



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

**RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE CODORNICES  
REPRODUCTORAS ALIMENTADAS CON HARINA DE  
MORINGA (*Moringa oleifera*)**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Requisito parcial para la obtención del título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**Autor:** Luis David Sandoval Castro.

**LA LIBERTAD, JULIO 2025**



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

**RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE CODORNICES  
REPRODUCTORAS ALIMENTADAS CON HARINA DE  
MORINGA (*Moringa oleifera*)**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Requisito parcial para la obtención del título de:

**★ INGENIERO AGROPECUARIO**

**Autor:** Luis David Sandoval Castro

**Tutora:** MVZ. Debbie Shirley Chávez García MSc

**LA LIBERTAD, 2025**

## **TRIBUNAL DE GRADO**

Trabajo de Integración Curricular presentado por **LUIS DAVID SANDOVAL CASTRO** como requisito parcial para la obtención del grado de Ingeniero Agropecuario de la Carrera de Agropecuaria.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 08/07/2025 (Día, mes, año)

---

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

---

Dra.MVZ. Ordóñez Andrade Gabriela  
**PROFESORA ESPECIALISTA**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

MVZ. Debbie Chávez García MSc.  
**PROFESORA TUTORA**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

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

---

Ing. Washington Perero Vera, MSc.  
**ASISTENTE ADMINISTRATIVO**  
**SECRETARIO**

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a Dios, quien ha sido mi fortaleza y guía a lo largo de todo este proceso. A mis padres, Lic. José Luis Sandoval Mejillones y Narcisa Isabel Castro Andino, por su amor incondicional, su ejemplo de dedicación y esfuerzo, y por ser mi mayor inspiración y apoyo en todo momento. A Dana Gálvez, por su amor inquebrantable y por estar a mi lado en cada etapa de este proyecto, dándome siempre el coraje para seguir adelante. A mis tías y tíos, quienes me brindaron su apoyo desde el inicio de esta investigación, y a mi familia en general, especialmente a Karen Castro y Walter, por su generosidad y por ser un pilar de ánimo, confianza y constante aliento. A mi tutora de tesis, MVZ. Debbie Shirley Chávez García MSc., por su profesionalismo, por creer en mi capacidad y por brindarme su guía y motivación en todo momento. Finalmente, agradezco profundamente a todas las personas que, de alguna manera, han sido parte de este camino, y cuya colaboración y apoyo han sido fundamentales para llegar a esta meta.

## DEDICATORIA

A mis padres, Lic. José Sandoval y Narcisa Castro quienes, con su amor incondicional, sacrificio y enseñanza me han formado como persona y me han dado las herramientas necesarias para enfrentar los retos de la vida. Gracias por su apoyo constante.

A mis hermanos Andrés y Maluli, por su constante apoyo y por ser mis mejores compañeros de vida, por estar a mi lado en las alegrías y dificultades, siempre brindándome su apoyo.

A mis Compañeros de la universidad, por hacer de esta etapa una experiencia única e irrepetible.

A mis profesores, por su guía y enseñanza durante mi formación académica. Gracias por transmitirme su conocimiento y pasión por el saber

A mí mismo, por la constancia, el trabajo duro y la dedicación que he puesto en este proyecto.

*A todos ustedes, les debo mi éxito y mi gratitud. Gracias por ser parte esencial de este viaje.*

## RESUMEN

El presente estudio evaluó el impacto de la suplementación con moringa (*Moringa oleifera*) en la dieta de codornices japonesas (*Coturnix japonica*) sobre la calidad de sus huevos y su rendimiento productivo. La investigación se desarrolló con 60 codornices, organizadas en cuatro grupos: un grupo control sin moringa y tres grupos experimentales suplementados con 2%, 4%, y 6% de moringa en polvo con un DCA. A lo largo de 45 días, se monitorizó la producción de huevos y se evaluaron parámetros de calidad, como el peso del huevo, el grosor de la cáscara, el índice de Haugh, la altura y el radio de la yema, y la conversión alimenticia los resultados se procesaron en el paquete estadístico Infostat. Los resultados indican respecto a los parámetros de producción que las proporciones de 4% tienen mejores valores para los indicadores de producción de huevos con un valor de 578 g peso del huevo 12.7 g y masa del huevo 18 g, mientras que la proporción de 4%, presenta mejores valores para los indicadores de % de postura 86.44%, conversión alimenticia con 1.28 g y ganancia de peso con 70.80 g, mientras que, en la calidad del huevo en los parámetros medidos al día 20, la proporción al 6% demostró mejores valores para todos los indicadores evaluados, en peso (13.20 g), en índice de forma (83.51 %), índice de yema (0.74 %), altura de albúmina (4.92 g), unidad de Haugh (90.86 g); asimismo, en la relación costo – beneficio, se obtuvo una relación de 1.12 de rentabilidad positiva. En conclusión, la moringa, al ser un recurso accesible y natural, presenta beneficios económicos y nutricionales que podrían aplicarse en otras especies avícolas en sistemas de producción sostenible.

**Palabras clave:** Calidad del huevo, codorniz japonesa, conversión alimenticia, parámetros zootécnicos, suplementación.

## ABSTRACT

The present study evaluated the impact of moringa (*Moringa oleifera*) supplementation in the diet of Japanese quails (*Coturnix japonica*) on egg quality and production performance. The research was carried out with 60 quails, organized in four groups: a control group without moringa and three experimental groups supplemented with 2%, 4%, and 6% moringa powder with a DCA. Over 45 days, egg production was monitored and quality parameters such as egg weight, shell thickness, Haugh index, yolk height and radius, and feed conversion were evaluated and the results were processed in the statistical package Infostat. The results indicate with respect to the production parameters that the 4% ratios have better values for the egg production indicators with a value of 578 g egg weight 12.7 g and egg mass 18 g, while the 4% ratio, presents better values for the indicators of % of lay 86.44%, feed conversion with 2.26 and weight gain with 70.80 g, while in egg quality parameters measured at day 20, the 6% proportion showed better values for all the indicators evaluated, in weight (13.20 g), shape index (83.51 %), yolk index (0.74 %), albumen height (4.92 g), Haugh unit (90.86 g); likewise, in the cost-benefit ratio, a positive profitability ratio of 1.12 was obtained. In conclusion, moringa, being an accessible and natural resource, presents economic and nutritional benefits that could be applied to other poultry species in sustainable production systems.

**Keywords:** Egg quality, Japanese quail, feed conversion, zootechnical parameters, supplementation.

## **DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD**

El presente Trabajo de Integración Curricular titulado “**RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE CODORNICES REPRODUCTORAS ALIMENTADAS CON HARINA DE MORINGA (*Moringa oleifera*)**” y elaborado por **Luis David Sandoval Castro**, declara que la concepción, análisis y resultados son originales y aportan a la actividad científica educativa agropecuaria.

### **Transferencia de derechos autorales.**

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

---

Firma del estudiante

# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>Problema Científico</b> .....	1
<b>Justificación</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>Objetivos</b> .....	2
Objetivo General .....	2
Objetivos Específicos.....	2
<b>Hipótesis</b> .....	2
<b>CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	3
1.1. Origen de la codorniz .....	3
1.2. Requerimientos nutricionales de la codorniz.....	4
1.3. Alimentación .....	9
1.4. Crianza y manejo de la codorniz. ....	11
1.5. Líneas de postura .....	11
1.6. Comparación entre gallinas y codornices .....	12
1.7. Condiciones ambientales .....	14
1.8. Iluminación.....	14
1.9. Productividad de la codorniz ponedora .....	14
1.10. Calidad del huevo .....	15
1.11. Efectos de la moringa en la calidad del huevo: .....	16
1.12. Coloración de la yema del huevo .....	16
1.13. Enfermedades .....	17
1.14. Instalaciones para la crianza de codornices .....	18
1.15. Mercadeo y presentación de los huevos de codorniz .....	19
1.16. Materias primas utilizadas en dietas para codornices.....	19
<b>CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	21
2.1. Caracterización del área.....	21
2.2. Material biológico y condiciones experimentales .....	22
<b>2.3. Tipo de investigación</b> .....	23

2.4. Diseño de investigación.....	23
2.5. Manejo del experimento .....	23
2.6. Parámetros evaluados .....	24
2.7. Análisis estadístico de los resultados.....	27
<b>CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>28</b>
3.1. Parámetros productivos de los huevos de codorniz japonesa.....	28
3.2. Calidad de huevos de la codorniz japonesa .....	30
3.3. Relación costo-beneficio en el uso de harina de <i>Moringa oleifera</i> .....	33
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>35</b>
Conclusiones.....	35
Recomendaciones .....	36
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>37</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>2</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Clasificación taxonómica de la codorniz.....	3
<b>Tabla 2.</b> <i>Requerimientos nutricionales para la codorniz japónica..</i> .....	4
<b>Tabla 3.</b> <i>Requerimientos nutriciones de codorniz japonesa en postura (g/ave/día)..</i> .....	5
<b>Tabla 4.</b> <i>Requerimiento de la codorniz por fase productiva.</i> .....	6
<b>Tabla 5.</b> <i>Características físicas del huevo de codorniz y el huevo de gallina.</i> .....	12
<b>Tabla 6.</b> <i>Composición aproximada del huevo de codorniz en relación al huevo de gallina.</i> .....	13
<b>Tabla 7.</b> <i>Componentes del huevo de codorniz en relación al huevo de gallina.</i> .....	13
<b>Tabla 8.</b> <i>Contenido de nutrientes de la Harina de Moringa oleifera.</i> .....	20
<b>Tabla 9.</b> <i>Composición química de Moringa oleifera de 54 días, deshidratada y molida...</i>	20
<b>Tabla 10.</b> <i>Fuente de variación</i> .....	23
<b>Tabla 11.</b> <i>Escala colorimétrica DSM.</i> .....	26
<b>Tabla 12.</b> <i>Parámetros productivos de los huevos de codorniz japonesa.....</i>	28
<b>Tabla 13.</b> <i>Peso del huevo</i> .....	30
<b>Tabla 14.</b> <i>Índice de forma</i> .....	31
<b>Tabla 15.</b> <i>Índice de yema</i> .....	31
<b>Tabla 16.</b> <i>Altura de albúmina</i> .....	32
<b>Tabla 17.</b> <i>Unidad de Haugh.....</i>	33
<b>Tabla 18.</b> <i>Relación costo-beneficio respecto a los tratamientos con diferentes proporciones de harina de Moringa oleifera.....</i>	34
<b>Tabla 19.</b> <i>Relación costo-beneficio respecto al uso de harina de Moringa oleifera.....</i>	4

## ÍNDICE DE ANEXOS

**Figura A1.** Distribución de jaula.

**Figura A2.** Planta de Moringa.

**Figura A3.** Hoja de moringa seca.

**Figura A4.** Peso de aves por tratamiento.

**Figura A5.** Calibrador pie de rey

**Figura A6.** Peso de huevo.

**Figura A7.** Calidad de huevo

**Figura A8.** Medición ancho de la yema

**Figura A9.** Dosificación de harina de moringa

**Figura A10.** División de huevos por tratamientos

**Figura A11.** Distribución de harina de moringa por tratamiento.

**Figura A12.** Relación costo-beneficio respecto al uso de harina de *Moringa oleifera*

## INTRODUCCIÓN

Las codornices, por su naturaleza de alta productividad y rápido desarrollo, requieren dietas con un contenido elevado de proteínas, estimado en un promedio del 20% en la alimentación balanceada. Asimismo, es esencial un adecuado aporte de minerales y vitaminas. La deficiencia de estos nutrientes durante la etapa de postura puede generar una disminución significativa en la producción de huevos, e incluso llegar a suprimirla por completo (Acuña *et al.*, 2014).

Frente a esta problemática, se hace imprescindible la ejecución de estudios experimentales que permitan establecer los requerimientos nutricionales óptimos para un adecuado desarrollo de las aves y, especialmente, para potenciar la producción de huevos. En este contexto, la incorporación de harina de *Moringa oleifera* en la dieta balanceada de las codornices se presenta como una alternativa alimenticia viable, orientada a mejorar tanto la productividad de huevos como la vida útil de estas aves Carbo (2022)

El funcionamiento óptimo del uso de *Moringa oleifera* en la alimentación animal ha sido respaldado por diversos estudios. (Pérez *et al.*, 2021) Analizaron dietas que contenían hojas de moringa tratadas y no tratadas, notando que el uso de moringa sin tratamiento contribuyó positivamente al aumento de peso. De igual manera, otros estudios han evidenciado que la incorporación de esta planta en la dieta no solo favorece el incremento de peso, además, contribuye de manera positiva en otros aspectos de la producción, como el aumento en la cantidad de huevos. (Curbelo, 2020; Domingo *et al.*, 2021).

En Ecuador la producción de especies pecuarias es uno de los sectores que actualmente está generando nuevas fuentes de trabajo para el sustento económico de pequeños productores; la crianza de codornices para la producción de huevos se presenta como una actividad importante en la explotación pecuaria, ya que es una tarea que no requiere de alta inversión económica (Flores, 2019).

Este estudio ofrece datos clave para la formulación de dietas más eficientes y rentables, útiles tanto para investigadores como para productores locales, al evaluar el efecto de la inclusión de distintos niveles de harina de moringa en la dieta de codornices japonesas. Los resultados obtenidos permitirán a los productores tomar decisiones más fundamentadas

en cuanto al manejo nutricional de sus aves, lo que contribuirá a mejorar la rentabilidad de sus explotaciones y asegurar la calidad de los productos destinados al mercado.

### **Problema Científico**

¿La utilización de la harina de moringa en dieta para codornices influirá en la productividad y calidad del huevo?

### **Objetivos**

#### ***Objetivo General***

- ❖ Determinar el rendimiento productivo de las codornices reproductoras alimentadas con tres niveles de harina de *Moringa oleifera* (0, 2, 4 y 6%) en la provincia de Santa Elena.

#### ***Objetivos Específicos***

1. Determinar los parámetros productivos: producción de huevos, peso del huevo, alimentadas con harina de moringa (0, 2, 4 y 6%).
2. Evaluar la calidad de huevos de la codorniz japonesa con harina de moringa (0, 2, 4 y 6%).
3. Analizar la relación costo-beneficio en el uso de con harina de moringa (0, 2, 4, 6%).

### **Hipótesis**

El uso de la harina de *Moringa oleifera* en diferentes proporciones en la dieta de las codornices influye en el rendimiento productivo y la calidad de los huevos.

# CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

## 1.1. Origen de la codorniz

La codorniz, originaria de China, fue llevada a Japón, donde fue domesticada para la producción intensiva de huevos y carne (Martínez and Ballester, 2004). En cuanto a su cría, siendo la codorniz la especie más pequeña de los galliformes, el clima favorable de ciertos países, como el de Ecuador, permite una mayor rentabilidad en explotaciones ubicadas en áreas como los valles protegidos de la serranía (Urbina, 2023).

### 1.1.1. Clasificación zoológica

De acuerdo con la Tabla 1, la codorniz japonesa pertenece a la clase Aves, a la familia Phasianidae y al género *Coturnix*. Es fundamental conocer y diferenciar esta especie de otras similares, ya que se distingue por su alta capacidad de producción de huevos, lo que la convierte en una opción rentable si se gestiona correctamente su cría (Loyaga *et al.*, 2020).

**Tabla 1.** Clasificación taxonómica de la codorniz Goto et al (2023).

Taxonomía	
Reino	Animal
Tipo	Vertebrado
Clase	Ave
Subclase	Carenadas
Orden	Gallináceas
Familia	Phasianidae
Género	<i>Coturnix</i>
Especie	<i>Coturnix japonica</i>
Nombre común	Codorniz

### ***1.1.2. Características de la codorniz***

La codorniz japonesa se considera la más adecuada para la producción de carne y huevos por varias razones, entre las que se destacan su mayor tamaño corporal y una pigmentación que permite un sexado precoz: los machos presentan un pelaje oscuro en cinco tonos de canela, mientras que las hembras tienen colores más claros desde etapas tempranas (Curbelo, 2020). El proceso de cría inicia cuando las codornices alcanzan las cinco semanas de edad, momento en el cual comienzan su ciclo de postura (Laínez, 2022). Además, las hembras son generalmente más grandes que los machos, con una diferencia de 10 a 20 gramos, y presentan un pecho alargado y un abdomen ancho, características que indican que son buenas ponedoras Smith and Brown (2022).

### **1.2. Requerimientos nutricionales de la codorniz**

Según Cordero (2012), las fórmulas comerciales son comúnmente utilizadas por los productores, aunque también existe un segmento que opta por elaborar sus propias mezclas. No obstante, en ambos casos, Estas fórmulas no son suficientes porque no cubren todo lo que las aves necesitan para su nutrición, lo que conlleva a rendimientos por debajo de lo esperado y en consecuencia, pérdidas económicas.

Para asegurar una nutrición adecuada de *C. japonica*, es importante considerar que esta especie comienza su ciclo de postura de manera precoz y tiene un alto rendimiento, alcanzando una puesta entre 300 y 400 huevos anualmente. Este nivel de producción requiere un considerable gasto energético, el cual debe ser cubierto por la dieta suministrada a las aves para evitar que su rendimiento productivo se vea comprometido (Edi and Andri, 2023).

Las codornices poseen características anatómicas, fisiológicas y de comportamiento, diferentes de las gallinas ponedoras comerciales, de forma que no deben ser comparadas, por el solo hecho de ser utilizadas como productoras de huevos; de igual forma, las codornices poseen características nutricionales diferentes que puedan determinar los verdaderos requerimientos nutricionales de estas aves obteniendo un desempeño satisfactorio (Rostagno *et al.*, 2011).

**Tabla 2.** Requerimientos nutricionales para la codorniz japónica. *Aguirre (2004)*.

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Iniciación</b>	<b>Engorde</b>	<b>Producción</b>
Energía metabolizable	Kcal/kg	2820	2820	2820
Proteína bruta	(%)	28 a 28.1	24	22
Grasa		3.4	3.2	3.2
Celulosa	(%)	4.1	4.1	3.5
Fósforo		0.67	0.5	0.44
Calcio	(%)	1.26	1.03	2.45

**Tabla 3.** Requerimientos nutriciones de codorniz japonesa en postura (g/ave/día). *Aguirre (2004)*.

<b>Nutriente</b>	<b>Codorniz japonesa</b>
Proteína bruta	4.94
Calcio	0.768
Fósforo disponible	0.080
Fósforo digestible	0.073
Sodio	0.038
Ácido linoleico	0.256

Según Vásquez (2007), el alimento es requerido a partir del momento en que se alcance el 5% de la postura hasta el final de ésta, con un consumo promedio de 23 g diarios por animal, debe cumplir con los requerimientos que se observan en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Requerimiento de la codorniz por fase productiva. *Vásquez and Vallesteros (2007).*

<b>Tipo</b>	<b>Cría</b>	<b>Levante</b>	<b>Ceba</b>	<b>Producción de huevos</b>
Proteína (%)	28	25	21 - 28	24
Energía metabolizable (kcal/kg)	3.050	2.850	3.100	2.800
Grasa (%)	3.3	3.5	4.8	4.3
Fibra (%)	6	6.5	6.5	6.2
Calcio (%)	0.5	1.6	1.1.	2.9 - 3.2
Fósforo (%)	0.7	0.7	0.7	0.7
Cantidad consumida	Acumulado de 230 g	Acumulado de 260 g	A voluntad hasta sacrificio	22 – 25 gr/ave/día

### **1.2.1. Proteína**

Según Hurtado (2003) indican que debido al alto régimen de postura de la codorniz y al elevado peso de los huevos (10% del peso del animal), la dieta debe tener un alto valor proteico digerible para evitar bajas o inclusive la interrupción de la postura.

Según la mayoría de las referencias estudiadas, las necesidades para la producción de huevos se sitúan en torno a los 5 gr. de proteína por ave y día; no obstante, hay que entender que este dato solo puede constituir una referencia ya que las condiciones de puesta pueden ser muy variables y en todo caso dependerá del peso del ave, producción, tamaño del huevo (Gorrachategui, 1996).

### **1.2.2. Energía**

En el caso de la codorniz de puesta el uso de la energía es similar al de la ponedora (20 - 25%), lo que refleja la alta capacidad de puesta de la codorniz. Con una ingesta diaria

de 4.9 a 5.5 gr. de proteína, en dos experiencias estiman unas necesidades de 62 Kcal/ave/día. En sus 8 trabajos, la producción de huevos incrementó al aumentar el consumo energético diario entre 40 y 70 Kcal/ave; otras referencias más generalizadas indican que la producción es independiente del nivel energético (Rodríguez, 2022).

### **1.2.3. Fibra**

En cuanto al valor energético de las materias primas, se ha observado que aquellas más fibrosas presentan un valor energético superior en las codornices que en los pollos. Esto sugiere que la digestibilidad de la fibra podría ser mayor en las codornices, posiblemente debido a un tamaño más grande del ciego en relación con su peso corporal. Esta adaptación del sistema digestivo, particularmente el alargamiento del ciego (15-20 %) en dietas fibrosas, indica una mayor capacidad para procesar contenidos fibrosos. A pesar de ello, la cantidad de fibra en la dieta no afecta negativamente la concentración energética si se realiza un ajuste adecuado. Además, aunque no se han establecido valores específicos para las necesidades de fibra bruta (FB) o fibra detergente neutro (FDN) en las ponedoras, se sabe que las aves consumen más cama cuando los piensos son deficientes en nutrientes, lo cual puede impactar su bienestar y aumentar la incidencia de problemas como el picaje y excretas de mala calidad. Según Echeverría (2004) and Soto (2007), indican que el contenido de fibra a utilizar en la dieta para codorniz debe estar en un mínimo de 3% y un máximo de 8%.de fibra al día (Fernando, 2008).

### **1.2.4. Grasas**

Los lípidos, compuestos formados por largas cadenas de carbono, no son solubles en agua y, al igual que los hidratos de carbono, actúan como fuentes de energía. Sin embargo, los lípidos poseen un mayor potencial energético en comparación con los carbohidratos, aunque su utilización es más lenta y compleja, debido a esto, los lípidos se almacenan en el organismo en forma de grasa corporal (Amaya *et al.*, 2008).

### **1.2.5. Minerales**

En cuanto a los requerimientos de minerales, (Amaya *et al.*,2008) mencionan que, los más esenciales para la codorniz son el calcio, fósforo, magnesio, manganeso, cinc, hierro,

cobre, cobalto, yodo, sodio, cloro, potasio, azufre, molibdeno y selenio. También indica que, en los experimentos de nutrición de aves ponedoras, se debe tener un mínimo de 1.50 a 2.10% de calcio. Para las aves en crecimiento se considera aceptable una relación calcio-fósforo de 2:1, aunque en la actualidad se piensa que una relación 1:1 es preferible cuando se ocupa 0.8 y 0.9% respectivamente de calcio y fósforo (Rodríguez, 2022).

### **1.2.6. Vitaminas**

Las vitaminas son un grupo de compuestos liposolubles esenciales para diversas funciones en los animales. En el caso de las aves, es fundamental que reciban vitaminas A, B y D. La vitamina A, en particular, debe ser administrada de manera suplementaria en la dieta de las codornices, ya que estas aves no pueden obtenerla directamente de sus alimentos (Sagñay, 2022). La deficiencia de esta vitamina en las crías se manifiesta por un enrojecimiento de las mucosas oculares y nasales, mientras que en los adultos se observa una película que se extiende sobre el tercer párpado (Trillo, et al., 2021).

Mientras que la vitamina B2 o Riboflavina, llamada también vitamina G, es necesario para la formación de enzimas, promover el crecimiento y desarrollar el sistema nervioso a través de la tonificación de los nervios periféricos, debido a estas funciones es que los síntomas de su deficiencia se encuentran directamente relacionados con el trabajo que hace este compuesto en el cuerpo, ya que se observan problemas con el crecimiento, diarreas e incluso parálisis en los miembros inferiores (Satán, 2020).

En el caso de la vitamina D3 su trabajo estaba enfocado en el crecimiento y el desarrollo óseo, se obtiene mediante la apropiada exposición a la luz solar y de aceites naturales específicamente de pescado, por otra parte, su deficiencia involucra trastornos óseos como huesos blandos, raquitismo, pico gomoso y lento crecimiento, además la falta de esta vitamina es capaz de afectar a la producción reduciendo el número de huevos puestos (Trillo *et al.*, 2021)

La vitamina E es fundamental para la calidad de vida de las aves, y su falta puede causar enfermedades como la encefalomalacia alimentaria (reblandecimiento del cerebro) o trastornos nerviosos en los pollos, además de edema o distrofia muscular (Ávila *and* Rosales, 2010). En cambio, la vitamina K es esencial para la coagulación sanguínea y la formación

de protrombina. La única manifestación de su deficiencia es la acumulación de sangre debajo de la piel, lo que produce hemorragias y anemia en las aves (Vásconez *et al.*, 2022).

Adicionalmente, la vitamina B12 Cianocobalamina, es indispensable para las aves, interviene en la síntesis de los ácidos nucleicos y grupos metilos, en el metabolismo de los carbohidratos y lípidos; regula la función de la tiroides; la vitamina B12, se almacena en el hígado y su incorporación a las raciones disminuye las necesidades de otras vitaminas como: colina, ácido pantoténico y ácido fólico (Zamora *and* Chacón, 2011).

### **1.3. Alimentación**

El rápido crecimiento que tienen estas aves así como la rapidez con la que entran en postura hace que sus cuerpos requirieran de una considerable cantidad de alimento el cual debe cumplir con sus necesidades de energía y proteína suficientes para una buena producción ello implica un gasto económico fuerte, el cual en ocasiones puede hacer que el productor desista de seguir con la producción; este consumo de alimento se estima entre 20 a 25 gr de alimento al día para cada ave (Uzcátegui, 2010).

Las casas comerciales distribuyen alimentos para codornices con diferentes porcentajes de proteína, lo que varía el precio según la cantidad de proteína contenida en el balanceado. Esta dieta está diseñada para cubrir todos los requerimientos necesarios para el crecimiento y desarrollo de las aves (Babatunde *et al.*, 2016). Según Aguirre (2004), se puede enriquecer la dieta de la codorniz con raciones compuestas por tortas de soya, alfalfa, algodón, maíz, harinas de hueso con vitamina D, complejo B, metionina, fósforo y calcio.

#### ***1.3.1. Alimentos concentrados para las aves de corral***

Como se mencionó anteriormente, en el mercado nacional existen concentrados para este tipo de aves de postura, pero la mayoría de los productores utilizan el concentrado empleado para gallinas ponedoras y pollos de engorde, pero ellos mismos comentan que los rendimientos no son los mejores, lo cual perjudica la rentabilidad del sistema, pues no se alcanzan parámetros productivos ideales u óptimos (Uzcátegui, 2010).

Los cereales son las principales fuentes energéticas que constituyen la base de los concentrados para codornices; la cebada se usa poco en las primeras fases de crecimiento

por su contenido en fibra, aunque el desarrollo de las enzimas puede cambiar esta tendencia; asimismo, aún hay pocas experiencias en este sentido; la soja constituye la base proteica y otras tortas se pueden usar como alternativa (Gorrachategui, 1996).

### ***1.3.2. Presentación del pienso***

El tamaño de la molienda y la presentación del pienso, así como la calidad del gránulo o de la migaja son de gran importancia en piensos de codornices, especialmente durante los primeros días de vida cuando el consumo es muy reducido; diversos investigadores han indicado la necesidad de una molienda adecuada para favorecer y potenciar el consumo, la motilidad del tracto digestivo y la digestibilidad de los nutrientes en aves (Lázaro *et al.*, 2005).

El tamaño del balanceado proporcionado debe ser correcto, ni tamaños grande ni demasiado pequeño, se ha verificado que los pellets de tamaño muy pequeño no se aprovechan eficientemente y, además, la rapidez con que se mueve por el tracto digestivo implica problemas para aprovechar los nutrientes, lo que puede provocar atrofas, como la disminución de la molleja. además, los pellets de tamaño grandes también se desplazan rápidamente por el sistema digestivo, lo que causa en una baja absorción de nutrientes (Lázaro *et al.*, 2005).

Leandro *et al.* (2001) indican que en codornices japónicas en puesta, la ingesta de tamaños de partícula (diámetro medio geométrico) comprendidos entre 1.10 y 1.70 mm en el caso del maíz y de entre 0.70 y 1.80 mm en el caso de la harina de soja no afecta a la productividad; esta falta de importancia del tamaño medio de partícula podría ser debido a la forma de presentar el pienso; el tamaño y la uniformidad de las partículas son importantes en piensos en harina, pero perderían importancia en el momento de migajar o granular el pienso.

Es muy importante que el pienso se suministre en forma de migaja fina uniforme y de buena calidad; de aquí que el trigo sea un cereal de elección en piensos para esta especie; en piensos de acabado y para reproductoras tanto la migaja como el gránulo fino ( $\leq 2$  mm) son aceptables; de no poder fabricar una miga de calidad, se recomienda utilizar piensos en harina con un tamaño de partícula uniforme y sin finos (Lázaro *et al.*, 2005)

#### **1.4. Crianza y manejo de la codorniz.**

La cotornicultura, según Martínez and Ballester (2005), la cotornicultura es una actividad zootécnica que contempla la cría de la codorniz, bajo condiciones controladas por el hombre, con fines productivos y comerciales; además, existen cuatro aspectos fundamentales en la cotornicultura que el productor debe conocer de forma exhaustiva para lograr un buen desempeño en la crianza de estas aves.

Los cuatro aspectos principales para la cotornicultura son: manejo reproductivo alimentación adecuada, instalaciones necesarias y sanidad; asimismo, la cotornicultura debe conocer al detalle cada uno de estos parámetros para garantizar el éxito de su trabajo y la rentabilidad esperada (Vásquez *et al.*, 2022).

#### **1.5. Líneas de postura**

##### ***1.5.1. La codorniz japónica***

Según Cordero (2012), la codorniz japonesa es una subespecie de Asia que en la actualidad es la que más se trabaja comercialmente para la obtención de huevos dada su alta productividad y multiplicación; cuando la japónica es genéticamente pura y bien criada, debe tener posturas en el primer año de 300 huevos y un 50% del lote debe alcanzar los dos años y alcanzar un pico de postura mínimo de 90% a los 120 días de edad y un promedio anual del 75%.

##### ***1.5.2. Codorniz faraona***

Esta subespecie, orientada principalmente hacia la industria cárnica, inicia su postura alrededor de los 35 días y alcanza su pico de producción entre los 45 y 50 días (Minvielle, 2004). Sin embargo, como se mencionó previamente, su principal propósito no es la producción de huevos, sino la producción de carne, debido a que esta subespecie es dos veces más pesada que la japónica y, por lo tanto, consume el doble de alimento (Cordero, 2012).

##### ***1.5.3. Codorniz coreana***

La subespecie coreana se caracteriza por ser la menos eficiente de las tres especies mencionadas, desde el enfoque productivo, dado a que su ciclo de postura es menor al año.

Esto implica que las codornices tengan una utilidad productiva muy corta, por lo que es necesario reemplazarlas continuamente, causando una considerable pérdida económica (Valdivie, 2013). A esto se le agrega el hecho de su tamaño de huevos que son de menor tamaño que las diferentes especies japónica, lo cual no es una opción viable para producir a gran escala. (Carbo, 2022).

#### **1.5.4. Madurez sexual**

Martínez and Ballester (2004), indican que la codorniz es un ave que llega rápidamente a la edad reproductiva, los machos lo hacen alrededor de las 5-6 semanas de edad y las hembras comienzan a poner a los 40 días de edad, aunque los primeros huevos suelen ser infértiles.

#### **1.6. Comparación entre gallinas y codornices**

Según Rodríguez (2005) existen características físicas, composición y componentes que hacen que el huevo de codorniz tenga mayor aceptabilidad para el consumo; en las Tablas 5, 6 y 7 se resumen las diferencias más notables entre estos dos tipos de explotaciones.

**Tabla 5.** Características físicas del huevo de codorniz y el huevo de gallina. *Rodríguez (2005).*

<b>Características</b>	<b>Huevos de codorniz</b>	<b>Huevos de gallina</b>
Peso del huevo (gr)	10.30	56.74
Albúmina (%)	56.24	57.06
Yema (%)	32.58	31.06
Cáscara (%)	9.85	10.74

**Tabla 6.** Composición aproximada del huevo de codorniz en relación al huevo de gallina. *Rodríguez (2005).*

<b>Composición</b>	<b>Huevos de codorniz</b>	<b>Huevos de gallina</b>
Calcio (mg)	59.99	58.50
Fósforo (%)	220.00	237.90
Hierro (%)	3.80	2.25
Vitamina A(%)	300.00	221.00
Tiamina (%)	0.12	0.09
Riboflavina (%)	0.85	0.32
Hiacina (%)	0.10	0.09
Energía (kcal)	158.00	183.00

**Tabla 7.** Componentes del huevo de codorniz en relación al huevo de gallina. *Rodríguez (2005).*

<b>Composición</b>	<b>Humedad</b>	<b>Proteínas</b>	<b>Grasas</b>	<b>Materia seca</b>	<b>Carbohidratos</b>
Albúmina (%)	87.34	11.18	0.00	0.79	0.67
Yema (%)	48.20	19.30	30.00	1.80	0.70
Todo (%)	73.80	13.23	10.83	1.13	1.03
Albúmina (%)	89.28	9.41	0.00	0.69	.....
Yema (%)	49.22	16.16	34.10	1.65	.....
Todo (%)	74.72	12.03	12.30	0.98	.....

Manoche (2006) señala que, la codorniz japonesa, al contrario de lo que ocurre con la gallina, pone más huevos en las últimas horas de la tarde y en las primeras de la noche, es decir, la postura es nocturna, después de las 19 horas, las primeras que ponen emiten un sonido particular que estimulan a las otras, de ahí que en un lapso de 30 – 40 minutos pone el mayor porcentaje.

### **1.7. Condiciones ambientales**

Siendo aves que se desarrollaron en países de cuatro estaciones, producen mucho mejor si se les provee de un fotoperiodo extendido, con 15 a 16 horas diarias de luz producen mucho mejor que con el fotoperiodo normal de 12 horas que tenemos en nuestro país; el porcentaje de postura que alcanzan con la luz adicional es de hasta 92% mientras que sin la luz adicional su producción no supera el 80% (Uzcátegui, 2010).

### **1.8. Iluminación**

Los programas de iluminación se utilizan para estimular y sincronizar la puesta, y por ello son consideradas herramientas poderosas de manejo para las aves reproductoras (Carbo, 2022). La modificación del fotoperíodo influye en el inicio de la puesta, el tamaño del huevo, la calidad de la cáscara, la eficiencia alimenticia, la calidad espermática, entre otros aspectos. Factores como la temperatura, el peso de las aves y los niveles de ciertos nutrientes afectan, en menor medida, la producción y calidad de los gametos (Murgas *et al.*, 2008).

La luminosidad constituye un factor estimulante de la postura por lo que se recomienda que la luminosidad natural deba alcanzar como mínimo 14 horas luz natural, suplementando el resto con luz artificial (Osorio, 1996).

### **1.9. Productividad de la codorniz ponedora**

Las codornices comienzan a aumentar su productividad alrededor de los dos meses y medio de edad, a partir de este momento, su producción se mantiene constante hasta los tres meses, edad en la que alcanzan su pico productivo, llegando a poner hasta dos huevos al día, este pico generalmente dura entre cuatro y seis semanas (Pérez, 2015). La producción de huevos se verá influenciada por la rapidez con la que se alcanza este pico, ya que mientras más rápido se logre, más rápidamente disminuirá la producción (Curbelo, 2020).

La rapidez con la que ave alcanzara su pico productivo y con el ello la rapidez con la que decrecerá su producción dependerá mucho del maneja que tenga el ave por ello se debe procurar cuidar muy bien al lote durante su etapa de crecimiento porque caso contrario los rendimientos esperados pueden bajar hasta en un 40% (Md. Amir Hossain, Mahbub and Belal, 2024).

### ***1.9.1. Producción de huevos infértiles para el consumo***

Ruales (2010) afirma que, en la producción de huevos para consumo, no se requiere de la presencia del macho, más aún, es mejor no tener machos con las hembras ya que los huevos infértiles se conservan mejor, por no existir posibilidad que el embrión comience su desarrollo, por lo que se aconseja tenerlos en otras jaulas, pero dentro del mismo galpón, para que con su canto incentiven la postura; en este caso se recomiendan cuatro machos por cada 1 000 hembras.

### ***1.9.2. Recolección de Huevos***

Todoagro (2014), menciona que la recolección de los huevos de codorniz es una vez al día y a una hora determinada; se recomienda que sea después de dar de comer a las aves y que la recolección debe ser en forma ordenada y empezando siempre por el mismo sitio, ya que es mejor que sea siempre la misma persona, procurando usar un uniforme de colores claros.

## **1.10. Calidad del huevo**

La calidad del huevo es un atributo de gran importancia para los consumidores y productores avícolas (Silversides *and* Villeneuve, 1994). Se refiere a un conjunto de características físicas, químicas y sensoriales que determinan su valor comercial y su aptitud para el consumo humano (Rodríguez-Burgos et al., 2021). En el contexto de tu investigación, es fundamental evaluar cómo la inclusión de harina de moringa en la dieta de las codornices afecta a la calidad de los huevos producidos (Melesse et al., 2017).

Según Mollericona (2022) establece que las características a evaluar en calidad de huevo deben ser:

- **Peso del huevo:** El peso del huevo es un indicador directo de su tamaño y está relacionado con la edad de la gallina, la raza y la nutrición.
- **Tamaño del huevo:** Se refiere a las dimensiones del huevo (longitud y ancho) y está relacionado con el peso.
- **Forma del huevo:** La forma del huevo puede variar y está determinada por factores genéticos y nutricionales.
- **Color de la yema:** El color de la yema está influenciado por la cantidad y tipo de pigmentos carotenoides en la dieta.
- **Grosor de la cáscara:** El grosor de la cáscara es un indicador de la resistencia del huevo y está relacionado con la calidad de la calcificación.
- **Índice de Haugh:** Este índice mide la altura de la yema sobre la albúmina y es un indicador de la calidad de la albúmina.
- **Composición nutricional:** La composición nutricional del huevo (proteínas, lípidos, minerales) puede verse afectada por la dieta de la gallina.

### **1.11. Efectos de la moringa en la calidad del huevo:**

Diversos estudios han evaluado el impacto de la inclusión de moringa en la dieta de aves ponedoras sobre la calidad de los huevos (Acuña *et al.*, 2014) Algunos de estos estudios han encontrado que la moringa puede mejorar la calidad de la cáscara, aumentar el peso del huevo y mejorar la coloración de la yema, gracias a su alto contenido en carotenoides (Condo *et al.*, 2024).

### **1.12. Coloración de la yema de huevo**

Dado que la yema tiene un alto porcentaje de lípidos en su composición, la asimilación de pigmentos liposolubles modificará el color de la yema; así, encontraremos yemas de colores que van desde el amarillo pálido hasta el anaranjado intenso; algunas materias primas como el maíz o la moringa contienen xantofilas, que darán el color característico a la yema, pero también es posible suministrar los pigmentos adecuados en el pienso para obtener el color esperado (Domingo *et al.*, 2021). Así, la combinación de zeaxantina y de luteína con capsantina o análogos sintéticos en las dosis adecuadas

modificará el color de la yema, de forma que se cumplirán las expectativas del consumidor. (Soler *et al.*, 2011).

#### ***1.12.1. Pigmentación de la yema***

Los pigmentantes han sido ampliamente utilizados en la preparación de los alimentos y continúan existiendo a nivel mundial una contribución significativa en la preparación y procesamiento del mismo; la pigmentación de la yema de huevo ha sido una característica de suma importancia a la hora de su comercialización (Pérez *et al.*, 2021). Actualmente el consumidor exige colores más intensos en este producto debido a que asocia una pigmentación más alta con animales sanos y un huevo de mejor calidad comparado con uno que tenga el color de la yema pálida (Rodríguez *et al.*, 2006).

#### **1.13. Enfermedades**

Padilla and Cuesta (2003) mencionan que con respecto a las enfermedades que padecen las codornices, hay muchas de ellas muy conocidas y estudiadas y algunas son comunes con las gallinas, teniendo en cuenta el agente causal se puede establecer los siguientes grupos:

##### ***1.13.1. Enfermedades producidas por virus***

Peste aviar: los animales afectados presentan pérdida de apetito, abatimiento, debilidad, fiebre acompañada de disnea (respiración entrecortada) y diarrea; en algunos casos los animales mueren bruscamente, sin presentar síntomas clínicos; asimismo, la vía de contagio más común es la respiratoria; mientras que si la incidencia es alta los animales pueden ser vacunados; otras enfermedades que pueden afectar a las aves son: la enfermedad respiratoria crónica y la diftero-viruela (Padilla *and* Cuesta, 2003).

##### ***1.13.2. Enfermedades producidas por bacterias***

La pullorosis, producida por salmonella typhmurion, es la enfermedad que presenta la mayor incidencia, aunque también hay que considerar la tuberculosis aviar, el botulismo y las complicaciones producidas por otras salmonellas (*S. typhmurion*, *S. infantis*, *S. barreilly*, etc.); (Padilla *and* Cuesta, 2003).

### ***1.13.3. Enfermedades producidas por hongos***

Aspergilosis o Micosis: es una enfermedad respiratoria producida por hongos que afectan a los pulmones y a los sacos respiratorios, se transmite por esporas del hongo que es aerógena (Pérez *et al.*, 2021). Según Flores (2000) citado por Cevallos and Vaca (2014), la candidiasis o micosis: es una enfermedad digestiva que puede provocar una mortalidad significativa en los cotupollos de codorniz, se transmite por alimentos contaminados, agua contaminada, falta de higiene y desinfección de las jaulas, equipos y galpón.

Micotoxicosis: es una enfermedad producida por las sustancias tóxicas que se encuentran en los hongos, los cuales afectan a los órganos del ave, se transmite por usar insumos húmedos, como maíz, soya, harina de pescado, subproductos de trigo y arroz, etc., en la composición de sus alimentos (Cevallos and Vaca, 2014).

### ***1.13.4. Enfermedades producidas por deficiencias nutricionales***

Avitaminosis, según Cevallos and Vaca (2014), las enfermedades nutricionales se presentan por la deficiencia de vitaminas A, B, B2, B6, B12, C, D, E, K, en las raciones alimenticias de las codornices, lo cual altera la conversión alimenticia, lo cual conlleva a serios trastornos de desarrollo, engorde y afectando considerablemente a la producción de huevos.

## **1.14. Instalaciones para la crianza de codornices**

Según Aguaisa (2000) citado por Ruales, (2010) manifiesta que, las codornices no requieren de amplios espacios, pero se muestran muy exigentes en cuanto a las condiciones ambientales.

### ***1.14.1 Ubicación***

Según Cordero (2012), los galpones se deben construir con una determinada orientación según la zona en que se encuentren (fría o caliente), con el objetivo de regular la temperatura dentro del galpón, en zonas templadas o frías, se ubican de Norte a Sur, para que los rayos solares ingresen en el galpón para elevar la temperatura interna; en el caso de

zonas calientes, se ubican de Este a Oeste, para reducir el efecto de la elevación de la temperatura dentro del galpón.

#### **1.14.2. Jaulas**

Según Rodríguez (2005) indica que la capacidad de la jaula por metro cuadrado es para un promedio de 60 codornices; para mil aves en jaula se requiere de la construcción de 53 metros cuadrados de galpón, contrayendo módulos de cinco pisos y dejando un corredor de 1.25 metros entre las líneas de producción.

#### **1.15. Mercadeo y presentación de los huevos de codorniz**

Según Rúaless (2010) señala que, el huevo de codorniz es recomendado por Pediatras y Geriatras para la alimentación debido a su bajo contenido de colesterol y alto nivel proteico; además indica que para el mercadeo de este producto se aconsejan cajas de cartón de 12, 24 y 36 unidades; los empaques plásticos agilizan el proceso y dan gran visibilidad y presentación, sin olvidar que su tapa debe tener orificios para ventilación de los huevos.

#### **1.16. Materias primas utilizadas en dietas para codornices**

##### **1.16.1. Harina de *Moringa oleifera***

Es la especie más conocida del género *Moringa*, un grupo pequeño de plantas dentro del orden Brassicales que incluye la familia de la col y del rábano, junto con la familia del mastuerzo y de las (Mesa *et al.*, 2020)

##### **1.16.2. Características nutritivas de la harina de *Moringa oleifera***

Los nutrientes de la harina de moringa son el eje central en las investigaciones de Curbelo (2020) y Pérez *et al.* (2021), donde se pone en manifiesto que aporta con determinado nivel de proteína y otros nutrientes como se especifica en la Tabla 8.

**Tabla 8.** Contenido de nutrientes de la Harina de *Moringa oleifera*. Garavito (2008).

<b>Nutriente</b>	<b>Valor</b>
Vitamina A	1.130 mg
Vitamina C	220 mg
Calcio	440 mg
Potasio	259 mg
Proteína	6.700 mg

**1.16.3. Composición química de *Moringa oleifera* de 54 días, deshidratada y molida**

De igual forma, la composición química de la moringa es diferente según se analice la parte de la planta, en la Tabla 9 se puede observar que la hoja es la que aporta la mayor cantidad de proteína y energía digestible y metabolizable, por lo que es un importante recurso para uso como complemento de alimentación en el sector acuífero (Garavito, 2008).

**Tabla 9.** Composición química de *Moringa oleifera* de 54 días, deshidratada y molida. Garavito (2008).

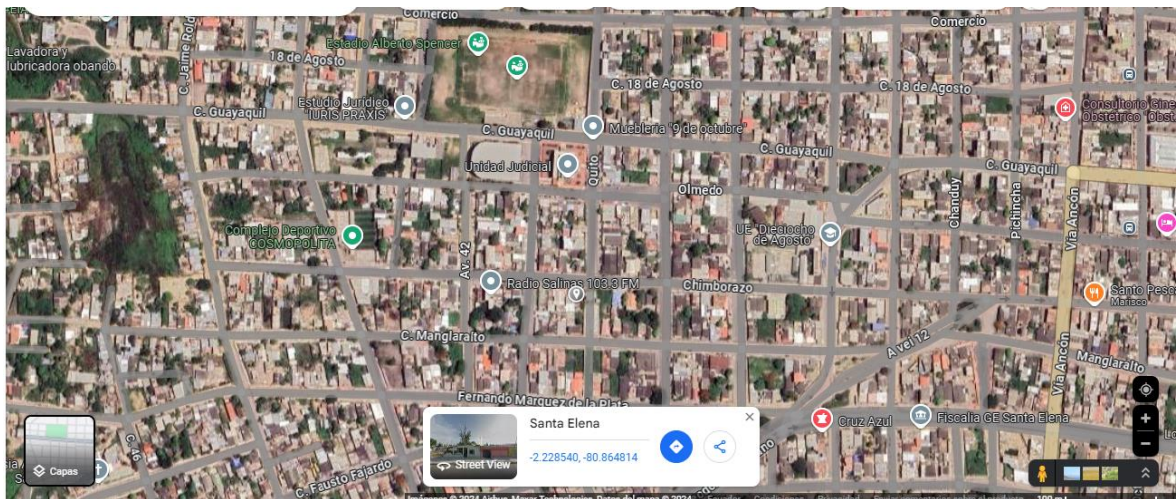
<b>Indicador</b>	<b>Hojas</b>	<b>Tallos</b>	<b>Hojas y tallos</b>
Materia seca (%)	89.60	88.87	89.66
Proteína (%)	24.99	11.22	2.00
Extracto etéreo (%)	4.62	2.05	4.05
Fibra cruda (%)	23.60	41.90	33.52
Ceniza (%)	10.42	11.38	10.18
Extracto no nitrogenado (%)	36.37	33.45	31.25
Energía digestible (Mcal/kg)	2.81	1.99	2.43
Energía metabolizable (Mcal/kg)	2.30	1.63	1.99

## CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Caracterización del área

#### 2.1.1. Ubicación

El lugar donde se realizó la investigación fue en la provincia de Santa Elena, en el barrio Alberto Spencer, el cual se encuentra ubicada diagonal a la Unidad Judicial de Santa Elena, como se visualiza en la Figura 1. con las siguientes coordenadas: -2.228540, -80.864814.



**Figura 1.** Mapa Satelital del Cantón Santa Elena Google maps (2024)

#### 2.1.2. Clima

El clima en la provincia de Santa Elena es cálido y seco al sur y tropical húmedo en la zona norte, en el barrio Alberto Spencer, se mantiene un clima cálido y seco (Portilla Farfán, 2018).

#### 2.1.3. Periodo

El lapso de tiempo en el que se desarrolló la investigación fue entre diciembre de 2023 a noviembre de 2024. El periodo del experimento fue de 45 días que comprendió del 17 de agosto de 2024 al 30 de septiembre.

## **2.2. Material biológico y condiciones experimentales**

### **2.2.1. Material biológico**

- 60 codornices japonesas (*Coturnix japonica*).
- Pasto moringa harina de moringa (*Moringa oleifera*).

### **2.2.2. Materiales**

- Jaulas
- Esferos
- Botas
- Registro de datos
- Computadora portátil
- Calibrador
- Micrómetro
- Cámara fotográfica

### **2.2.3. Materiales de campo para colecta de muestras**

- Balanza digital
- Gavetas
- Palas
- Escobas
- Overol
- Botas
- Mascarillas
- Comederos
- Bebederos
- Tanque de agua
- Mandil
- Etiquetas

## 2.4. Tipo de investigación

El tipo de investigación utilizado para el desarrollo del proyecto es cuantitativo, dado que se organiza la información de manera sistemática, interpretando los datos por medio de estadística descriptiva e inferencial.

## 2.4. Diseño experimental

Se utilizó un diseño DCA, con tres tratamientos (T1, T2 y T3) y un testigo (T0), con tres repeticiones por tratamiento, en la Tabla 10, se presenta el ANOVA.

**Tabla 10.** Fuente de variación

<b>Diseño Completamente al Azar</b>		
<b>Fuente de variación</b>	<b>Fórmula</b>	<b>Grados de libertad (g.l)</b>
Tratamientos	$t-1$	$3-1=2$
Error Experimental	$X*dif$	$17-2=15$
Total	$(t * r) - 1$	$(3*6)-1=17$

### *Distribución de los tratamientos*

- T1>: 98% de balanceado comercial + 2% de harina de moringa (*Moringa oleifera*).
- T2>: 96 % de balanceado comercial + 4% de harina de moringa (*Moringa oleifera*).
- T3>: 94 % de balanceado comercial + 6% de harina de moringa (*Moringa oleifera*).
- T0>: 100 % de balanceado comercial.

## 2.5. Manejo del experimento

Las codornices utilizadas en este experimento fueron adquiridas en un criadero especializado en Machala, donde se seleccionaron hembras de nueve semanas de edad, listas para comenzar la postura. A su llegada a Santa Elena, fueron recibidas en sus respectivas jaulas y se les administraron electrolitos para reducir el estrés del traslado y facilitar su adaptación al nuevo entorno, luego de una semana de adaptación se empezó con el experimento se desarrolló durante 45 días con 60 aves divididas en cuatro grupos: un grupo control sin suplementación de moringa y tres grupos experimentales con niveles de 2, 4, y 6% de moringa en la dieta. Las codornices fueron alojadas en un ambiente controlado de limpieza, ventilación y un fotoperiodo de 16 horas de luz y 8 de oscuridad para estimular la

postura. Se suministraron 23 gramos de alimento por ave diariamente y se registró el sobrante al final del día para calcular el consumo real. Cada 10 días se recolectaron muestras de cinco huevos por tratamiento, evaluando parámetros de calidad como peso, grosor de la cáscara, índice de Haugh y color de la yema. Además, se monitoreó constantemente la salud y bienestar de las aves. Al finalizar el experimento, se analizaron los datos en el software Infostat para verificar los efectos de la moringa en la producción y calidad del huevo de codorniz.

### ***2.5.1. Características del experimento***

Tratamientos:	4
Repeticiones:	3
Unidades experimentales	12
Animales por jaula:	5

## **2.6. Parámetros evaluados**

### ***2.6.1. Parámetros productivos***

En los parámetros que se evaluaron durante los 30 días, la toma de datos fue semanalmente y se aplicaron las fórmulas correspondientes, a continuación, se explicará cada medición tomada.

**Porcentaje de postura semanal (%P).** Se realizó mediante un registro diario donde se anotó la producción de huevo por jaula y semanalmente tomando en cuenta al número de huevo de las codornices de cada jaula evaluada y el número de aves en el estudio, lo que obtuvo el porcentaje de postura por semana, mediante la siguiente fórmula.

$$\%Postura = \frac{\text{Numero de huevo producidos}}{\text{Número de aves por jaulas}} \times 100$$

**Peso promedio del huevo semanal (g):** al finalizar la semana se realizó el peso de todos los huevos que se lograron a producir, mediante la balanza analítica se obtuvo el resultado que se expresaron en gramo.

$$\text{Peso del huevo (g)} = \frac{\text{Peso total de huevo/ semana}}{\text{Número de huevo/ semana}}$$

**Masa del huevo:** esta evaluación se realizó mediante el peso del huevo por el porcentaje de postura, semanalmente.

**Consumo de alimento (g):** se evaluó mediante el peso de la ración diaria y el desperdicio para así determinar el consumo total del alimento, mediante la siguiente fórmula.

$$\text{Consumo de alimento (g)} = \text{Alimento ofrecido (g)} - \text{desperdicio (g)}$$

**Conversión alimenticia:** es la eficiencia de conversión de nutrientes lo cual es un factor crucial para evaluar la productividad, se determinó semanalmente por jaula. Se utilizó la siguiente fórmula.

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{Consumo de alimento}}{\text{Masa de huevo}}$$

### ***2.6.3. Parámetros de calidad externos del huevo***

**Peso del huevo (PH).** Se tomo el peso de cada huevo usando una balanza digital y los resultados se manifestaron en gramos.

**Índice de forma (IF).** Se midió la anchura del huevo en su zona central y la longitud de extremo a extremo multiplicando estas dos variables por cien y expresando el resultado en porcentaje. Para realizar estas mediciones se utilizó un calibrador Vernier. Los huevos con un índice superior al 76% se considera redondos, mientras que los huevos con un índice inferior al 76% se clasifican como largos, para esto se aplicara la siguiente formula:

$$\text{Índice de forma} = \text{ancho/ largo} \times 100$$

**Índice de cáscara (IC).** Para determinar el índice de la Cáscara, primero se pesó el huevo entero. Luego, se rompe y se extraen la yema y la clara, pesando únicamente la

cáscara. Esto permite calcular el porcentaje de dureza y permeabilidad de la cáscara, para esto se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de cáscara} = \text{peso de la cáscara} / \text{peso del huevo} \times 100$$

**Grosor de cáscara (GC).** Se determinó el grosor de la cáscara midiendo el espesor en la zona ecuatorial del huevo. Esto se logró partiendo la cáscara por la mitad utilizando un calibre expresando el resultado en milímetros, para poder evaluar la resistencia a la rotura del huevo.

#### **2.6.4. Parámetros de calidad interna del huevo**

**Índice de yema (IY).** El índice de la yema se determinó en función de su altura y diámetro, expresando en milímetros. Para esto se utilizó un calibre, se calculó mediante la siguiente fórmula.

$$\text{Índice de yema} = \text{altura de yema} / \text{radio de la yema}$$

**Color de yema (CY).** Esta medición se realizó colocando el contenido del huevo sobre una caja Petri bien iluminada. Para determinar el color de la yema, se utilizó un abanico de coloración de yema DMS, que incluye un rango de 15 colores como se presenta en la (Tabla 11), desde naranja rojizo hasta un amarillo claro.

**Tabla 11.** Escala colorimétrica DSM. Constanza (2014)

<b>Escala</b>	<b>Color</b>
15	Naranja – rojizo
11	Naranja
9	Amarillo
<6	Amarillo- pálido

**Índice del albumen (IA).** Se determinó el índice de albumen mediante la altura y el diámetro de albumen, se expresó en milímetro, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de albumen} = \text{altura de albumen} / \text{radio de albumen} \times 100$$

**Unidad HAUGH (UH).** Es una medida de la calidad proteínica del huevo basada en la altura de la albumina. La altura, correlacionada con el peso, se determinó el valor de la Unidad Haugh. A un valor mayor corresponde mejor calidad del huevo (el más fresco, de mejor calidad, tiene clara espesa). Se cálculo mediante la fórmula:

$$UH= 100 \times \log (h-1,7 w^{0,37} + 7,6)$$

Donde:

h: altura de clara en (mm)

w: peso del huevo en (g)

## **2.7. Análisis estadístico de los resultados**

Los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) utilizando el programa estadístico INFOSTAT, con el objetivo de determinar diferencias significativas entre tratamientos. Para la comparación de medias se aplicó la prueba de Tukey, con un nivel de significancia de  $P < 0.05$ .

## CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1. Parámetros productivos de los huevos de codorniz japonesa

Para medir los parámetros de productividad de los huevos de codorniz se aplicó el coeficiente de ANOVA. Para la interpretación de estos, se consideró un p-valor de 0.05; cuando los valores se mantienen por debajo de 0.05 ( $<0.05$ ), se demostró que había diferencia significativa entre los grupos evaluados (tratamiento testigo y los tratamientos con diferentes porcentajes de *Moringa*: 2, 4 y 6%). Posteriormente, se realizó una comparación de medias mediante la prueba de Tukey, con el fin de identificar específicamente entre qué tratamientos existían dichas diferencias significativas.

**Tabla 12.** Parámetros productivos de los huevos de codorniz japonesa alimentadas con tres niveles de harina de *Moringa oleifera* (0, 2, 4 y 6%) en la provincia de Santa Elena.

Tratamientos	T0	T1	T2	T3	E. E	P-Valor
Producción de huevos (n)	393 A	570 B	578 B	445 AB	0.00	0.0001
Peso de huevo (g)	10.7 A	12.5B	12.7 B	12.1 AB	0.00	0.0001
% de postura	3.91 A	5.68 B	7.76 C	11.4 D	0.00	0.0001
Conversión alimenticia	2.86 D	1.78 B	1.28 A	2.26 C	0.00	0.0001
Masa del huevo	8.05 A	12.95 C	18.00 D	10.19B	0.00	0.0001
Ganancia de peso (g)	61.93A	91.80 B	61.33 A	70.80A B	6.62	0.0059
Peso inicial (g)	139.93A	138.87A	141.80A	137.33 A	1.59	0.2524
Peso final – 45 días (g)	201.87A	230.67B	203.13A	208.13AB	6.18	0.0053

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ). **EE:** Error estándar. P-valor ( $<0.05$ ): existe diferencias significativas entre los grupos. **T0:** grupo testigo, **T1:** 2% de harina de *Moringa oleifera*, **T2:** 4% de harina de *Moringa oleifera* y **T3:** 6%. de harina de *Moringa oleifera*

Respecto a la producción de huevos, el T2 dejó una producción total de 578 huevos, seguido del T1 con 570 huevos, la diferencia se comprobó con el p-valor  $<0.0001$  del coeficiente de ANOVA aplicado. En lo que concierne al peso de los huevos, varían entre tratamientos, siendo T2 el tratamiento con el mayor peso de huevo (12.7 g), seguido por T1 (12.5 g), esta diferencia es significativa (p-valor  $<0.0001$ ), determinando que los tratamientos T1 y T2 pueden estar mejorando la calidad del huevo en términos de peso. siendo las aves alimentadas con un nivel de proteína de 15.0 % las que presentaron mayor peso de huevo. En tanto, Arquíñego (2020), evidenció en su estudio una producción de

huevos de 91.47 $\pm$  8.53, mientras que, el peso promedio del huevo fluctuó en 61.61  $\pm$  1.58 g, teniendo en cuenta que el ave era una gallina.

En el porcentaje de postura, en el T3 fue de 11.4%, se demostró que hubo una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos evaluados; a diferencia de los resultados obtenidos por Degollado (2021), quien identificaron un p-valor de 0.702 para el porcentaje de postura entre los tratamientos al 0, 5 y 10% de *Moringa oleifera*, aquí se demuestra que en estos diferentes contextos se han hallado resultados variados en la postura, producto de condiciones externas no especificadas.

En cuanto a la conversión alimenticia, T2 presenta el valor más bajo (1.28 g), lo cual indica una mayor eficiencia en la utilización del alimento, seguido de T1 (1.78 g). En contraste, T0 y T3 muestran valores más altos (2.86 g y 2.26 g, respectivamente), lo que señala menor eficiencia en estos tratamientos. La significancia estadística (p-valor < 0,0001) confirma que T2 es el tratamiento más eficiente en este parámetro. En la masa del huevo, el T2 también destaca en la masa del huevo con un promedio de 18.00 g, seguido de T1 con 12.95 g, y T3 con 10.19 g; en el caso de Arquíñego (2020), identificó una masa promedio de 54.06  $\pm$  5.84. El control presenta el valor más bajo (8,05 g). Este parámetro muestra diferencias estadísticamente significativas (p-valor <0.0001), sugiriendo que T2 contribuye a una mayor masa de los huevos en comparación con los otros tratamientos.

Mientras tanto, en la ganancia de peso, T1 evidenció (91.80 g), seguido de T3 (70.80 g). En comparación, T2 y T0 presentan menores ganancias de peso (61.33 g y 61.93 g, respectivamente), esta diferencia es estadísticamente significativa dado que el p-valor <0.05 (0.0059), lo cual indica que T1 es el tratamiento que más contribuye al incremento de peso en las codornices. Asimismo, en el peso inicial, no se observan diferencias significativas en el peso inicial de las codornices entre tratamientos (p-valor <0.2524), indicando que todos los grupos partieron de condiciones similares en este parámetro, lo cual contribuye a la validez del análisis comparativo. Asimismo, en el peso final al día 45, T1 destaca nuevamente con el mayor peso promedio (230.67 g), seguido de T3 (208.13 g) y T2 (203.13 g), mientras que T0 tiene el menor valor (201.87 g). Esta diferencia es significativa (p-valor < 0.0053), lo cual sugiere que el tratamiento T1 tiene un efecto positivo en el peso final, probablemente asociado a una mejor adaptación al régimen de alimentación.

### 3.2. Calidad de huevos de la codorniz japonesa

En relación con el peso del huevo (Tabla 13), se observan diferencias significativas entre el grupo de control (T0) y los distintos tratamientos en todos los días de conservación, dado que el p-valor identificado fue  $P < 0.05$  (0.0001).

**Tabla 13.** Peso del huevo (g) de la codorniz japonesa alimentadas con tres niveles de harina de *Moringa oleifera* (0, 2, 4 y 6%) en la provincia de Santa Elena

Días de conservación	T0	T1	T2	T3	E. E	P-Valor
0	10.17 A	11.04 B	12.08 C	13.08 D	0.03	0.0001
10	10.03 A	11.10 B	12.15 C	13.14 D	0.06	0.0001
15	10.10 A	11.27 B	12.15 C	13.32 D	0.05	0.0001
20	9.92 A	11.03 B	12.15 C	13.20 D	0.05	0.0001

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ). **E.E:** error estándar. **P-valor** ( $<0.05$ ): existe diferencias significativas entre los grupos. **T0:** grupo testigo, **T1:** 2% de harina de *Moringa oleifera*, **T2:** 4% de harina de *Moringa oleifera* y **T3:** 6% de harina de *Moringa oleifera*

El tratamiento T3 muestra consistentemente los valores más altos a lo largo del período de conservación, destacándose en el día 15 con un peso promedio de 13.32 g, lo que representa un aumento notable en comparación con T0. Estos resultados indican que el tratamiento T3 tiene un efecto positivo en el mantenimiento o incremento del peso del huevo durante el almacenamiento, en comparación con el grupo de control, reflejando una mejora en la conservación del peso en las condiciones evaluadas. Según Arquíñego (2020) entre mayor nivel de proteína mayor peso, en lo que respecta al peso inicial y final del huevo, se estimó que hubo una ganancia de peso de 433.75 g +/- 25.90, considerando que las aves fueron gallinas.

En el análisis del índice de forma en la Tabla 14, se evidencia que existen diferencias significativas entre los tratamientos y el grupo de control (T0) en todos los días de conservación, con p-valor inferior a -0.0001. A lo largo del tiempo, el tratamiento T3 muestra los valores más elevados en comparación con T0, destacándose en el día 20 con un incremento notable en el índice de forma.

**Tabla 14.** Índice de forma del huevo de la codorniz japonesa alimentadas con tres niveles de harina de *Moringa oleifera* (0, 2, 4 y 6%) en la provincia de Santa Elena

Días de conservación	T0	T1	T2	T3	E. E	P-Valor
0	75.69 A	77.03 B	78.61 C	78.93 C	0.15	0.0001
10	81.16 B	81.88 B	82.11 C	83.70 A	0.16	0.0001
15	81.13 A	81.64 B	82.47 D	83.65 A	0.11	0,0001
20	81.03 B	81.68 C	82.24 D	83.51A	0.11	0,0001

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ). **E.E:** error estándar. **P-valor** ( $<0.05$ ): existe diferencias significativas entre los grupos. **T0:** grupo testigo, **T1:** 2% de harina de *Moringa oleifera*, **T2:** 4% de harina de *Moringa oleifera* y **T3:** 6%. de harina de *Moringa oleifera*

Este resultado sugiere que el tratamiento T3 contribuye de manera constante a mantener una mejor conformidad en el índice de forma en comparación con el grupo de control, lo cual indica una mayor preservación de esta característica en las condiciones evaluadas. En comparación con Satan (2020), quien obtuvo un índice de forma del huevo de 78.13 +/- 2.81; evidenciando valores similares, aunque relativamente menores, sugiriendo mejores resultados en el estudio actual.

Con base en los resultados presentados en la Tabla 15, se observa que el índice de yema en el grupo T0 (control) presenta una variación moderada en los días de conservación. Al evaluar la diferencia significativa con otros tratamientos a lo largo del tiempo, se identifica que el día 15 y 20 muestra la mayor diferencia significativa ( $p < 0.0001$ ) entre los grupos T0 y T2, lo que sugiere una variación en el índice de yema que podría estar asociadas a las condiciones de conservación aplicadas en este grupo específico.

**Tabla 15.** Índice de yema de los huevos de la codorniz japonesa alimentadas con tres niveles de harina de *Moringa oleifera* (0, 2, 4 y 6%) en la provincia de Santa Elena.

Días de conservación	T0	T1	T2	T3	E. E	P-Valor
0	0.74 A	0.73 A	0.74 A	0.74 A	3.2	0.6730
10	0.72 A	0.72 A	0.74 A	0.73 A	0.01	0.2372
15	0.73 A	0.72 A	0.75 B	0.75 B	2.6	0.0001
20	0.73AB	0.72 A	0.73 BC	0.74 C	2.3	0.0008

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ). **E.E:** error estándar. **P-valor** ( $<0.05$ ): existe diferencias significativas entre los grupos. **T0:** grupo testigo, **T1:** 2% de harina de *Moringa oleifera*, **T2:** 4% de harina de *Moringa oleifera* y **T3:** 6%. de harina de *Moringa oleifera*

. En otros períodos de conservación, el p-valor >0.05, indicando que no existen diferencias estadísticamente significativas en esos días para los demás tratamientos en comparación con el grupo T0. En contraste, el estudio de Satan (2020), identificó el índice de yema a la semana 15 de quien identificó un índice de yema de 0.55 +/- 0.0341, mostrando valores diferentes entre ambos resultados.

En los resultados de altura de albúmina que se muestra en la Tabla 16, el análisis muestra una variación significativa en los diferentes tratamientos en comparación con el grupo T0 (control) a lo largo del tiempo. A través de todos los días de conservación, el grupo T3 presenta los valores de altura de albúmina más elevados y una diferencia significativa con respecto a T0, particularmente en los días 10 y 20, donde se observan incrementos considerables

**Tabla 16.** Altura de albúmina del huevo de la codorniz japonesa alimentadas con tres niveles de harina de *Moringa oleifera* (0, 2, 4 y 6%) en la provincia de Santa Elena

Días de conservación	T0	T1	T2	T3	E. E	P-Valor
0	4.08 A	4.32 B	4.58 C	4.88 D	0.04	0.0001
10	3.82 A	4.08 B	4.40 C	4.86 D	0.04	0.0001
15	4.02 A	4.26 B	4.42 B	4.88 C	0.04	0.0001
20	3.78 A	4.20 B	4.46 C	4.92 D	0.06	0.0001

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ). **E.E:** error estándar. **P-valor** (<0.05): existe diferencias significativas entre los grupos. **T0:** grupo testigo, **T1:** 2% de harina de *Moringa oleifera*, **T2:** 4% de harina de *Moringa oleifera* y **T3:** 6%. de harina de *Moringa oleifera*

. Los p-valor < 0.0001 en todos los periodos indican diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos y el grupo de control. Esto sugiere que el tratamiento T3 mantiene consistentemente una mayor altura de albúmina en comparación con T0 durante el período de conservación. Olugbemi *et al.* (2010), quienes encontraron promedios de 4.10 mm en codornices alimentadas con niveles bajos de aditivos naturales. Esto indica que la inclusión de *Moringa oleifera* mejora la calidad interna del huevo durante su almacenamiento.

En la Tabla 17 se observan la Unidad de Haugh cuyos datos reflejan diferencias significativas entre los tratamientos y el grupo de control (T0) en los 20 días de conservación, con p-valor <0.0001. el T3 mantiene los valores más altos en comparación con T0,

especialmente en los días 10 y 20, donde se observan los incrementos más marcados. Esto nos indica que el tratamiento T3 contribuye a preservar mejor la calidad de la albúmina, medida en unidades de Haugh, en comparación con el grupo de control.

**Tabla 17.** Unidad de Haugh del huevo de la codorniz japonesa alimentadas con tres niveles de harina de *Moringa oleifera* (0, 2, 4 y 6%) en la provincia de Santa Elena

Días de conservación	T0	T1	T2	T3	E. E	P-Valor
0	88.48 A	89.13 A	89.80 A	90.73 A	0.19	0.0001
10	87.10 A	87.72 A	88.74 B	90.58 C	0.22	0.0001
15	88.20 A	88.62 A	88.86 A	90.57 B	0.20	0.0001
20	86.96 A	88.46 B	89.08 B	90.86 C	0.29	0.0001

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ). **E.E:** error estándar. **P-valor** ( $<0.05$ ): existe diferencias significativas entre los grupos. **T0:** grupo testigo, **T1:** 2% de harina de *Moringa oleifera*, **T2:** 4% de harina de *Moringa oleifera* y **T3:** 6% de harina de *Moringa oleifera*.

La consistencia en los valores altos de T3 indica una mejor estabilidad en la conservación de esta unidad a lo largo del tiempo en comparación con los otros tratamientos. En tanto, Arquíñego (2020) hallaron índices de unidades Haugh de  $104.69 \pm 4.45$ , de igual forma, el espesor de la cáscara de huevo tuvo un valor aproximado de  $0.35 \pm 0.20$ . Mientras que, Satan (2020), halló valores de  $81.93 \pm 5.22$ , reflejando valores inferiores a los del estudio actual.

### 3.3. Relación costo-beneficio en el uso de harina de *Moringa oleifera*

En el análisis de la relación costo-beneficio de la implementación de harina de *Moringa oleifera* se muestra en la Tabla 18 en la alimentación de codornices japonesas (ver Anexo 2 el detalle de los costos e ingresos), los resultados reflejan que la inversión inicial es significativa.

**Tabla 18.** Relación costo-beneficio respecto a los tratamientos con diferentes proporciones de harina de *Moringa oleifera*

<b>Indicadores económicos</b>	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>Total</b>
Costos	\$ 76.00	\$ 84.00	\$ 92.00	\$ 100.00	\$ 352.00
Ingresos o beneficios	\$ 88.30	\$ 106.00	\$ 106.80	\$ 93.50	\$ 394.60
Relación C/B	1.16	1.26	1.15	0.93	1.12

**T0:** grupo testigo, **T1:** 2% de harina de *Moringa oleifera*, **T2:** 4% de harina de *Moringa oleifera* y **T3:** 6% de harina de *Moringa oleifera*

Se incurrió en un gasto total de \$352.00, donde se incluyen tanto los insumos alimenticios y aditivos necesarios (como balanceado, harina de moringa y electrolitos). Con una generación de ingresos de \$394.60, resultado de la producción de huevos, venta de codornices y abono, se obtiene una relación costo-beneficio de 1.12. Este valor indica que los ingresos obtenidos alcanzan a cubrir completamente los costos iniciales, lo cual podría interpretarse como una rentabilidad aceptable.

Sin embargo, es importante resaltar que este análisis no refleja el escenario económico proyectado para futuras producciones. Por lo tanto, si bien la relación costo-beneficio inicial es aceptable mayor a 1, el modelo productivo tiene el potencial de volverse económicamente más viable y rentable en el tiempo. Este enfoque representa un modelo de inversión a largo plazo, donde los beneficios se tornan visibles y alcanzan su punto óptimo conforme se estabilizan los costos variables y se aprovecha al máximo la inversión en materiales duraderos. Se identificó además que el tratamiento más rentable es el del uso del 2% de *Moringa oleifera*, con una rentabilidad de 1.26. En comparación con lo hallado por Arquíñego (2020), identificó una rentabilidad de 3.34%, con un margen de ganancia mínimo pero positivo.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

Los presentes resultados permitieron concluir que los parámetros productivos de las codornices reproductoras alimentadas con tres niveles de harina de *Moringa oleifera* al 2, 4 y 6%, con un grupo testigo al 0%, reflejaron diferencias estadísticas significativas en los distintos indicadores medidos, en la producción de huevos el T2 fue el grupo con mayor rendimiento en la producción de huevos, peso del huevo y masa del huevo, mientras que, el T3 mostró un mejor rendimiento en el % de postura, conversión alimenticia y ganancia de peso del animal, respecto a los demás tratamientos.

En cuanto a la calidad de los huevos de la codorniz japonesa, se obtuvieron resultados destacados en varios indicadores. El tratamiento T3, que incluyó un 6% de harina de *Moringa oleifera*, presentó mejores valores en el peso del huevo, el índice de forma, el índice de yema, la altura de la albúmina y la unidad de Haugh. El análisis de varianza (ANOVA) mostró diferencias estadísticamente significativas entre los grupos evaluados, con un p-valor <0.0001, lo que respalda la relevancia de estos resultados.

Por último, en el análisis de la relación costo-beneficio en el uso de harina de *Moringa oleifera*, los valores monetarios de ingresos superaron a los costos, con una relación C/B de 1.12, esto deja un margen de ganancia del 12%, el tratamiento que mejor costo beneficio demostró fue el de T1 al 2% de concentrado de harina de *Moringa oleifera*.

## **Recomendaciones**

Se recomienda realizar talleres que incentiven los productores de especies menores con la aplicación de suplementos basados en materiales orgánicos.

Se recomienda a los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, que continúen desarrollando investigaciones experimentales para identificar opciones viables como suplementos al balanceado tradicional de estas aves menores.

Se sugiere realizar investigaciones con mayores porcentajes o concentraciones de Moringa para analizar el efecto en la producción.

Se recomienda realizar el estudio en las etapas de crecimiento de las codornices, para verificar la viabilidad de los suplementos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña, L., Hurtado, V. and Torres, D. and todoagro, 2014. Evaluación de la calidad del huevo de codornices (*Coturnix coturnix japonica*) utilizando algunos alimentos energéticos.. *Revista Sistemas de Producción Agroecológicos*, 5(2), pp. 30-43.
- Arquiñego, Cantaro and Cumpa, 2020. Efectos de diferentes niveles de proteína y aminoácidos azufrados en el rendimiento productivo de gallinas ponedoras. *Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.*
- Carbo, H., 2022. *Parámetros de producción en la crianza de codorniz (Coturnix coturnix japónica) en el Ecuador*, s.l.: Universidad Técnica de Babahoyo. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Condo, L., Orozco, P., Oviedo, R. and Orlando, L., 2024. Evaluación del huevo de codorniz bajo el efecto de la utilización de vitaminas en Morona Santiago. *Evaluación del huevo de codorniz bajo el efecto de la utilización de vitaminas en Morona Santiago.*
- Cordero, 2020. *Caracterización de los sistemas de producción de aves de traspatio en la parroquia Chanduy provincia de Santa Elena.*, La Libertad: Universidad Estatal Peninsula de Santa Elena, Facultad de Ciencias Agrarias.
- Curbelo, M., 2020. *Efecto de la inclusión de diferentes niveles de harina de Moringa oleifera sobre el comportamiento productivo de la codorniz*, s.l.: Universidad de Holguín. Facultad de Ciencias Naturales y Agropecuarias.
- Degollado, K., 2021. [En línea]  
Available at: <https://www.avicultura.mx/destacado/respuesta-en-postura-y-calidad-de-huevo-a-tres-niveles-de-hojas-de-moringa-moringa-oleifera-en-la-dieta-de-codorniz-coturnix-japonica>
- Degollado, 2021. Respuesta en postura y calidad de huevo a tres niveles de hojas de moringa (*Moringa oleifera*) en la dieta de codorniz (*Coturnix japonica*). *Avicultura.*
- Didik, N. and Faizal, A., 2023. Efecto de una dieta con diferentes niveles de energía y proteína en el rendimiento de las codornices ponedoras. *Indonesian journal of animal and veterinary sciences*, 28(1).
- Domingo, F., Hurtado, V. and Torres, D., 2021. Ingredientes alternativos en la alimentación de codornices. *Agricolae & Habitat*, 4(1).
- Flores, J., 2019. *Evaluación de la calidad del huevo en codornices japoneses (coturnix coturnix japónica a diferentes días de conservación en el CIPCA.* Universidad Estatal Amazónica. Ingeniería Agropecuaria.
- Goto , T., Konno, S. and Konno, M., 2023. [En línea]  
Available at: <https://doi.org/10.3390/biology12081080>

- Hossain, A., Mahbub, A. and Ahmed, S., 2024. [En línea]  
Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38434519/>
- Hurtado, V., Torres, D. and Castro, A., 2014. Efecto de los niveles de energía metabolizable y proteína sobre el desempeño zootécnico de codornices en postura.
- Laínez, J. L. R., 2022. *Análisis documental del sistema de producción de coturnicultura en el Ecuador.*, La Libertad: Universidad Estatal Península De Santa Elena, Facultad De Ciencias Agrarias..
- Lázaro, R., Serrano, M. P., and Capdevila, J. (2005). Nutrición y alimentación de avicultura complementaria: codornices. En Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (Ed.), *Avances en nutrición y alimentación* (pp. 369–408). Curso de Especialización FEDNA, Barcelona, España. Disponible en línea: [https://ojs.alpa.uy/index.php/ojs\\_files/article/download/3054/1829](https://ojs.alpa.uy/index.php/ojs_files/article/download/3054/1829) (ojs.alpa.uy)
- Loyaga, B., Mendoza, G., Ybañez, R. and Asunción, D., 2020. La suplementación de aceite esencial de orégano en la dieta reduce el estrés oxidativo en la yema de huevo y mejora los parámetros productivos de la codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japonica*). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 31(3).
- Martín, N., 2019. Calidad interna del huevo. *Revista de información veterinaria, medicina y zootecnia, especializada en los sectores de avicultura, porcicultura, rumiantes y acuicultura*.
- Manoche, E. V. (2006). *Evaluación de alimentos concentrados comerciales y densidad de aves en la producción de huevos de codornices (Coturnix coturnix japonica)*. Tesis de grado, Universidad de Oriente, Núcleo de Monagas, Escuela de Zootecnia pollitas de reemplazo y gallinas ponedoras White Leghorn L33. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 54(2).
- Mnisi, C., Matshogo, T., Niekerk, R. and Mlambo, V., 2017. Comportamiento de crecimiento, parámetros hemobioquímicos y características de calidad de la carne de codornices japonesas macho alimentadas con una dieta a base de Lippia javanica. *Revista Sudafricana de Ciencia Animal*, 47(5).
- Montero, J., 2023. Alimentación de codornices (*Coturnix coturnix*) con harina de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao*) en Santo Domingo, Ecuador. *Idesia (Arica)*.
- Núñez, J., 2021. Medidas morfométricas del huevo fértil de codorniz (*Coturnix coturnix japonica*) sobre el peso al nacimiento. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*.
- Osorio, F. A. (1996). *Influencia del fotoperiodo y la luminosidad en el rendimiento de postura de codornices (Coturnix coturnix japonica)* [Informe técnico]. Universidad de El Salvador. Recuperado de <https://repositorio.ues.edu.sv/bitstreams/5b7311ae-ea81-42b6-8b1d-cac678e79760/download>

- Olugbemi, T. S., Mutayoba, S. K., & Lekule, F. P. (2010). Effect of Moringa (*Moringa oleifera*) inclusion in cassava-based diets fed to broiler chickens. *International Journal of Poultry Science*, 9(4), 363–367.
- Pèrez, 2015. “*Estudio de factibilidad financiera para la producción de huevos de codorniz, en el centro de practicas Rio Verde, Santa Elena, La Libertad*: Universidad Estatal Peninsula de Santa elena , Facultad de Ciencias Agrarias.
- Pérez, R. , 2021. Uso potencial de subproductos biorrefinados de *Moringa oleifera* en la alimentación de codornices japonesas. *Revista Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 18(3), pp. 413-429.
- Rodríguez, A. J. (2005). *Comparación entre gallinas y codornices: características físicas, composición y componentes del huevo que determinan su aceptabilidad* [Documento técnico]. Universidad Técnica del Norte. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/200330007.pdf>
- Rodríguez, B., 2022. *Comportamiento productivo de codornices japónicas en ceba con la inclusión de harina de cabeza de camarón, Caridea, en el cantón Salinas*. Universidad Estatal Península de Santa Elena. Facultad de Ciencias Agrarias.
- Sagñay, J., 2022. *Potencial productivo de la codorniz japonesa (Coturnix coturnix japónica) en el Ecuador*, s.l.: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias.
- Satan, J., 2020. *Comportamiento productivo y calidad del huevo de la codorniz ( Coturnix coturnix japonica ) en etapa de postura en condiciones del CIPCA.*, s.l.: Universidad Estatal Amazónica. Facultad Ciencias de la Tierra.
- Smith, A. L., and Brown, R. M. (2022). *Onset of laying and early reproductive physiology in Coturnix japonica*. *Poultry Science Advances*, 8(2), 101–110.
- Trillo, F., 2021. Efecto de la etapa de levante sobre la producción y reproducción en codornices japónicas (*Coturnix coturnix japonica*) de postura. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 32(5).

Vásconez, C., Sánchez, S., Tobar, J. and Espinoza, F., 2022. Producción de huevos comerciales y fértiles de codorniz (*Coturnix coturnix japonica*) en la Universidad Técnica de Babahoyo.. *Revista Semilla del Este*, 2(2).

Zamora and Chacón (2011). *Capítulo sobre cianocobalamina y deficiencias vitamínicas en aves*. En *Nutrición de las aves de corral* (pp. ...). Recuperado de <https://es.scribd.com/document/237151682/Capitulo-6-Libro-Nutricion-de-Las-Aves>

## ANEXOS

### Evidencias fotográficas



**Figura A1.** Distribución de jaula.



**Figura A2.** Planta de Moringa.



**Figura A3.** Hoja de moringa seca.



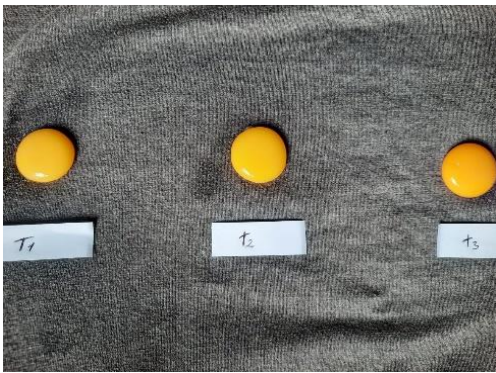
**Figura A4.** Peso de aves por tratamiento.



**Figura A5.** Calibrador pie de rey.



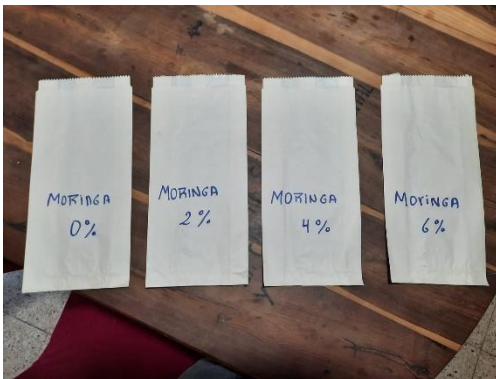
**Figura A6.** Peso de huevo.



**Figura A7.** Calidad de huevo



**Figura A8.** Medición ancho de la yema



**Figura A9.** Dosificación de harina de moringa.



**Figura A10.** División de huevos por tratamientos

## Desglose de los costos e ingresos obtenidos

**Tabla 19.**

*Relación costo-beneficio respecto al uso de harina de Moringa oleifera*

<b>COSTOS</b>						
<b>Ítem</b>	<b>Precio unidad</b>	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Experimento</b>						
Balanceado (saco)	\$ 30.00	\$ 15.00	\$ 15.00	\$ 15.00	\$ 15.00	\$ 60.00
H. Moringa (saco)	\$ 7.00	\$ 0.00	\$ 8.00	\$ 16.00	\$ 24.00	\$ 48.00
Electrolito (sobres)	\$ 4.00	\$ 1.00	\$ 1.00	\$ 1.00	\$ 1.00	\$ 4.00
Codornices	\$ 4.00	\$ 60.00	\$ 60.00	\$ 60.00	\$ 60.00	\$ 240.00
<b>TOTAL</b>		\$ 76.00	\$ 84.00	\$ 92.00	\$ 100.00	\$ 352.00
<b>INGRESOS</b>						
<b>Ítem</b>	<b>Precio unidad</b>	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>TOTAL</b>
Producción de huevos crudos	\$ 0.10	\$ 39.30	\$ 57.00	\$ 57.80	\$ 44.50	\$ 198.60
Codornices	\$ 3.00	\$ 45.00	\$ 45.00	\$ 45.00	\$ 45.00	\$ 180.00
Abono (sacos)	\$ 2.00	\$ 4.00	\$ 4.00	\$ 4.00	\$ 4.00	\$ 16.00
<b>TOTAL</b>		\$ 88.30	\$ 106.00	\$ 106.80	\$ 93.50	\$ 394.60
<b>RELACIÓN COSTO / BENEFICIO</b>		1.16	1.26	1.15	0.93	<b>1.12</b>