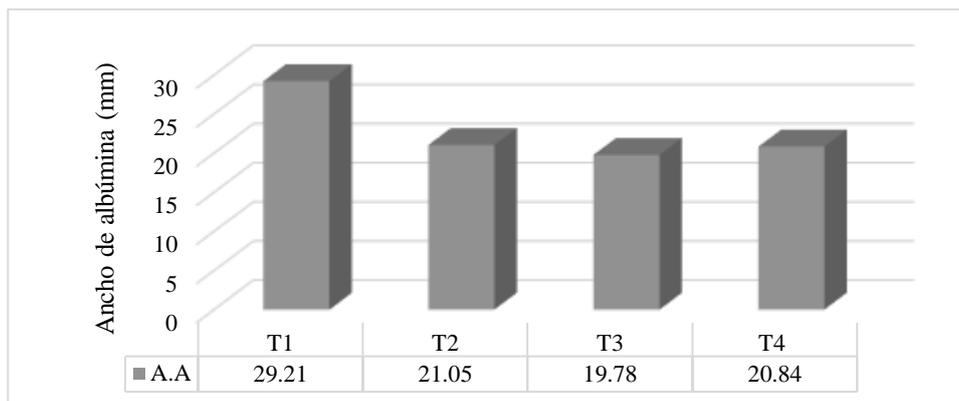


Figura 22. Ancho de albúmina de huevos de codornices.

5.1.12 Índice de albúmina

El índice de albúmina de huevos evaluados de las codornices no existe diferencias significativas según el análisis estadístico realizado, tal como se observa en la Figura 23, en el cual el T4 con 23.3 g siendo el más efectivo. Villacis and Vizhco, (2016) afirmó que el índice de albúmina muestra la cantidad de albúmina que tiene el huevo, lo que afecta su textura, consistencia y valor nutricional, el sector avícola debe monitorear y mantener el índice de albúmina dentro de niveles ideales para asegurar la calidad y la satisfacción del cliente.

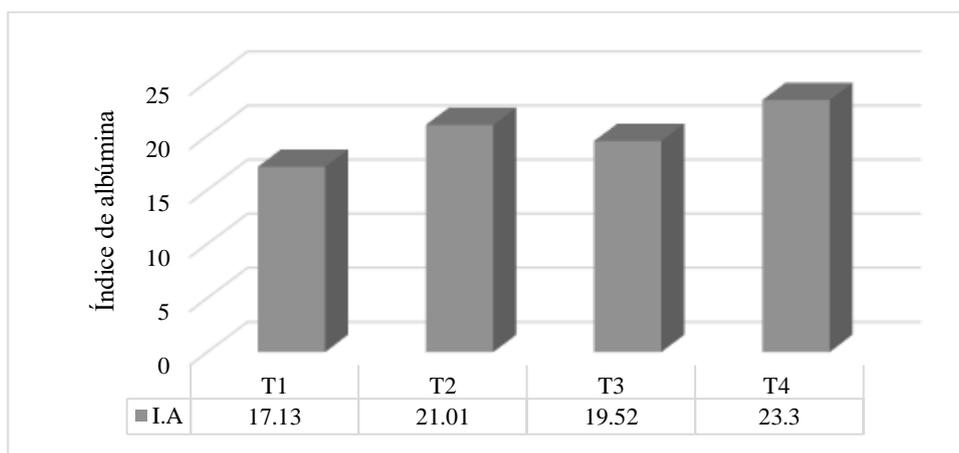


Figura 23. Índice de albúmina de huevos de codornices.

5.1.13 Unidades Haugh

El índice de albúmina de huevos evaluados de las codornices no existe diferencias significativas según el análisis estadístico realizado, tal como se observa en la Figura 24, en el cual el T4 Y T1 con 91.99 % siendo los más efectivos . En el estudio de Bernal (2023), concluyó que el achiote no afecta significativamente el índice de Haugh en gallinas ponedoras, nuestra investigación revela que en codornices, el impacto es mínimo, confirmando que el achiote no es un factor crítico para la calidad interna del huevo.

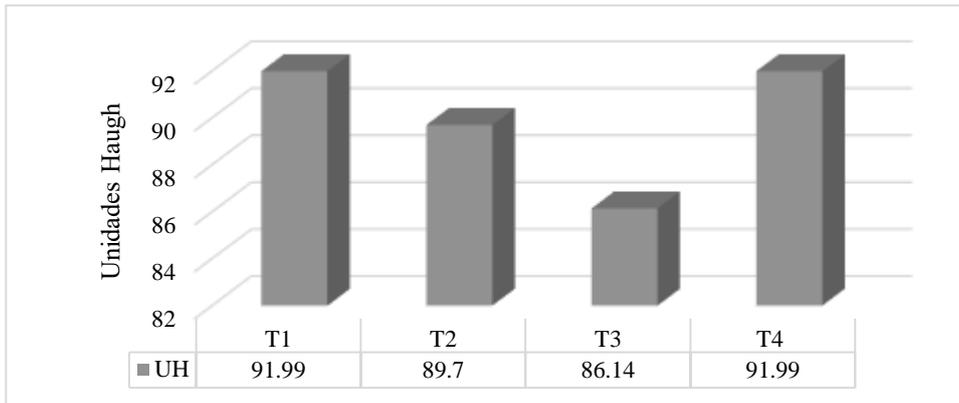


Figura 24. Unidades Haugh, calidad proteínica de huevos de codorniz.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Se identificó que la cantidad ideal de harina de achiote como pigmentante en el vitelo del huevo de codorniz es el T4 con 20 % de balanceado comercial y 7.5 % de harina de achiote. Este tratamiento produjo la mayor intensidad de coloración de la yema, con un valor de 12.8, superando a los demás tratamientos y T1, logrando una coloración intensificada y preferida.

La investigación no encontró variaciones estadísticamente significativas en indicadores productivos como peso final, aumento de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia entre los distintos tratamientos con harina de achiote. Esto indica que la adición de harina de achiote no impacta negativamente el desempeño productivo de las codornices.

El uso de harina de achiote en diferentes porcentajes no causó variaciones significativas en la mayoría de los indicadores de calidad del huevo, excepto en la altura y el color de la yema. El T4, con 7.5 % de harina de achiote, mostró valores considerablemente superiores en ambos aspectos.

Recomendaciones

Se recomienda utilizar el T4 con un 20 % de balanceado comercial + 7.5 % harina de achiote en la dieta de las codornices para elevar la coloración de la yema del huevo, aumentando así la aceptabilidad y preferencia del cliente.

Se recomienda utilizar harina de achiote hasta una concentración del 7.5% desde el punto de vista de la productividad. Este nivel de inclusión mantiene los criterios de crecimiento y conversión alimenticia sin afectar la eficiencia de la producción. Además, se sugiere realizar estudios adicionales para evaluar el impacto del achiote en otros parámetros de salud y bienestar de las codornices.

Para asegurar que la adición de harina de achiote no afecte otras características cualitativas de los huevos, se recomienda monitorear constantemente los indicadores de calidad del huevo. Asimismo, se sugiere promover el uso de achiote al 7.5 % debido a su efecto beneficioso sobre la pigmentación, manteniendo la calidad general del huevo.

ANEXOS

Análisis de la varianza

W Inicial

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
W Inicial	20	0,10	0,00	1,32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	1,04	4	0,26	0,41	0,8001	
Tratamiento	0,54	3	0,18	0,28	0,8389	
Repetición	0,51	1	0,51	0,79	0,3877	0,11
Error	9,59	15	0,64			
Total	10,64	19				

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,45779

Error: 0,6396 gl: 15

Tratamiento	Medias	n	E.E.
1	60,40	5	0,36 A
2	60,70	5	0,36 A
3	60,80	5	0,36 A
4	60,80	5	0,36 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

W final

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
W final	20	0,37	0,21	3,64

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	490,85	4	122,71	2,23	0,1150	
Tratamiento	293,72	3	97,91	1,78	0,1947	
Repetición	197,14	1	197,14	3,58	0,0780	-2,22
Error	826,58	15	55,11			
Total	1317,43	19				

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=13,53138

Error: 55,1051 gl: 15

Tratamiento	Medias	n	E.E.
1	198,02	5	3,32 A
4	202,64	5	3,32 A
2	205,96	5	3,32 A
3	208,20	5	3,32 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Ganancia de peso

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ganancia de peso	20	0,37	0,20	5,24

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	491,39	4	122,85	2,18	0,1204	
Tratamiento	273,77	3	91,26	1,62	0,2263	
Repetición	217,62	1	217,62	3,87	0,0680	-2,33
Error	843,91	15	56,26			

Total 1335,30 19

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=13,67253

Error: 56,2606 gl: 15

Tratamiento	Medias	n	E.E.
1	137,62	5	3,35 A
4	141,84	5	3,35 A
2	145,26	5	3,35 A
3	147,40	5	3,35 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Consumo de alimento

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Consumo de alimento	20	sd			sd 0,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	0,00	4	0,00	sd		sd
Tratamiento	0,00	3	0,00	sd		sd
Repetición	0,00	1	0,00	sd		sd 0,00
Error	0,00	15	0,00			
Total	0,00	19				

Conversión Alimenticia

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Conversión Alimenticia	20	0,38		0,21	5,82

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	0,50	4	0,13	2,29	0,1081	
Tratamiento	0,28	3	0,09	1,68	0,2143	
Repetición	0,23	1	0,23	4,11	0,0607	0,08
Error	0,83	15	0,06			
Total	1,33	19				

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,42774

Error: 0,0551 gl: 15

Tratamiento	Medias	n	E.E.
3	3,90	5	0,10 A
2	3,96	5	0,10 A
4	4,06	5	0,10 A
1	4,21	5	0,10 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura 1A. Análisis de varianza (ANAVA) en el programa estadístico InfoStat sobre el comportamiento productivo en codornices en fase de crecimiento.

Análisis de la varianza

N° huevos diarios

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
N° huevos diarios	20	0,20	0,00	15,50

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	13,38	4	3,34	0,94	0,4660	
Tratamiento	11,35	3	3,78	1,07	0,3925	
Repetición	2,02	1	2,02	0,57	0,4615	-0,23
Error	53,18	15	3,55			
Total	66,55	19				

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,43206

Error: 3,5450 gl: 15

Tratamiento	Medias	n	E.E.
2	11,00	5	0,84 A
3	12,00	5	0,84 A
1	12,60	5	0,84 A
4	13,00	5	0,84 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

N° Semanal

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
N° Semanal	20	0,10	0,00	8,04

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	69,18	4	17,29	0,41	0,8001	
Tratamiento	38,55	3	12,85	0,30	0,8226	
Repetición	30,62	1	30,62	0,72	0,4087	-0,88
Error	635,78	15	42,39			
Total	704,95	19				

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=11,86731

Error: 42,3850 gl: 15

Tratamiento	Medias	n	E.E.
2	79,40	5	2,91 A
4	80,00	5	2,91 A
3	81,40	5	2,91 A
1	83,00	5	2,91 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

x W huevos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
x W huevos	20	0,13	0,00	2,14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	0,12	4	0,03	0,56	0,6940	
Tratamiento	0,12	3	0,04	0,75	0,5402	
Repetición	1,6E-04	1	1,6E-04	2,9E-03	0,9575	2,0E-03
Error	0,82	15	0,05			
Total	0,94	19				

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,42580

Error: 0,0546 gl: 15

Tratamiento	Medias	n	E.E.
2	10,82	5	0,10 A
3	10,85	5	0,10 A
1	10,95	5	0,10 A
4	11,02	5	0,10 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Producción del huevo total

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Producción del huevo total..	20	0,24	0,03	3,13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	1334,63	4	333,66	1,17	0,3634	
Tratamiento	551,40	3	183,80	0,64	0,5985	
Repetición	783,23	1	783,23	2,75	0,1183	-4,43
Error	4279,58	15	285,31			
Total	5614,20	19				

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=30,78939

Error: 285,3050 gl: 15

Tratamiento	Medias	n	E.E.
3	530,40	5	7,55 A
4	540,60	5	7,55 A
1	542,60	5	7,55 A
2	543,60	5	7,55 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Masa del huevo (g)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Masa del huevo (g)	20	0,26	0,07	3,44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	220093,95	4	55023,49	1,35	0,2987	
Tratamiento	129623,42	3	43207,81	1,06	0,3965	
Repetición	90470,53	1	90470,53	2,21	0,1575	-47,56
Error	613123,15	15	40874,88			
Total	833217,10	19				

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=368,53149

Error: 40874,8764 gl: 15

Tratamiento	Medias	n	E.E.
3	5752,15	5	90,42 A
2	5882,19	5	90,42 A
1	5941,00	5	90,42 A
4	5956,75	5	90,42 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura 2A. Análisis de varianza (ANAVA) en el programa estadístico InfoStat sobre el rendimiento en la producción de huevos de codornices.

Análisis de la varianza

Weight huevos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Weight huevos	20	0,15	0,00	10,25

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	3,43	4	0,86	0,65	0,6360	
Tratamientos	2,80	3	0,93	0,71	0,5621	
Repetición	0,63	1	0,63	0,47	0,5016	-0,13
Error	19,78	15	1,32			
Total	23,20	19				

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,09295

Error: 1,3183 gl: 15

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T2	10,80	5	0,51 A
T4	11,00	5	0,51 A
T3	11,20	5	0,51 A
T1	11,80	5	0,51 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Ancho del huevo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ancho del huevo	20	0,87	0,84	4,35

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	97,03	4	24,26	25,35	<0,0001	
Tratamientos	91,83	3	30,61	31,98	<0,0001	
Repetición	5,21	1	5,21	5,44	0,0340	0,36
Error	14,36	15	0,96			
Total	111,39	19				

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,78331

Error: 0,9571 gl: 15

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T2	20,52	5	0,44 A
T3	20,94	5	0,44 A B
T4	22,46	5	0,44 B
T1	25,97	5	0,44 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Largo de huevo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Largo de huevo	20	0,41	0,25	6,39

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	42,32	4	10,58	2,61	0,0778	
Tratamientos	39,27	3	13,09	3,23	0,0526	
Repetición	3,05	1	3,05	0,75	0,3998	0,28
Error	60,87	15	4,06			
Total	103,19	19				

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,67194

Error: 4,0579 gl: 15

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3	30,48	5	0,90 A
T2	30,61	5	0,90 A
T4	31,17	5	0,90 A
T1	33,93	5	0,90 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Weight cascara

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Weight cascara	20	0,24	0,03	11,88	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	0,10	4	0,03	1,17	0,3645	
Tratamientos	0,02	3	0,01	0,37	0,7777	
Repetición	0,08	1	0,08	3,56	0,0785	0,04
Error	0,34	15	0,02			
Total	0,44	19				

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,27325

Error: 0,0225 gl: 15

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T1	1,20	5	0,07 A
T3	1,27	5	0,07 A
T4	1,29	5	0,07 A
T2	1,29	5	0,07 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Grosor de cascara

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Grosor de cascara	20	0,26	0,07	19,99	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	0,01	4	3,6E-03	1,34	0,3001	
Tratamientos	0,01	3	4,2E-03	1,58	0,2365	
Repetición	1,7E-03	1	1,7E-03	0,64	0,4370	0,01
Error	0,04	15	2,7E-03			
Total	0,05	19				

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,09384

Error: 0,0026 gl: 15

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3	0,22	5	0,02 A
T4	0,26	5	0,02 A
T2	0,27	5	0,02 A
T1	0,28	5	0,02 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Altura de Yema

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Altura de Yema	20	0,50	0,37	10,93	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	23,04	4	5,76	3,78	0,0255	
Tratamientos	18,34	3	6,11	4,01	0,0278	
Repetición	4,70	1	4,70	3,09	0,0994	-0,34
Error	22,84	15	1,52			
Total	45,88	19				

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,24945

Error: 1,5229 gl: 15

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T2	10,42	5	0,55 A
T3	10,46	5	0,55 A
T4	11,53	5	0,55 A B
T1	12,76	5	0,55 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Altura de albúmina**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de albúmina	20	0,24	0,03	20,39

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	3,92	4	0,98	1,16	0,3672	
Tratamientos	3,67	3	1,22	1,45	0,2678	
Repetición	0,24	1	0,24	0,29	0,5992	-0,08
Error	12,66	15	0,84			
Total	16,58	19				

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,67472

Error: 0,8441 gl: 15

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3	3,85	5	0,41 A
T2	4,41	5	0,41 A
T4	4,80	5	0,41 A
T1	4,97	5	0,41 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Ancho de yema**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ancho de yema	20	0,65	0,56	4,41

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	24,60	4	6,15	6,99	0,0022	
Tratamientos	23,70	3	7,90	8,98	0,0012	
Repetición	0,91	1	0,91	1,03	0,3263	-0,15
Error	13,20	15	0,88			
Total	37,80	19				

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,70976

Error: 0,8798 gl: 15

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3	20,20	5	0,42 A
T4	20,88	5	0,42 A
T2	20,93	5	0,42 A
T1	23,10	5	0,42 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Ancho de albúmina

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ancho de albúmina	20	0,89	0,86	6,94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	296,15	4	74,04	29,79	<0,0001	
Tratamientos	285,49	3	95,16	38,29	<0,0001	
Repetición	10,66	1	10,66	4,29	0,0560	-0,52
Error	37,28	15	2,49			
Total	333,43	19				

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,87357

Error: 2,4851 gl: 15

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T3	19,78	5	0,71	A
T4	20,84	5	0,71	A
T2	21,05	5	0,71	A
T1	29,21	5	0,71	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Color de yema

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Color de yema	20	0,88	0,85	15,41

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	223,78	4	55,94	28,76	<0,0001	
Tratamientos	223,75	3	74,58	38,35	<0,0001	
Repetición	0,02	1	0,02	0,01	0,9112	-0,02
Error	29,17	15	1,94			
Total	252,95	19				

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,54218

Error: 1,9450 gl: 15

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T1	3,80	5	0,62	A
T2	8,80	5	0,62	B
T3	10,80	5	0,62	B C
T4	12,80	5	0,62	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Índice de yema

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Índice de yema	20	0,19	0,00	13,27

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	171,48	4	42,87	0,86	0,5087	
Tratamientos	112,95	3	37,65	0,76	0,5352	
Repetición	58,54	1	58,54	1,18	0,2950	-1,21
Error	745,71	15	49,71			
Total	917,19	19				

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=12,85240

Error: 49,7137 gl: 15

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T2	49,94	5	3,15 A
T3	51,78	5	3,15 A
T4	55,21	5	3,15 A
T1	55,64	5	3,15 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Índice de albumina

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Índice de albumina	20	0,22	0,01	24,43

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	100,84	4	25,21	1,03	0,4234	
Tratamientos	100,70	3	33,57	1,37	0,2893	
Repetición	0,14	1	0,14	0,01	0,9400	0,06
Error	366,81	15	24,45			
Total	467,65	19				

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=9,01411

Error: 24,4542 gl: 15

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T1	17,13	5	2,21 A
T3	19,52	5	2,21 A
T2	21,01	5	2,21 A
T4	23,30	5	2,21 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Unidades haugh

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Unidades haugh	20	0,23	0,02	5,49

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	106,94	4	26,73	1,10	0,3932	
Tratamientos	104,32	3	34,77	1,43	0,2738	
Repetición	2,62	1	2,62	0,11	0,7473	-0,26
Error	365,20	15	24,35			
Total	472,14	19				

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=8,99426

Error: 24,3466 gl: 15

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3	86,14	5	2,21 A
T2	89,70	5	2,21 A
T4	91,43	5	2,21 A
T1	91,99	5	2,21 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura 3A. Análisis de varianza (ANAVA) en el programa estadístico InfoStat sobre las características de huevos de codorniz.



Figura 4A. Limpieza de galpón de codornices.



Figura 5A. Adición de Harina de achiote (*Bixa orellana L*) al balanceado para la alimentación.



Figura 6A. Peso inicial y peso de final de codornices expresado en gramos.



Figura 7A. Recolección y conteo diario de huevos.



Figura 8A. Provisión de alimento y agua a los animales.



Figura 9A. Peso de huevo y peso de la cáscara.



Figura 10A. Largo y ancho de huevo.



Figura 11A. Ancho de yema y ancho de albúmina.

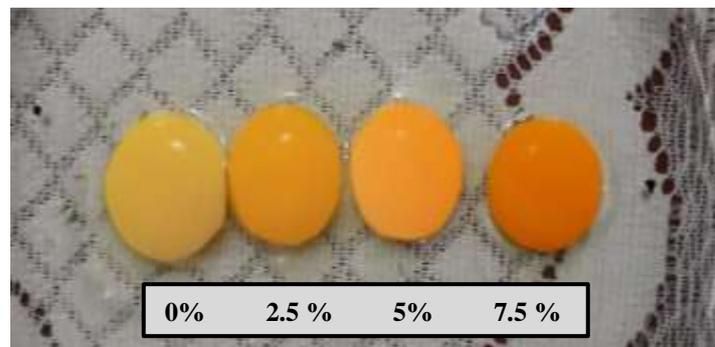


Figura 12A. Coloración de yemas en diferentes niveles de adición de harina de achiote (*Bixa orellana* L).

Bibliografía

- AccuWeather, 2023. Tiempo actual en Rio Verde, Santa Elena, Ecuador | AccuWeather URL <https://www.accuweather.com/es/ec/rio-verde/1238287/current-weather/1238287> (accessed 12.21.23).
- Agudelo Domingo, F., Hurtado Nery, V.L., Torres, D.M., 2021. Ingredientes alternativos en la alimentación de codornices | *Agricolae & Habitat* 4.
- Barbosa Filho, J.M., Silva-Filho, R.N. da, Lira, B.F., Macêdo, R.O., Silva, M.S. da, Chaves, M.C. de O., Souza, M. de F.V. de, Da-Cunha, E.V.L., Athayde-Filho, P.F. de, 2016. Teor de bixina em quatro variedades de *Bixa orellana* L. cultivadas na Paraíba. *Rev. Bras. Farmacogn.* 7–8, 41–47.
- Bernal Calle, A.Y., 2023. Efecto de tres niveles de achiote (*Bixa orellana* L.) en la dieta de gallinas de postura (*Gallus gallus domesticus*) sobre la pigmentación de la yema de huevo en el Centro Experimental de Cota Cota (Tesis Medicina Veterinaria y Zootecnia). Universidad Mayor de San Andrés, La Paz - Bolivia.
- Blanco Pérez, A., 2016. Inclusion de peptidos y nucleótidos en la dieta de postura en codornices (Tesis de Ingeniería Zootecnista). Universidad de Cajamarca, Cajamarca - Perú.
- Buenaño, J.P., 2016. Producción de huevos de codorniz (*Coturnix coturnix japonica*) utilizando dietas alimenticias enriquecidas con azolla (*Azolla anabaena*) (Tesis Medicina Veterinaria y Zootecnia). Ambato.
- Cabezas Salazar, L.E., Iza Cruz, K.V., 2016. Proyecto de factibilidad para la creación de una microempresa dedicada a la producción y comercialización de huevos de codorniz (Tesis de licenciatura). Universidad Estatal Península de Santa Elena Facultad de Ciencias Agrarias Carrera de Agropecuaria, Quito.
- Castro, A.R., Cova, L.J., García, D.E., Medina, M.G., 2017. Efecto de la cáscara de huevo en la producción de cápsulas de la lombriz roja (*Eisenia andrei*). *Zootec. Trop.* 25, 135–142.
- Cumpa Gavidia, M., 2020. “Huevos de codorniz, alternativa de alto valor nutricional y bajo costo de producción en nuestro país.” *Actual. Avipecuaria*.
- De La Cruz, G.R., 2022. Comportamiento productivo del cuy, (*Cavia porcellus*), en crecimiento utilizando diferentes niveles de forraje verde hidropónico de maíz en su alimentación. (Tesis de Ingeniería Agropecuaria). Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Escalante, J., 2018. Huevos de Codorniz: propiedades, beneficios y valor nutricional [WWW Document]. *La Vanguardia*.
- España, C., 2014. Evaluación de calidad del huevo de codorniz (*Coturnix coturnix japonica*) comercializado en el municipio de Pasto, departamento de Nariño. (Tesis de Ingeniería Zootecnista). Universidad de Nariño, Pasto - Colombia.
- FAO, 2013. Revisión del Desarrollo Avícola.
- Flores Rivera, J.G., 2019. Evaluación de la calidad del huevo en codornices japoneses (*Coturnix coturnix japonica*) a diferentes días de conservación en el CIPCA. (Tesis de Ingeniería Agropecuaria). Universidad Estatal Amazónica.

- García Pérez, L.A., 2015. Estudio de factibilidad financiera para la producción de huevos de codorniz, en el centro de prácticas Río Verde, Santa Elena (Tesis de Ingeniería Agropecuaria). Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad - Santa Elena.
- Geoportal, 2017. Geoportal Ecuador – Infraestructura de Datos Espaciales. URL (accessed 12.21.23).
- Godoy, M., 2016. EL SISTEMA DIGESTIVO EN DIFERENTES ESPECIES DE AVES (No. El sistema digestivo en diferentes especies de aves).
- Google Maps, 2023. Google Maps . URL <https://www.google.com/maps> (accessed 12.21.23).
- Grimaldos Pereira, D.O., 2020. Guía producción de huevos y codornices al nivel industrial (Tesis de grado de Medicina Veterinaria Zootecnista). Universidad Cooperativa de Colombia, Colombia.
- Guevara Parreño, J.G., 2023. Inclusión de varios niveles de cáscara de huevo como fuente de calcio en la producción de huevos de codorniz (Tesis de Ingeniería Agropecuaria). Jipijapa.
- Guier Serrano, M., Davidovich Young, G., Wong González, E., Cubero Castillo, E., 2022. Calidad microbiológica y fisicoquímica y sabor de huevos de gallina de producción convencional o pastoreo1. *Agron. Mesoam.* 33, 1–18.
- Herrera Huberman, J.M., 2018. Evaluación de la protección conferida por *Lactobacillus reuteri* como probiótico en pollos mediante histomorfometría intestinal (Tesis de Grado de Ciencias Veterinarias). Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Veterinarias.
- Leeson, S., Summers, J.D., 2005. *Commercial Poultry Nutrition Third Edition*, 3rd ed. Nottingham University Press, Nottingham, UK.
- Lindao Vera, E.E., 2023. Análisis sobre la rentabilidad de la producción y comercialización de la codorniz en la región Costa del Ecuador (Tesis de Ingeniería Agropecuaria). Babahoyo - Los Ríos.
- López Zavala, I., Urbina Hernández, R.W., 2023. Uso de harina de *Moringa stenopetala* en la alimentación de codornices en posturas (Tesis de Ciencia Producción Y Protección Animal). Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua.
- Macedo Porcayo, E., 2017. Uso de un probiótico a base de *saccharomyces cerevisiae* en la engorda de codorniz japónica (Tesis de Ingeniería Agronoma Zootencista). Universidad Autonoma del Estado de México, Temascaltepec -Estado de México.
- Maguregui, E., 2020. El color de la yema del huevo y los pigmentantes.
- Mantilla Melo, I. del R., Mejía Fonseca, J.P., 2014. Efecto del suministro de dos presentaciones de alimento en gallinas ponedoras Lohmann Brown durante la etapa de producción (Tesis de Maestría en Producción Animal.). Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE., Sanolquí.
- Martínez Girón, J., Ordóñez Santos, L.E., 2016. Determinación de la concentración de pigmentos carotenoides en harina de residuos de chontaduro (*Bactris gasipaes*). *Prod. Limpia* 11, 85–93.

- Meléndez Martínez, A.J., Vicario, I.M., Francisco J., H., 2015. Importancia nutricional de los pigmentos carotenoides. Arch. Latinoam. Nutr. 54, 149–155.
- Meléndez Martínez, A.J., Vicario, I.M., Heredia, F.J., 2017. Pigmentos carotenoides: consideraciones estructurales y fisicoquímicas. Arch. Latinoam. Nutr. 57, 109–117.
- Mendoza Barrera, M., Pérez Rivero, J.J., Herrera-Barragán, J., 2014. Hemoglobina. Stanf. Med. Child. Health.
- Meza Alvarez, 2019. Uso de pigmentantes naturales para la coloración de la yema de huevo y evaluación de parámetros productivos en aves de postura de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña | REVISTA COLOMBIANA DE ZOOTECNIA 4.
- Minvielle, F., 2004. The future of Japanese quail for research and production 60.
- Montero, D.G., Colas, M., López, W., Pérez, E., Sánchez, A., Lamazares, M., Grandía, R., 2016. El peso corporal y su efecto sobre indicadores bioproductivos en gallinas White Leghorn L33. Rev. Fac. Med. Vet. Zootec. 63, 188–200.
- Mora Calle, C.R., 2014. Utilización de harina de achiote *bixa orellana* l como pigmentante en el engorde de pollos (Tesis Medicina Veterinaria y Zootecnia). Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias, Machala, Ecuador.
- Moreno Moreno, K.P., 2018. Evaluación de la Harina de Achiote (*bixa orellana* l) como pigmentante en el vitelo de Huevo de la Gallinas Lohmann Brown- Classic de la Avícola Marlito Parroquia Eloy Afaro. (Tesis de licenciatura). Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), Ecuador, Latacunga.
- Randall, M., Bolla, G., 2010. Cría de codornices japonesas. Elsitio Avícola.
- Rodas Zambrano, A.D., 2011. Proyecto de factibilidad de cría, producción y comercialización de huevos de codorniz (*Coturnix coturnix* japónica), en la provincia de Pichincha (bachelorThesis). Universidad San Francisco de Quito, Quito.
- Rodríguez, F., 2016. Cría de codornices para pequeños emprendedores, 1st ed. Hemisferio - sur.
- Rodríguez, O.P., 2014. La pigmentación en animales.
- Rodríguez Sinche, B.A., 2022. Comportamiento productivo de codornices japónicas en ceba con la inclusión de harinade cabeza de camarón (*caridea*) en el cantón Salinas (Tesis de Ingeniería Agropecuaria). Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Salinas.
- Rojas Tixe, C.E., 2020. Diferentes fuentes de proteína y energía en la alimentación de la codorniz de postura. (Tesis de Ingeniería Zootecnista). Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Riobamba - Ecuador.
- Romero Apolo, L.A., 2015. Evaluación de dos fórmulas alimenticias con diferentes niveles de proteína en pollos parrilleros (Tesis de licenciatura). Universidad Politécnica Salesiana Sede - Cuenca, Cuenca.
- Romero, J., 2015. Aparato urogenital en aves.
- Romero Laínez, J.L., 2022. Análisis documental del sistema de producción coturnicultura en el Ecuador (Tesis de Ingeniería Agropecuaria). Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad - Santa Elena.

- Romero, N., 2023. Sistema digestivo de las aves - Partes y funciones [WWW Document]. URL <https://www.expertoanimal.com/sistema-digestivo-de-las-aves-26432.html>
- Ruales Navarrete, M.E., 2012. Producción y comerdatización de huevos de codorniz (Tesis de maestría). Quito, 2012.
- Satan Chuim, J.R., 2020. Comportamiento productivo y calidad del huevo de la codorniz (*Coturnix coturnix japonica*) en etapa de postura en condiciones del CIPCA. (Tesis de Ingeniería Agropecuaria). Universidad Estatal Amazónica, Puyo - Pastaza.
- Segura Ramírez, W.S., 2022. Efecto de la infusión de achiote (*Bixa Orellana L.*) en la coloración de la yema de huevo en gallina de postura de la línea Isa Brown 7, 2295–2298.
- Soriano Tigrero, J.R., 2021. Efectos en la calidad del huevo de la gallina lohmann brown en diferentes tiempos de conservación a temperatura ambiente en Santa Elena (Tesis de Ingeniería Agropecuaria). Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad - Santa Elena.
- Torres Mejía, N.M., 2019. Evaluación de cuatro niveles de harina de subproducto de aves en el alimento de las codornices en postura (Tesis de Ingeniería). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima - Perú.
- Tumbaco Nieves, A.J., 2023. Efecto de diferentes horas luz en la postura de huevo en las codornices (*Coturnix japonica*). (Tesis de Ingeniería Agropecuaria). Jipijapa.
- Valladares De La Cruz, J.C., 2019. Diferencias Anatómicas, Histológicas y Fisiológicas entre Mamíferos y Aves - BM Editores. Los Avic. Su Entorno.
- Valladares Pérez, J., Cumpa Gavidia, M.E., 2014. Efectos de la relación hembra: macho y edad de los reproductores en el comportamiento reproductivo de la codorniz japonesa (*coturnix coturnix japónica*). Lima - Perú.
- Vásquez, R., Ballesteros, H., 2017. La cría de codornices.
- Vásquez Romero, R.E., Ballesteros Chavarro, H.H., 2018. La cría de codornices, © PRODUMEDIOS. ed. Bogotá.
- Villacis Vivar, L.P., Vizhco Minchala, C.I., 2016. Evaluación de dos tipos de fitasa sobre la productividad y calidad de huevos en codornices (Tesis de Pregrado). Universidad de Cuenca, Cuenca.
- Yalta Valqui, M., 2016. Efecto del achiote (*Bixa Orellana L.*) en los parámetros productivos y calidad del huevo en gallinas de postura línea Lohmann Brown- Classic (Tesis de Ingeniería Zootecnista). Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas - Perú.