



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

**“DIFERENTES FUENTES DE PROTEÍNA Y ENERGÍA EN LA
ALIMENTACIÓN DE LA CODORNIZ DE POSTURA”**

Trabajo de Titulación

TIPO: Proyecto de Investigación

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR: CARLOS EDUARDO ROJAS TIXE.

DIRECTOR: DR. NELSON ANTONIO DUCHI DUCHI, Ph.D.

Riobamba – Ecuador

2020

© 2020, Carlos Eduardo Rojas Tixe

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Carlos Eduardo Rojas Tixe, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 14 de diciembre de 2020

Carlos Eduardo Rojas Tixe

060410663-3

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

CERTIFICACIÓN

El Tribunal del trabajo de Integración Curricular certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Proyecto de Investigación, “**DIFERENTES FUENTES DE PROTEÍNA Y ENERGÍA EN LA ALIMENTACIÓN DE LA CODORNIZ DE POSTURA**”, realizado por el señor: **CARLOS EDUARDO ROJAS TIXE**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Pablo Rigoberto Andino Najera, M.Sc. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	_____	22/12/2020 _____
Dr. Nelson Antonio Duchí Duchí, Ph.D. DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	_____	22/12/2020 _____
Ing. Manuel Euclides Zurita León, M.Sc. MIEMBRO DEL TRIBUNAL	_____	22/12/2020 _____

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo, resultado de la entrega, esfuerzo y disciplina efectuada durante mi formación académica en la Carrera de Ingeniería Zootécnica de la Facultad de Ciencias Pecuarias en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH); la dedico, a la mujer y amiga que siempre estuvo a mi lado apoyándome incondicionalmente, mi querida Madre, que con sus consejos, valores y principios me forjaron cada día. A mi sobrino, quien fue el motor para seguir adelante cada día y quien me enseñó que con una gran sonrisa, paciencia y compromiso los objetivos se consiguen. A mis hermanas y hermanos, por su apoyo, cariño, amistad y por ser mis modelos a seguir. A mis amigos, por brindarme sus buenos consejos, su compañía y por su sinceridad.

Carlos.

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), por permitirme formar parte de tan prestigiosa institución. Al Dr. Nelson Duchi Ph.D., y al Ing. Manuel Zurita M.Sc., por sus conocimientos brindados y entrega para la realización de este trabajo investigativo. Al Ing. Carlos Yungan y su esposa la Sra. Martha Pazos, por brindarme sus enseñanzas y así lograr obtener mayor conocimiento para ser un excelente profesional. A mis buenos amigos Andrea, Edison, Daniel, Amparito y Marcelo; sin olvidar, mi gratitud al Ing. Luis Condo Ph.D., que entre consejos, alegrías y un enorme apoyo se convirtió en un extraordinario amigo.

Carlos.

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	XII
ÍNDICE DE ANEXOS	XIV
RESUMEN	XV
ABSTRACT	XVI
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	
1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	3
1.1. Coturnicultura	3
<i>1.1.1. Generalidades</i>	<i>3</i>
<i>1.1.2. Origen</i>	<i>3</i>
<i>1.1.3. Clasificación taxonómica</i>	<i>4</i>
<i>1.1.4. Características de la codorniz</i>	<i>4</i>
<i>1.1.5. Ciclo de vida</i>	<i>5</i>
<i>1.1.6. Comparación general de la producción entre la codorniz y gallina</i>	<i>5</i>
<i>1.1.7. Zonas representativas del Ecuador</i>	<i>6</i>
<i>1.1.8. Sistemas de producción</i>	<i>6</i>
<i>1.1.8.1. Crianza familiar</i>	<i>6</i>
<i>1.1.8.2. Crianza semi-industrial</i>	<i>7</i>

1.1.8.3.	<i>Crianza industrial o empresarial</i>	7
1.2.	Importancia de la coturnicultura	8
1.2.1.	Producción de huevos	8
1.2.1.1.	<i>Morfología y peso del huevo de codorniz</i>	8
1.2.1.2.	<i>Color del huevo de codorniz</i>	9
1.2.1.3.	<i>Resistencia del huevo de codorniz</i>	9
1.2.1.4.	<i>Conformación del huevo de codorniz</i>	9
1.2.1.5.	<i>Color de yema</i>	11
1.2.1.6.	<i>Curva de postura</i>	11
1.2.1.7.	<i>Beneficios del huevo de codorniz</i>	12
1.2.2.	Producción de carne	13
1.2.3.	Codornaza	14
1.3.	Parámetros productivos y reproductivos de la <i>Coturnix coturnix japonica</i>	15
1.4.	Manejo de la codorniz en la etapa de postura	16
1.4.1.	<i>Condiciones ambientales</i>	16
1.4.2.	<i>Despique</i>	17
1.4.3.	<i>Limpieza e higiene</i>	17
1.4.4.	<i>Infraestructura</i>	18
1.4.5.	<i>Conservación y comercialización del huevo</i>	19
1.4.6.	<i>Recolección de la codornaza</i>	20
1.5.	Alimentación de codornices durante la etapa de postura	20

1.5.1.	<i>Nutrientes</i>	21
1.5.2.	<i>Requerimientos Nutricionales</i>	22
1.5.2.1.	<i>Proteína</i>	22
1.5.2.2.	<i>Aminoácidos</i>	23
1.5.2.3.	<i>Energía</i>	24
1.5.2.4.	<i>Vitaminas</i>	25
1.5.2.5.	<i>Minerales</i>	26
1.5.2.6.	<i>Agua</i>	28
1.6.	Insumos más utilizados como fuentes de proteína y energía en la alimentación de codornices de postura	28
1.6.1.	<i>Torta de soya</i>	29
1.6.2.	<i>Pasta de algodón</i>	29
1.6.3.	<i>Harina de pescado</i>	30
1.6.4.	<i>Harina de sangre</i>	30
1.6.5.	<i>Harina de algas marinas</i>	32
1.6.6.	<i>Harina de alfalfa</i>	33
1.6.7.	<i>Proteika</i>	34
1.6.8.	<i>Salvado de trigo</i>	35
1.6.9.	<i>Maíz</i>	36
1.6.10.	<i>Aceite rojo de palma africana</i>	37

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	38
2.1.	Métodos para la obtención de la información	38
2.2.	Métodos para sistematización de la información	40
2.2.1.	<i>Criterios de selección</i>	40
2.2.2.	<i>Sistematización de la información</i>	40

CAPÍTULO III

3.	RESULTADOS DE INVESTIGACIONES Y DISCUSIÓN	41
3.1.	Fuentes de proteína	41
3.2.	Fuentes de energía	45
3.3.	Parámetros productivos	48
3.3.1.	<i>Peso inicial (g)</i>	50
3.3.2.	<i>Peso (g)</i>	50
3.3.3.	<i>Consumo de alimento (g/ave/día)</i>	53
3.3.4.	<i>Porcentaje de postura (%)</i>	55
3.3.5.	<i>Porcentaje de mortalidad (%)</i>	56
3.3.6.	<i>Masa total de huevos (g)</i>	58
3.4.	Parámetros del huevo	59
3.4.1.	<i>Peso del huevo (g)</i>	61

3.4.2.	<i>Peso de la cáscara (g)</i>	63
3.4.3.	<i>Peso de la yema (g)</i>	64
3.4.4.	<i>Peso del albumen (g)</i>	67
3.4.5.	<i>Diámetro longitudinal del huevo (mm)</i>	70
3.4.6.	<i>Diámetro transversal del huevo (mm)</i>	71
3.4.7.	<i>Grosor de la cáscara (mm)</i>	72
CONCLUSIONES		77
RECOMENDACIONES		78
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Principales deformaciones del huevo de codorniz	8
Tabla 2-1:	Tipos de tonalidad del huevo de codorniz y su posible causa.....	9
Tabla 3-1:	Comparación entre la codorniz y la gallina respecto a la yema, clara y cáscara	10
Tabla 4-1:	Comparación entre el contenido en agua, proteína y grasa del huevo de codorniz y gallina	11
Tabla 5-1:	Comparación del contenido de colesterol en la yema, entre el huevo de codorniz, gallina y pavo.....	11
Tabla 6-1:	Interpretación de los niveles de contenido de la codornaza	14
Tabla 7-1:	Parámetros productivos y reproductivos de la <i>Coturnix coturnix japonica</i>	15
Tabla 8-1:	Requerimientos nutricionales de la codorniz japonesa en la etapa de postura...22	
Tabla 9-1:	Composición química de la soja.....	29
Tabla 10-1:	Composición química de la harina de pescado	30
Tabla 11-1:	Composición nutricional de la harina de sangre avícola	32
Tabla 12-1:	Principales nutrientes de la harina de algas marinas (<i>Lithothamnium calcareum</i>). Análisis típico*	33
Tabla 13-1:	Composición nutricional de la harina de alfalfa.....	34
Tabla 14-1:	Composición nutricional comparativa de Proteika con la torta de soya	35
Tabla 15-1:	Composición química del trigo	36
Tabla 16-1:	Composición química del maíz.....	36
Tabla 1-3:	Materias primas proteínicas utilizadas en las dietas para alimentación de codornices y aporte de nutrientes en la fase de postura.....	42

Tabla 2-3:	Materias primas energéticas utilizadas en las dietas para alimentación de codornices y aporte de nutrientes en la fase de postura.....	46
Tabla 3-3:	Parámetros productivos de la <i>Coturnix coturnix japonica</i> alimentadas con diferentes dietas.....	49
Tabla 4-3:	Parámetros del huevo de la <i>Coturnix coturnix japonica</i> alimentadas con diferentes dietas.....	60

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo A:** Recomendaciones de energía y proteína para la *Coturnix coturnix japonica* en postura de acuerdo a distintos investigadores
- Anexo B:** Recomendaciones de lisina total en dietas para codornices reproductoras japónicas en puesta de acuerdo a distintos investigadores
- Anexo C:** Parámetros productivos de la *Coturnix coturnix japonica* para la etapa de postura de acuerdo a distintos investigadores
- Anexo D:** Valor nutricional de programas de alimentación recomendados de acuerdo a distintos investigadores
- Anexo E:** Materias primas usadas para elaborar el concentrado Mor para aves en postura
- Anexo F:** Análisis proximal del concentrado Mor para aves en fase de postura
- Anexo G:** Materias primas de acuerdo a su aporte nutricional
- Anexo H:** Estructuras, porcentajes y características del huevo de codorniz
- Anexo I:** Composición del huevo de codorniz con respecto a la yema
- Anexo J:** Composición del huevo de codorniz con respecto a la clara
- Anexo K:** Composición y disponibilidad de fósforo de algunas materias primas nutricionales
- Anexo L:** Requerimientos nutricionales de la codorniz reproductora de acuerdo a distintos investigadores
- Anexo M:** Requerimientos nutricionales de la *Coturnix coturnix japonica* en la etapa de postura de acuerdo a distintos investigadores
- Anexo N:** Composición nutricional de alimentos proteicos y energéticos utilizados en la alimentación de la *Coturnix coturnix japonica* en la fase de postura

RESUMEN

El objetivo fue analizar las diferentes fuentes de proteína y energía en la alimentación de la codorniz de postura, se basó en la revisión de investigaciones disponibles en Repositorios institucionales de universidades nacionales, extranjeras y revistas científicas. Una vez revisado los trabajos, se determinaron las fuentes de proteína y energía y la respuesta animal a través de los parámetros productivos, los cuales se analizaron a través de la media y desviación estándar en el software *Microsoft Excel*. Las fuentes de proteína y las de energía utilizada en la alimentación de la codorniz fueron harina de alfalfa, harina de sangre avícola, harina de algas marinas, grano de soya integral cocida y aceite rojo de palma. Según los diferentes trabajos de investigación, la codorniz arranca la postura con un peso de $154,48 \pm 26,62$ g y concluyen con $191,71 \pm 28,81$ g, el consumo de alimento fue $27,07 \pm 1,82$ g/ave/día, la postura alcanzó $74,61 \pm 8,36$ %, la masa del huevo fue $9,02 \pm 0,78$ g y la mortalidad que registró fue $2,46 \pm 3,93$ %. El peso del huevo fue $11,18 \pm 0,47$ g, la cáscara pesó $1,15 \pm 0,27$ g, la yema pesó $3,43 \pm 0,17$ g, la albúmina pesó $6,32 \pm 0,53$ g, el diámetro longitudinal del huevo fue $29,73 \pm 4,11$ mm, el diámetro transversal fue de $23,87 \pm 3,44$ mm y el grosor de la cáscara de $0,21 \pm 0,03$ mm, concluyéndose que la fuente de proteína más eficiente fue la alfarina, harina de sangre avícola y harina de algas marinas. Por lo que se recomienda utilizar estas fuentes proteicas durante la vida productiva de la codorniz, y ratificar su eficiencia en los parámetros productivos analizados.

Palabras clave: <ZOOTECNIA>, <CODORNIZ (*Coturnix coturnix japonica*)>, <FUENTE DE PROTEÍNA>, <FUENTE DE ENERGÍA>, <HUEVO DE CODORNIZ>, <GROSOR DE LA CÁSCARA>, <RIOBAMBA (CANTÓN)>.

LUIS
ALBERTO
CAMINOS
VARGAS

Firmado digitalmente por
LUIS ALBERTO CAMINOS
VARGAS
Nombre de
reconocimiento (DN): c=EC,
l=RIOBAMBA,
serialNumber=0602766974
, cn=LUIS ALBERTO
CAMINOS VARGAS
Fecha: 2020.10.08 11:37:56
-05'00'



0351-DBRAI-UPT-2020

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the different sources of protein and energy in laying quail diets. This work was based on the review of studies available in the institutional repositories of Ecuadorian and foreign universities and scientific journals. Having reviewed prior studies, the sources of protein and energy and the animal response using production parameters were established, and they were analyzed using mean and standard deviation in Microsoft Excel. The sources of protein and energy in the quail diet consisted of alfalfa meal, poultry blood meal, seaweed meal, cooked whole soybean, and red palm oil. According to various studies, the weight of quails at the beginning of the laying phase is 154.48 ± 26.62 , and the weight of quails at the end of the laying period is 191.71 ± 28.81 g. Feed consumption, egg-laying phase, egg mass, mortality, egg weight, shell weight, yolk weight, albumin weight, longitudinal diameter of egg, transverse diameter of egg, and shell thickness were 27.07 ± 1.82 g/bird/day, $74.61 \pm 8,36$ %, $9,02 \pm 0.78$ g, 2.46 ± 3.93 %, 11.18 ± 0.47 g, 1.15 ± 0.27 g, 3.43 ± 0.17 g, 6.32 ± 0.53 g, 29.73 ± 4.11 mm, 23.87 ± 3.44 mm, and 0.21 ± 0.03 mm, respectively. In conclusion, the best sources of protein were alfarina, poultry blood meal, and seaweed meal. Therefore, it is recommended to use these protein sources during the productive life of the quail and confirm their efficiency in the analyzed production parameters.

Keywords: <ANIMAL SCIENCE>, <QUAIL (*Coturnix coturnix japonica*)>, <PROTEIN SOURCE>, <ENERGY SOURCE>, <EGG QUAIL>, <SHELL THICKNESS>, <RIOBAMBA (CANTON)>.

ROCÍO DE
LOS
ÁNGELES
BARRAGÁ
N MURILLO

Firmado digitalmente por ROCÍO
DE LOS ÁNGELES
BARRAGÁN MURILLO
DN: cn=ROCÍO DE LOS
ÁNGELES BARRAGÁN
MURILLO c=EC l=RIOBAMBA
o=ESPOCH DTIC
ou=AUTORIDAD DE
CERTIFICACION ESPOCH
DTIC
Motivo: Soy el autor de este
documento
Ubicación:
Fecha: 2020-11-24 12:56:05:00

INTRODUCCIÓN

La avicultura es el hábito de criar aves y aprovechar sus productos, dentro de esta, se encuentra la coturnicultura, que se refiere a la producción y reproducción de codornices bajo ambientes controlados (Martínez, 2004; citado en Alvarez, 2015).

La CONAVE (Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador) señala que el sector avícola genera 25.000 empleos directos, además genera empleos indirectos en el cultivo de maíz, y otras materias primas, elaboración de balanceados, distribución y venta de productos finales (CONAVE, 2012; citado en Patarón, 2014).

En el Ecuador, la explotación de codornices es relativamente una actividad nueva, ya que empieza hace unos 25 años. La explotación de codornices ha ganado un gran incremento como una actividad comercial de muy buen rendimiento en los últimos 10 años, prácticamente casi todas las provincias tienen criaderos, especialmente para la producción de huevos (Uzcátegui, 2016; citado en Cabezas & Iza, 2016).

En el Ecuador existen aproximadamente 500.000 codornices en producción. Los criaderos grandes cuentan con 30.000 aves, sin embargo, la mayor producción se halla en criaderos con 1.000 a 5.000 aves que están dispersos por todo el Ecuador (Uzcátegui, 2016; citado en Cabezas & Iza, 2016).

En Ecuador en el año 1995 existió 10.000 codornices, no obstante, esta cantidad empezó a incrementar en los años futuros, llegando así a pasar de coturniculturas artesanales a medianos productores (Rodas, 2004; citado en Alvarez, 2015). Hoy en día esta actividad cuenta con una extensa gama de productores dispersos en todas las provincias del Ecuador siendo los puntos más esenciales: Cañar, Guayas, Imbabura, Pichincha, Tungurahua (Uzcátegui, 2007; citado en Alvarez, 2015).

La codorniz es capaz de producir aproximadamente 250 huevos por año, así el consumo per cápita es de 4,44 huevos por persona/año. La producción de huevos de codorniz se considera un negocio atractivo, debido al gran auge que ha tenido la codorniz en el país en estos últimos años (Uzcátegui, 2013; citado en García, 2015).

En el país, actualmente aún no existe un programa de alimentación estándar que pueda usarse en las diferentes etapas de la codorniz, solamente existen sugerencias nutricionales de investigadores e instituciones, de ahí nace la importancia de contar con un programa de alimentación propio bajo las condiciones ambientales y la utilización de insumos propias de la

zona, mismos que en el alimento aporten niveles ideales de proteína y energía que cubran los requerimientos nutricionales del ave, especialmente durante la etapa de levante ya que este es el período más importante en el desarrollo de la futura ponedora teniendo relación directa con la productividad (Gallegos, 2015, p.2).

A la coturnicultura se le debe manejar bajo un sistema intensivo aplicando técnicas y estándares de alimentación y manejo para maximizar su beneficio y aprovechando las tecnologías generadas del medio sacándole el mayor provecho posible. Uno de los inconvenientes que existe en nuestro país en la explotación coturnícola es que son escasos los abastecedores de balanceado que satisfaga los requerimientos nutricionales, por lo mismo un alimento balanceado que no contenga los nutrientes necesarios repercute en un decremento de los rendimientos productivos. De tal modo que en nuestro país para obtener un balanceado idóneo para las aves, los productores optan por elaborar balanceado artesanal adaptándolos a las necesidades de sus animales, mezclando materias primas tradicionales presentes en la zona para así alcanzar elevados rendimientos productivos brindando al animal un alimento que cubra sus necesidades nutricionales de proteína y energía de acuerdo con su etapa fisiológica.

Un programa de nutrición apropiado es ideal mantenerlo, proporcionando a las codornices un alimento barato, equilibrado, bueno y que contenga el requerimiento nutricional del ave de acuerdo con lo que el productor busque, ya que en la actualidad la coturnicultura ha tenido un efecto en la economía de la sociedad sobre todo en pequeños y medianos productores. Los avances de las tecnologías sobre la alimentación de animales han ido evolucionando a tal punto de permitir un aumento de los rendimientos productivos y reproductivos del animal.

Con estos antecedentes el presente trabajo se orientó a analizar las diferentes fuentes de proteína y energía en la alimentación de la codorniz en la fase de postura de tal modo difundir las alternativas alimenticias investigadas, que pueda mejorar el desempeño productivo, así también la transformación de los alimentos en productos rentables de una forma eficiente y de tal manera que pueda utilizarse para sustituir a otras materias primas que representan costos mayores, abaratando los costos de producción por la alimentación y generando réditos económicos para el productor, por tal motivo se planteó los siguientes objetivos específicos: Determinar las fuentes de proteína y energía en la dieta alimenticia de la codorniz en la fase de postura, conocer el efecto causado de las diferentes fuentes de proteína y energía en la alimentación de la codorniz de postura, analizar los resultados de las diferentes fuentes de proteína y energía sobre los indicadores del huevo, e identificar la mejor fuente de proteína y energía.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Coturnicultura

1.1.1. Generalidades

La coturnicultura es una fuente de ingreso en el país con una progresiva demanda en el mercado, es una actividad proveniente de la zootecnia cuyo fin es la cría de codornices, bajo el buen manejo del productor (Barratt, 2013; citado en García, 2015).

La explotación de codornices se la puede efectuar en corto tiempo y espacio, por lo que se puede aprovechar al mismo tiempo la producción de huevos y carne que son una fuente importante de proteína para la nutrición de la sociedad (Díaz *et al.*, 2008; citado en García, 2015).

Según Valle (2006; citado en Aguiluz *et al.*, 2013), menciona que la coturnicultura es valiosa social y económicamente, hoy por hoy es importante impulsarla para variar la producción nacional, reducir la importación de animales y alimentos que pueden meter al país enfermedades extrañas, puede optimizar la alimentación de la población en los sectores rurales al servir de autoconsumo para el productor, aparte de que no se necesita de gran especialización para la crianza de esta ave. Tiene un mercado potencial de consumidores, lo que la vuelve una especie altamente rentable, se han comenzado a saber las virtudes nutricionales, terapéuticas y dietéticas procedentes del consumo de su carne y en especial de sus huevos, que en comparación con otros productos semejantes; estos son apreciados como un alimento delicioso, superior al huevo de todas las especies comercializadas hoy por hoy.

1.1.2. Origen

La codorniz doméstica procede de China y Japón esta es muy similar a las codornices salvajes que habitan en los campos, se encuentran en el mundo diversas líneas de codornices, entre las cuales se hallan las de producción de carne, producción de huevos, de doble propósito y ornamentales; hoy por hoy se explota en Francia, Alemania, Inglaterra, Italia, Estados Unidos, Venezuela y Colombia (Cumpa, 2009; citado en Patarón, 2014).

A la codorniz japonesa se la llevo a Estados Unidos en el siglo XIX como ave de investigación y decorativa, más adelante ganó significancia en la industria avícola. Erróneamente, en Estados Unidos se llama codorniz a la *Bobwhite Quail (Colinus virginianus)*, misma que es criada por algunos granjeros con el fin de obtener carne (Heredía y Proaño, 2009, p.6).

1.1.3. Clasificación taxonómica

Cepeda (2013; citado en García, 2015), muestra la clasificación taxonómica de la codorniz japonesa presenta:

- Reino: Animalia
- Clase: Ave
- Orden: Galliformes (gallináceas)
- Familia: *Phasianidae*
- Género: *Coturnix coturnix*
- Especie: *japonica*
- Nombre Científico: *Coturnix coturnix japonica*

1.1.4. Características de la codorniz

La *Coturnix coturnix japonica* se caracteriza por su forma redondeada, poseyendo pecho alargado y un abdomen amplio que le ayuda para la postura de huevos (Mendizábal, 2005, p.10).

Es la más aconsejable para la producción de huevos ya que tiene la especialidad de ponedora, con un consumo de alimento por día de 22 a 25 g; la hembra es un ave muy precoz (García, 2015, p.9).

Según Ciriaco (1996; citado en Mendizábal, 2005), menciona que cuando las codornices son jóvenes, poseen un pecho de color marrón claro con rayas negras, obteniendo un color cremoso canela acorde van creciendo tanto machos como hembras. La diferencia entre sexos se presenta entre los 20 ó 25 días de edad, momento en el que se puede ejecutar el sexado con mayor eficacia.

Los machos son de un menor tamaño que las hembras, pesan entre 100 - 110 g, mientras que las hembras pesan entre 130 - 160 g (Soldevilla, 1997; citado en Mendizábal, 2005).

Los machos obtienen el color marrón rojizo siendo menos intenso en el pecho, las hembras logran un color gris beige y tienen manchas negras pequeñas en el pecho. Al macho se lo distingue por la presencia de una protuberancia rosada en la cloaca, carente de plumas, cuando

se hace una presión sobre estas glándulas aparece una espuma blanca (Ciriaco, 1996; citado en Mendizábal, 2005).

Las hembras logran su capacidad reproductora a las 6 semanas y su actividad sexual a los 30 días. Los machos logran su madurez sexual a los 45 días. Las hembras ponen entre 275 a 300 huevos por año, superando la postura de muchas aves domésticas (Soldevilla, 1997; citado en Mendizábal, 2005).

1.1.5. Ciclo de vida

Vásquez y Ballesteros (2007, p.34), mencionan que es el período comprendido desde el nacimiento hasta el final de producción de huevos de la codorniz y consiste básicamente de 3 etapas:

- **Cría:** de 0 a 3 semanas de edad; en esta etapa es definitivo el manejo que se haya hecho de la etapa reproductiva.
- **Levante:** de 4 a 7 semanas de edad.
- **Postura:** de 8 a 60 semanas de edad.

1.1.6. Comparación general de la producción entre la codorniz y gallina

Kotler y Armstrong (2001; citado en Heredia y Proaño, 2009), indican algunas de las particularidades que diferencian a la codorniz de la gallina:

- Es el ave doméstica de mayor precocidad sexual logrando el rompimiento de postura a los 45 días de edad y logrando el pico de postura a los 70 días de vida, lo que significa que empieza su postura a muy temprana edad, mientras tanto la gallina empieza a los 150 días.
- Su carne y huevo tiene mejor precio en el mercado que los de gallina.
- El espacio que se requiere para su alojamiento es mínimo; 1.000 codornices ocupan el espacio de 100 gallinas.
- Muestra gran resistencia a las enfermedades respiratorias, que ocasionan enormes perjuicios a otras especies de aves domésticas.
- La codorniz nace a los 16 días de incubados o calentados los huevos. En cambio la gallina a los 22 días.
- La postura de la codorniz es constante y pareja a lo largo de todo el año, la gallina sufre periodos de baja postura.
- Las codornices no son atacadas por enfermedades infectocontagiosas, mientras que las gallinas sí.

- La postura de la codorniz se produce pasado el mediodía, la gallina en la última hora del día.
- En un metro cuadrado de jaula entran 50 codornices, mientras que en ese mismo metro cuadrado entran sólo 10 gallinas.
- La codorniz come 25 g de concentrado al día. En tanto que la gallina come 120 g.
- La codorniz pone un huevo cada 22 horas, la gallina lo hace con un lapso de 26 horas.
- Un huevo de codorniz pesa 10 g, el huevo de gallina pesa 57 g.
- Para una docena de huevos de codorniz se requiere 300 g de alimento, en cambio para una docena de huevos de gallina se necesita 2,2 kilos.
- El huevo de codorniz tiene 0,7 % de colesterol, a diferencia del de la gallina que posee 7 %.

1.1.7. Zonas representativas del Ecuador

Hoy en día en casi todas las provincias del Ecuador se hallan criaderos de codornices, pero los territorios más avanzados y los que tienen un mayor número de aves son Quito y Guayaquil. Santo Domingo es un territorio que ha ido progresando poco a poco, pero hoy por hoy se la considera como el centro de incubación de huevos de codorniz (Uzcátegui, 2002; citado en Mendizábal, 2005).

1.1.8. Sistemas de producción

Sánchez (2004, p.30), detalla que se ha podido reconocer tres diferentes niveles de producción, caracterizados por la función que ésta cumple dentro del contexto de la unidad productiva. Los sistemas de crianza reconocidos son el familiar, el semi-industrial y el industrial o empresarial:

1.1.8.1. Crianza familiar

Se considera crianza familiar fundamentalmente a partir de una cantidad de aves desde 16 a 500 hembras. Por lo general este tipo de crianza sirve para el autoconsumo y solo en caso de existir excedentes estos se venderán. En este sistema están inmiscuidos específicamente la familia, es decir, niños y mujeres. El tipo de alimentación que se brinda consta de restos de cocina y varios granos de cosecha ya que en este sistema no se maneja alimento balanceado, ni vacunas y por consiguiente ningún otro aditivo comercial. Existe también una ganancia de peso muy baja dando como resultado un bajo rendimiento al beneficio. En esta crianza el periodo de crecimiento se extiende, esto se debe a que la alimentación es variable no siendo de calidad. Este sistema no demanda de mucha tecnología, como los equipos costosos de crianza siendo

termómetros, campanas, bebederos, comederos, etc., e instalaciones como pozos de agua, galpones, etc., es por ello que existirá bajos costos de producción (Sánchez, 2004, p.30).

1.1.8.2. Crianza semi-industrial

El sistema de crianza semi-industrial se considera a partir de una cantidad de aves de 500 a 30.000 hembras reproductoras y de postura. Por lo general este sistema se encamina a la comercialización y para esto el sistema debe contar con mano de obra calificada y útil para el control de registros, manejo de animales, tecnología dispuesta, así como también que dé un soporte administrativo para agilizar la producción y comercialización. Tanto en Perú, Ecuador, Chile y otros países de Sudamérica, este sistema conjuntamente con el sistema de crianza familiar, son los más utilizados, ya que tienen bajos costos de producción y porque se utilizan espacios reducidos (Sánchez, 2004, p.31).

1.1.8.3. Crianza industrial o empresarial

En este sistema para la crianza de codornices, ya se precisa de personal técnico y profesional, a su vez que demanda de instalaciones y equipos apropiados, sin excluir que es de vital importancia un soporte administrativo y de control sanitario, que agilice la producción y comercialización de huevos y carne, todo esto debido a que ya se maneja una mayor cantidad de animales (Sánchez, 2004, p.32).

Este sistema tiene ventajas como, breve periodo de crecimiento del ave, se obtiene ganancia de peso diaria mayor que en cualquier otro sistema lo que lleva a un excelente rendimiento, mejor calidad de huevos y carcasa al mercado y que por tanto esto resultará en la obtención de excelentes precios. Pero a su vez necesita indiscutiblemente de la utilización de alimentos balanceados y aditivos nutricionales, además de instalaciones (tanques de agua, galpones, etc.) y equipos costosos (bebederos, comederos, campanas, etc.), asimismo de programas de prevención y control sanitario (Sánchez, 2004, p.32).

Este sistema de crianza, aún no ha llegado a desarrollarse completamente en países como Perú, Ecuador, Chile, etc. Del mismo modo las granjas pueden estar asociadas a grandes compañías (integradas) o ser productores individuales (no integradas). Consecuentemente debido a la fácil crianza y reproducción de la codorniz, así como también su docilidad, rápido desarrollo y especialmente a su gran nivel de producción, hacen de la coturnicultura a nivel industrial una opción rentable a corto tiempo y de nutrición para los países en desarrollo (Sánchez, 2004, p.32).

1.2. Importancia de la coturnicultura

1.2.1. Producción de huevos

La producción de huevos es una actividad lucrativa, en el Ecuador permite el desarrollo socioeconómico de distintas familias, la raza usada para una excelente producción es la *Coturnix coturnix japonica*, se recomienda que su cría se realice en jaulas para evitar pérdidas del producto y facilitar el manejo (Padilla y Cuesta, 2006; citado en García, 2015). Es recomendable mantener 4 machos en jaulas pajareras, separados por cada mil ponedoras, para que con su canto incentiven la postura y tranquilidad del criadero (Obregón, 2012, p.4).

La codorniz es muy precoz, llega a la etapa de postura alrededor de los 40 días de edad y con un consumo de alimento por cada huevo de 23 g (García, 2015, p.12). La explotación de la codorniz de postura, aumenta debido a que su huevo tiene un alto valor nutricional, superando al huevo de gallina, tiene bajo colesterol haciéndolo más saludable para la nutrición humana (Barratt, 2013; citado en García, 2015). Además, es rico en proteína, minerales y vitaminas (García, 2015, p.10).

1.2.1.1. Morfología y peso del huevo de codorniz

Las dimensiones del huevo de codorniz son diversas, existen tamaños grandes, alargados, puntiagudos, redondos o tubulares, pero su forma más habitual es ovoide (García, 2015, p.12).

Vásquez y Ballesteros (2007, p.30), manifiestan que la forma ovoide que presenta el huevo de codorniz, es ligeramente irregular en el 80 % de los casos. A continuación, en la tabla 1-1 se presentan las principales deformaciones del huevo de codorniz:

Tabla 1-1: Principales deformaciones del huevo de codorniz

Forma	Características
Redondeada	Huevos con poco desarrollo de la clara, manteniéndose la forma de la yema.
Alargada	Huevos de peso superior al normal.
Tubular	Formas poco frecuentes con una morfología extremadamente alargada, debiéndose tal vez a inflamaciones del oviducto (salpingitis). Con frecuencia les falta la yema y en otros casos, la relación yema/clara se encuentra totalmente alterada.

Fuente: Vásquez y Ballesteros, 2007, p.30.

Realizado por: Rojas, Carlos, 2020.

El huevo de la codorniz se caracteriza por poseer un color blanco, combinado con crema en muchas tonalidades (Uzcátegui, 2013; citado en García, 2015), con manchas cafés y negras, pesando aproximadamente entre 10 a 12 g, con un diámetro longitudinal de 30 mm y un diámetro transversal de 20 mm (García, 2015, p.10).

El peso del huevo es fundamental, le da el valor comercial al producto, de ahí que conocer el peso del huevo es fundamental para las finanzas de la explotación; además, determina su incubabilidad (Vásquez y Ballesteros, 2007, p.30).

1.2.1.2. Color del huevo de codorniz

Depende del pigmento añadido en la ración, correspondiendo a una fina película que integra la cutícula de la cáscara, por lo general con manchas de color marrón oscuro distribuidas por toda la superficie de la cáscara (Vásquez y Ballesteros, 2007, p.30); se presenta a continuación en la tabla 2-1 algunos tipos de tonalidad y su posible causa:

Tabla 2-1: Tipos de tonalidad del huevo de codorniz y su posible causa

Pigmentación	Características
Intensa	Huevos normales
Puntiforme	Huevos normales
Despigmentada	Huevos correspondientes a ciclos ovulares y de oviposición excesivamente acelerados.

Fuente: Vásquez y Ballesteros, 2007, p.30.

Realizado por: Rojas, Carlos, 2020.

1.2.1.3. Resistencia del huevo de codorniz

Otro aspecto de importancia, es la resistencia del huevo, de este depende las posibilidades de manejo y transporte; la resistencia que debe tener es de 1 y 3 kg-fuerza, misma que está influenciada por la cantidad de calcio, fósforo y vitamina D en el alimento del animal (Vásquez y Ballesteros, 2007, p.31).

1.2.1.4. Conformación del huevo de codorniz

Según Vásquez y Ballesteros (2007; citado en García, 2015), detallan que el huevo de codorniz está constituida por cuatro partes (Ver anexo H) y se pueden describir por su distribución de la siguiente manera:

Yema:

1. Disco germinal
2. Latebra
3. Bandas claras
4. Bandas oscuras

Clara:

1. Externa delgada blanca
2. Densa blanca
3. Interna blanca

Membrana:

1. Cámara de aire
2. Membrana externa
3. Membrana interna

Cáscara:

1. Cutícula
2. Capa de CaCO_3

Heredia y Proaño (2009, p.10), detallan en la tabla 3-1 una comparación entre yema, clara y cáscara de la codorniz y la gallina.

Tabla 3-1: Comparación entre la codorniz y la gallina respecto a la yema, clara y cáscara

Componente	Codorniz	Gallina
Yema (%)	42,30	31,00
Clara (%)	46,10	56,00
Cáscara (%)	11,60	13,00

Fuente: Heredia y Proaño, 2009, p.10.

Realizado por: Rojas, Carlos, 2020.

Según Heredia y Proaño (2009, p.10), mencionan que el valor nutritivo del huevo de codorniz es superior al huevo de gallina. Se observa además, un menor contenido en agua y grasa, como se puede apreciar en la tabla 4-1:

Tabla 4-1: Comparación entre el contenido en agua, proteína y grasa del huevo de codorniz y gallina

Componente	Codorniz	Gallina
Agua (%)	73,40	75,80
Proteína (%)	15,60	11,90
Grasa (%)	11,00	12,30

Fuente: Heredia y Proaño, 2009, p.10.

Realizado por: Rojas, Carlos, 2020.

En la tabla 5-1 se indica el contenido de colesterol en la yema de huevo de codorniz.

Tabla 5-1: Comparación del contenido de colesterol en la yema, entre el huevo de codorniz, gallina y pavo

Componente	Codorniz	Gallina	Pavo
Colesterol en yema de huevo (mg/g yema)	11,96	14,18	15,67

Fuente: <http://www.geocities.com/stipa.geo/EsHuevos.htm>; citado en Heredia y Proaño, 2009.

Realizado por: Rojas, Carlos, 2020.

1.2.1.5. Color de yema

El color de la yema de huevo de codorniz es más claro, que el que posee el huevo de gallina, ubicándose entre 4 a 6 de la escala Roche, debido a que en el alimento del ave no se utiliza pigmentos (Vásquez y Ballesteros, 2007: p.31).

1.2.1.6. Curva de postura

La curva de postura de la codorniz inicia a temprana edad, a partir de los 45 días aproximadamente, con un promedio del 90 % de postura y a medida que va envejeciendo el ave disminuye poco a poco, para cuando cumpla el año de edad llegará al 25 %. Seguirá siendo ponedora, pero con menos productividad (Díaz *et al.*, 2004; citado en García, 2015).

La codorniz aumenta su producción conforme va creciendo. A los dos meses y medio a tres, la codorniz llega a su pico de postura, es ahí donde ocurre el nivel máximo de puesta de huevo de una ponedora. En este pico, la codorniz puede poner de 1 a 2 huevos por día, manteniendo este nivel de puesta por cuatro a seis semanas. Si el pico de postura es alto, la postura disminuirá lentamente durante el año, por el contrario si no es buena, la postura disminuirá rápidamente y el ave termina el año con menos del 40 % de postura (Vandelberri, 2010; citado en Patarón, 2014).

En las codornices la curva de producción es más continua que la curva de postura de las gallinas; además, el pico de postura se obtiene en un menor tiempo, existiendo entre un 80 a 90 % de postura y estabilizándose durante un período de tiempo más largo, para cuando el ave llegue al año de edad se tendrá un 60 %, instante cuando el cascarón es más débil y se afecta la calidad del huevo (Vásquez y Ballesteros, 2007: p.30).

La codorniz nace con dos ovarios y dos oviductos. Sin embargo, sólo se desarrolla el ovario y oviducto izquierdo, los otros normalmente se atrofian (Torres, 2002; citado en Villacis y Vizhco, 2016).

El único ovario desarrollado en el aparato reproductor de la codorniz, está sostenido por un ligamento denominado mesovario, que lo mantiene tenso, alejado del hígado y aparato digestivo. Cada ovario al nacimiento posee 300.000 folículos; esta sería la razón principal por lo que a la codorniz se la considera como alta productora, a partir del año de edad del ave el ligamento mesovario se relaja o estira, causando que la postura disminuya (Flores, 2000, pp.74-75).

1.2.1.7. Beneficios del huevo de codorniz

El huevo de codorniz es un alimento muy nutritivo, especialmente para ancianos y niños, debido a que posee elevado contenido de proteínas, vitaminas y minerales. Además, se lo usa en la cosmetología para tratamientos faciales, y en la preparación de ciertos licores (Soldevilla, 1997; citado en Mendizábal, 2005). Este alimento es completo y se debe consumir fresco para un mejor sabor y digestibilidad (Cepeda, 2013; citado en García, 2015).

Este producto como alimento contiene muchos nutrientes que las personas de todas las edades requieren en su dieta diaria para ayudar a su salud, estos son: vitaminas como la A, D, B1, E, C y minerales como el calcio, fósforo, potasio, hierro, sodio, entre otros (García, 2015, p.14).

El coeficiente de digestibilidad es del 95 %. El huevo de codorniz contiene la misma cantidad de calorías, proteínas y vitaminas que 100 g de leche, siendo su contenido de hierro mayor (Mendizábal, 2005, p.12).

El huevo de codorniz contiene: 0,59 mg de calcio, 220 mg de fósforo, hierro 3,80 mg , 300 U.I. de vitamina A, vitamina B1 con 0,12 mg, vitamina B2 con 0,85 mg y 158 kcal de energía (Heredia y Proaño, 2009: p.12).

Hace bajar la tasa de colesterol por su contenido de Omega 3. Algunos de los beneficios que presenta el Omega 3 son: la reducción de triglicéridos, lo que resulta efectivo en el tratamiento de hipertrigliceridemia común en pacientes con diabetes; además mejora los cuadros

inflamatorios, sirve de uso preventivo y tratamiento en el cáncer de mamas, y mejora las funciones neurológicas (Heredia y Proaño 2009: p.12).

1.2.2. Producción de carne

La carne de codorniz tiene una extraordinaria calidad, gran terneza y agradable aspecto. Su calidad se debe principalmente a que tiene un elevado contenido proteico, superior a la carne de pollo o perdiz, lo que la vuelve un producto muy nutritivo; en cuanto a su terneza, se debe a su corto período de crecimiento y su rápido desarrollo. Es un animal íntegro que se comercializa sin vísceras, pero no necesariamente desplumada (Malhotra, 1997; citado en Heredia y Proaño, 2009).

De acuerdo a Torres (2010; citado en Patarón, 2014), indica que la carne de codorniz es una de las más apreciadas debido a su sabor, además es muy sana ya que tiene 2,32 g de grasa y alto contenido de proteína de 27,37 g.

Torres (2010; citado en Patarón, 2014), menciona que el periodo de engorda de la codorniz japonesa comprende de 3 a 4 semanas. La densidad de población es de 80 a 100 aves/m² o de 50 aves por jaula (44 x 25,6 cm de altura) con un peso de 140 a 180 g en canal 90 - 120 g, con rendimiento del 75 y 78 %.

Para este propósito, las condiciones de producción son algo diferentes: aunque el galpón es similar, los animales no se ubican en baterías sino en corrales de cría en piso, con poca luz, para evitar que los animales vuelen y gasten energía (Vásquez y Ballesteros, 2007: p.32).

Según Vásquez y Ballesteros (2007: p.32), mencionan que la edad de sacrificio está alrededor de los 42 días, con un peso aproximado de 150 g; la carne es apetecida por su delicado sabor, siendo Francia y España los países con mayor aceptación de este producto. En los países de Suramérica la cría de codornices para carne es casi nula.

Es recomendable colocar las codornices que se van a engordar a razón de 50 aves por piso y mantenerlas con abundante alimento, que puede ser el mismo que se usa para el engorde de pollos; si es posible, resulta mejor suministrarles alimento de engorde para pavos (Vásquez y Ballesteros, 2007: p.33).

Países europeos como Francia, España e Italia tienen altos consumos per cápita de carne de codorniz, pues conocen sus virtudes nutricionales, llegando en algunas ocasiones a consumos per cápita de más de 300 g. Guatemala, Nicaragua, El Salvador y Costa Rica son algunos de los destinos de la carne de codorniz, que se envía congelada (Vásquez y Ballesteros, 2007: p.33).

La producción de carne de codorniz puede llegar a ser una gran alternativa económica, ya que este producto es muy apetecido por sus características organolépticas, lo que hace que su comercialización se vaya incrementando progresivamente en varios países del mundo (Vásquez y Ballesteros, 2007: p.33).

1.2.3. Codornaza

La venta de codornoza puede generar al productor más ingresos económicos, debido a que es un excelente abono orgánico que puede utilizarse en los cultivos (Carrera, 2011; citado en Aguiluz *et al.*, 2013). La codornaza no se aplicará directamente a la planta porque puede quemarla, para ello se mezclará con tierra negra o se diluirá en agua para regar la planta, siendo mejor trabajar en forma de compost (Vásquez, 2007; citado en Aguiluz *et al.*, 2013). También puede ser aprovechado en la lombricultura (Carrera, 2011; citado en Aguiluz *et al.*, 2013).

Además, la codornaza puede utilizarse para alimentar a especies monogástricas, principalmente cerdos, añadiendo aditivos a la codornaza para realizar procesos de desdoblamiento bacteriano de algunos de sus compuestos y hacerla más digerible (Vásquez, 2007; citado en Aguiluz *et al.*, 2013).

Carreras (2011; citado en Aguiluz *et al.*, 2013), menciona que incluso puede usarse en la alimentación de rumiantes, utilizando para este tipo de animales codornaza totalmente seca, mezclando diariamente la codornaza con melaza diluida al 10 % en agua, suministrando hasta 2 kg/animal/día. De acuerdo a Osorio (2011; citado en Aguiluz *et al.*, 2013), indica que también se puede emplear en la alimentación de peces, donde se puede abonar el estanque con este subproducto y dar a los peces la mezcla de codornaza y concentrado desperdiciado.

La codornaza posee mayor proporción de nitrógeno que el estiércol de ganado bovino y porcino (Sánchez, 2004, p.126).

Mendizábal (2005, p.21), menciona que el abono de codorniz en la actualidad está siendo valorizado por ser mejor que la gallinaza. En la tabla 6-1, se muestra el contenido de cada abono:

Tabla 6-1: Interpretación de los niveles de contenido de la codornaza

Abono	N total	P ₂ O ₅	K ₂ O Soluble
Codorniz (%)	2,97	8,47	6,00
Gallina (%)	1,40	1,40	2,10

Fuente: MAG-Tumbaco, 2004; citado en Mendizábal, 2005.

Realizado por: Rojas, Carlos, 2020.

En explotaciones grandes, resulta significativo transformar el estiércol en humus, porque evita la contaminación del agua. Se sabe que 1.000 codornices producen aproximadamente 8 kg/día de estiércol, con esto las lombrices producen cerca de 160 kg de humus por mes (Vásquez y Ballesteros, 2007: p.57).

1.3. Parámetros productivos y reproductivos de la *Coturnix coturnix japonica*

En la tabla 7-1 se detallan los parámetros productivos y reproductivos de la codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japonica*).

Tabla 7-1: Parámetros productivos y reproductivos de la *Coturnix coturnix japonica*

Parámetro	Valor
Periodo de incubación (días)	17
Peso del huevo (g)	10
Peso BB al nacimiento (g)	7
Peso macho adulto (g)	130
Peso hembra adulta (g)	140
Período crianza	1 - 21 días de edad en piso
Periodo levante	22 - 44 días de edad en baterías
Periodo postura	45 - 405 días de edad en baterías
Pre-Selección	21 días de edad
Selección	40 días de edad
No. de hembras/macho	2 - 4 hembras/macho
Capacidad/jaula	14 hembras y 7 machos en apareamiento natural
Vida reproductiva (años)	2 - 3
Producción de huevos	300 huevos (Primera campaña)
Tasa de postura	82 % anual
% de sexos al nacer	50 % machos : 50 % hembras
No. hembras BB/madre	114 codornices BB hembra nacidas en el primer año
No. hembras a 45 días	108 crías hembra de 45 días por madre en primer año
Consumo alimento (g/ave/día)	25 - 30

Fuente: Cumpa, 2009; citado en Patarón, 2014.

Realizado por: Rojas, Carlos, 2020.

1.4. Manejo de la codorniz en la etapa de postura

Es importante que en las instalaciones donde estén alojadas las aves exista tranquilidad. Los trabajos cotidianos como el lavado de bebederos, revisión, limpieza, recolección de huevos y evacuación de codornaza deben ser realizados en la misma hora todos los días, preferentemente realizarlo a primeras horas de la mañana (Sánchez, 2004; citado en García, 2015).

El trabajador debe utilizar el mismo color de vestimenta para que las aves se acostumbren a él y con esto evitar que el ave se estrese; además, el manejo debe ser lento y sin ruidos (García, 2015, p.10).

Se debe usar en el techo, paredes y puertas del galpón el color blanco, para estimular la postura (Vásquez y Ballesteros, 2007: p.43).

La instalación en donde se aloje a las aves, se construirá en suelos bien drenados, sitios secos y preferentemente en lugares donde los rayos del sol atraviesen por más tiempo, además debe estar protegido de fuertes corrientes de viento. Para que la granja marche de buena manera los galpones deben disponer de buena ventilación, acondicionamiento para bebederos, comederos, luz eléctrica, un buen revestimiento del piso y agua potable (Rojas, 1999; citado en Obregón, 2012).

1.4.1. Condiciones ambientales

La altura ideal para la cría de codornices esta entre 500 y 1.500 msnm, pero al ser una ave muy rustica pueden adaptarse a otras altitudes y a diferentes condiciones ambientales (Ciriaco, 1996; citado en Mendizábal, 2005).

La temperatura que debe tener el galpón para obtener una buena postura es entre 22°C y 27°C, con 60 y 65 % de humedad relativa, además, es fundamental para la producción de huevos mantener a las aves con 14 a 16 horas luz, entre solar y artificial y evadir los cambios repentinos de temperatura (Sánchez, 2004; citado en Patarón, 2014).

En las tres primeras semanas de vida del ave, se debe instalar una lámpara para estimular el consumo de alimento y prevenir el susto, no hay que excederse con la iluminación porque induciría a un estrés en los cotupollos. En las ponedoras, la estimulación de la luz motiva a la pituitaria la producción de hormona folículo estimulante (FSH), incrementando el crecimiento del folículo de los ovarios. Al alcanzar la madures, el óvulo se desprende por la acción de la hormona luteinizante (LH), que es otra secreción hormonal de la pituitaria. De tal modo, puede decirse que el inicio de la postura y la habilidad para producir mayor cantidad de huevos aparte

de la genética, son influenciados por el estímulo luminoso que activa a la pituitaria. El estímulo de la luz inicia cuando esta cae sobre la retina del ojo, provocando un cambio en el hipotálamo que aumenta la acción hormonal de la pituitaria y resulta en hormonas del folículo. Por otro lado, al mantener el ave con más horas luz aumenta el consumo de alimento, expresándose este aumento de consumo, en un incremento de la producción de huevos (Bissoni, 1996; citado en Obregón, 2012).

1.4.2. Despique

Para que las aves no se lastimen o se piquen entre ellas, lo mejor es despicarlas, ya que al tener un pico puntiagudo estas pueden llegar a lacerarse cualquier parte de su cuerpo (Ciriaco, 1996; citado en Mendizábal, 2005).

El despicado se lo debe realizar después de 20 días de nacidas las aves, con la ayuda de una maquina despicatora (Ciriaco, 1996; citado en Mendizábal, 2005).

1.4.3. Limpieza e higiene

Carvajal *et al.* (2013; citado en García, 2015), señalan para que el ave tenga buen rendimiento productivo debe existir un buen manejo de las aves, así como también un correcto manejo sanitario de la instalación, especialmente las jaulas deben constar de una buena higiene.

Uno de los problemas más habituales que presentan las explotaciones de codornices de postura, es que la mayoría de las mortalidades de las aves se da por prolapso uterino (ruptura ligamento interno del útero) y por retención de huevo. Hasta las 5 semanas de vida la *Coturnix coturnix japonica* presenta una mortandad de 3 % y cuando estas llegan a su edad adulta tendrán 5 % de mortandad al año (Carvajal *et al.*, 2013; citado en García, 2015).

Al adquirir las nuevas codornices y antes de que estas lleguen al galpón, la instalación deberá estar debidamente desinfectada y limpia, para impedir que las aves que acaben de llegar consigan enfermarse por cualquier agente patógeno (Heredia y Proaño, 2009, p.8). Además, el operario deberá cumplir con las normas de seguridad, utilizando los materiales e implementos adecuados para su debido manejo (Heredia, y Proaño, 2009, p.9).

Mendizábal (2005, p.21), indica que a la entrada de las instalaciones es necesario colocar cal viva, con el fin de evitar el ingreso de microorganismos, desinfectando de tal modo las botas de los operarios en la granja; las codornices son resistentes a las enfermedades, sin embargo, se debe hacer una desinfección adecuada para evitar cualquier riesgo, recomendándose:

- Desinfectar comederos y jaulas con regularidad.
- Evitar que los alimentos se contaminen por agentes patógenos.
- Limpieza diaria del galpón.

1.4.4. Infraestructura

Durán (2012; citado en García, 2015), menciona que para la construcción de la instalación primeramente se debe conocer dónde va hacer ubicada, tomando en cuenta las condiciones ambientales existentes, entre otros factores.

- **Piso:** Debe ser de cemento, se tendrá una fácil limpieza del galpón con este tipo de material de construcción (Durán, 2012; citado en García, 2015), tendrá una inclinación del 3 %, con la finalidad de evacuar fácilmente el agua residual producto de la limpieza (Vásquez y Ballesteros, 2007: p.22).
- **Techo:** La altura del techo se colocará de cuerdo al lugar en donde este establecido el galpón, siempre teniendo en cuenta que exista una apropiada ventilación y teniendo un ángulo alrededor de 30 a 40° (Durán, 2012; citado en García, 2015). Es ideal pintar de color blanco la instalación si esta se encuentra en zonas con temperaturas superiores a 35°C, esto ayuda a reflejar el calor de la nave. Los galpones pequeños normalmente no presentan inconvenientes con la ventilación, por el contrario, las grandes explotaciones requieren de una ventilación continua que movilice el aire en el interior del galpón (Vásquez y Ballesteros, 2007: p.23).
- **Paredes:** Serán de tres metros de alto (Durán, 2012; citado en García, 2015). Sin embargo, para climas fríos es de 0,8 m de alto, completando el resto con cortinas para permitir una fácil entrada y circulación del aire, además de regular la temperatura, mientras que, para climas cálidos y templados será máximo de 0,4 m, completando el resto con malla, para que exista una adecuada circulación de aire (Vásquez y Ballesteros, 2007: p.23).
- **Cortinas:** Se ubicaran sobre la malla del galpón, esta ayudará a que la temperatura pueda ser controlada (Durán, 2012; citado en García, 2015). Para minimizar costos por la compra de cortinas, se reutilizará los sacos de balanceado, colocándolos limpios y secos (Vásquez y Ballesteros, 2007: p.23).
- **Jaulas:** Estas deben brindar confort al ave, para ello el espacio entre rejillas del piso será de 10 mm para evitar que el ave quede atrapada con sus patas y se lastime; serán de alambre para que las deposiciones pasen sin dificultad, por cada metro se puede alojar 60 aves

(Durán, 2012; citado en García, 2015). El espacio límite de los alambres de la jaula es de dos centímetros, esto impide que las codornices en la primera semana logren escaparse (Vásquez y Ballesteros, 2007: p.23). La jaula, en su piso tiene una leve inclinación para facilitar que el huevo resbale al retén, volviendo sencilla la recolección de los huevos (García, 2015, p.19). Por cada 1.000 codornices en jaula se requiere 35 m² de instalación, colocando módulos de 5 pisos, disponiendo de pasillos de un metro (Vásquez y Ballesteros, 2007: p.24).

La cantidad ideal de codornices por jaula es de 10 a 15 aves, siendo las jaulas de metal para una fácil limpieza y desinfección (Vásquez y Ballesteros, 2007: p.24). Se sugiere mantener a las aves en módulos de cinco jaulas verticales en forma de torre, donde cada jaula constará de dos divisiones, existiendo en cada división entre 12 y 13 codornices; con este se tendrá entre 24 y 26 codornices por jaula y entre 120 a 130 codornices por módulo (Solla, 2017, p.2).

- **Bebederos y comederos:** Se realizara una limpieza adecuada diariamente de estos materiales horas antes de administrar el agua y el alimento balanceado a las aves. Serán fabricados en aluminio, lineales y ubicados en todo el largo de las jaulas (Durán, 2012; citado en García, 2015). Es aconsejable mantener un bebedero tipo copa por cada 15 aves (Vásquez y Ballesteros, 2007: p.24).
- **Pediluvio:** Este debe estar presente al ingreso de la instalación, para que cuando toda persona al entrar al galpón desinfecte sus botas. Su implementación es fundamental en toda granja, ya que evita el ingreso de agentes patógenos que puedan causar enfermedades al ave y además, su ejecución es muy sencilla (Vásquez y Ballesteros, 2007: p.23).

1.4.5. Conservación y comercialización del huevo

Después de que se ha dado la oviposición, el huevo pierde humedad, por lo que al huevo se lo debe almacenar por un período muy corto, no excediendo los 15 días, a pesar de que su vida útil es un mes (Vásquez y Ballesteros, 2007: p.31). La disminución de la calidad del huevo internamente, está relacionada con la pérdida de agua y CO₂ al ser almacenado, influyendo también la temperatura. El sabor del huevo es afectado al disminuir el CO₂, como resultado del incremento de la alcalinidad producido por diversas reacciones químicas que suceden en el interior del huevo, esto gracias a la disminución del CO₂ (Vásquez y Ballesteros, 2007: pp.31- 32).

Los huevos que están en buen estado tienen un pH neutro, constituido por un albumen denso, consistente, transparente, limpio y una reducida proporción fluida. La clara es importante

porque nos indica la calidad del huevo, al avanzar en edad el ave, la clara aumenta su proporción líquida a medida que se deteriora su densidad (Vásquez y Ballesteros, 2007: p.32).

Es ideal la refrigeración de los huevos en los lugares donde se comercializan, puesto que, este ayuda a conservar la calidad interna del huevo. Sin embargo, el 92 % de los huevos son vendidos sin que los huevos reciban refrigeración. En las instalaciones que no sean de gran tamaño se aconseja que los huevos sean almacenados en lugares con buena ventilación, frescos y limpios (Vásquez y Ballesteros, 2007: p.32).

Para su venta se recomienda ofertarlo en cajas de cartón de 12, 24 y 36 unidades, realizando un orificio en su parte superior y cubriéndole con papel celofán, pero también se puede comercializar en empaques plásticos, estos brindan una mayor visibilidad y presentación del producto, además que facilita el proceso de transporte y almacenamiento del mismo (Vásquez y Ballesteros, 2007: p.32).

1.4.6. Recolección de la codornaza

Las deposiciones producidas por las codornices se deben evacuar del galpón cada 7 días, sin dejar que las bandejas en el cual se recolecta la codornaza se llenen por completo, esto para evitar la producción de malos olores y con ello el apareamiento de moscas (Mendizábal, 2005, p.21).

Se recomienda poner la codornaza en forma de pequeños montículos, alejados del galpón, expuesto al sol y al aire lo que permitirá que se seque, esto ayudará a que no exista la presencia de mocosos, además, puede incluirse a la codornaza cal viva para obtener un mejor abono orgánico (Vásquez y Ballesteros, 2007: p.59).

1.5. Alimentación de codornices durante la etapa de postura

La *Coturnix coturnix japonica*, al ser un ave muy precoz, de elevado rendimiento productivo y que brinda productos de calidad, requiere de una dieta rica en proteínas (Vásquez y Ballesteros, 2007: p.35).

Debido a que la codorniz crece a un ritmo acelerado y a su precoz rompimiento de postura, esta ave exige grandes requerimientos de proteína y energía en su alimento (Ver anexo A, B y C), haciendo que el precio del alimento se eleve aún más que el de otras aves explotadas, repercutiendo en la cría de codornices ya que su explotación cada vez más es limitada. El alimento de la *Coturnix coturnix japonica* puede ser complementado con maíz, torta de soya,

harina de alfalfa, algodón, harina de hueso con vitamina D, metionina, calcio, fósforo y complejo B (Aguirre, 2004; citado en González, 2017).

El alimento que será suministrado a la codorniz, debe estar formulado de acuerdo a los requerimientos de cada etapa productiva, ya que si la dieta no cuenta con un equilibrio de los nutriente que demanda la codorniz en determinada etapa, lo que se obtendrá son pérdidas en la producción (mínimo 22 % de proteína se requiere en la dieta para la etapa de postura) (Vásquez y Ballesteros, 2007: p.40).

Es primordial conservar un programa de alimentación apropiado, de tal modo se podrá proporcionar a la codorniz un alimento sano, económico, equilibrado, que cubra los requerimientos nutricionales de la *Coturnix coturnix japonica* de acuerdo a su edad, etapa productiva y propósito del coturnicultor, llegando a obtener el productor grandes beneficios económicos (Vásquez y Ballesteros, 2007: p.34).

La alimentación de la codorniz representa en torno al 70 % de los costos totales de producción, lo que significa que es de suma importancia económica al momento de criar esta ave, ya que la obtención de excelentes productos como huevos y carne, no solo se da gracias al tipo de alimento sino también a la calidad y a los insumos del que está constituido dicho alimento (Bissoni, 1996; citado en Obregón, 2012).

1.5.1. Nutrientes

Bissoni (1996; citado en Vásquez y Ballesteros, 2007), indica que el alimento de calidad es el que está constituido por todos los nutrientes en las proporciones ideales, requeridas por la *Coturnix coturnix japonica* ayudando de tal modo a su buen desarrollo y a su postura. La deficiencia de un nutriente en la dieta puede hacer que el desarrollo se retrase, el porcentaje de postura disminuya y hasta puede provocar que la codorniz sea susceptible a enfermedades.

Para que exista buen desarrollo y postura, el ave debe ser alimentada con una dieta balanceada, misma que debe cubrir los requerimientos nutricionales dependiendo de la etapa en que se encuentre la codorniz, es decir, que cuente con una ración tanto en cantidad y calidad de los nutrientes, de manera que permita la buena salud y una alta postura de la *Coturnix coturnix japonica* (Bissoni, 1996; citado en Vásquez y Ballesteros, 2007).

Los nutrientes que necesita la codorniz y otras especies en general se dividen en 6 clases, siendo: proteínas, hidratos de carbono, grasas, vitaminas, minerales y agua (Rojas, 1999; citado en Obregón, 2012).

1.5.2. *Requerimientos Nutricionales*

Actualmente aún se continúan realizando trabajos de investigación para determinar las necesidades precisas de los nutrientes que la codorniz requiere, como de proteína, de aminoácidos, de energía, vitaminas y minerales, por lo cual es necesario hacer un análisis muy riguroso de cada partida de alimento elaborado, no sólo con relación a su composición nutricional sino incluso desde el punto de vista bacteriológico (Vilchez, 2002; citado en Obregón, 2012).

Si la dieta es balanceada correctamente, la codorniz podrá obtener los nutrientes necesarios ya sea para la producción de huevos o de carne, es así que el productor debe brindar un alimento que lleve al ave a expresar su alta producción, formulando el alimento de acuerdo a las recomendaciones que dan diferentes autores (Ver anexo D, L y M) para cubrir los requerimientos nutricionales del ave y posteriormente ajustando a la necesidad de la codorniz y al tipo de producción que se maneja en la granja. En la tabla 8-1 se muestra los requerimientos nutricionales de la codorniz japonesa en etapa de postura.

Tabla 8-1: Requerimientos nutricionales de la codorniz japonesa en la etapa de postura

Nutriente	Valor
Energía metabolizable (kcal/kg)	2.900
Proteína total (%)	22,00
Fibra cruda (%)	2,93
Lisina (%)	1,17
Metionina (%)	0,45
Metionina-Cistina (%)	0,70
Arginina (%)	1,26
Treonina (%)	0,84
Triptófano (%)	0,24
Calcio (%)	3,00
Fósforo disponible (%)	0,37
Sodio (%)	0,14

Fuente: Cumpa, 2009; citado en Patarón, 2014.

Realizado por: Rojas, Carlos, 2020.

1.5.2.1. *Proteína*

Es un nutriente esencial que ayuda a la estructura de los tejidos blandos y la buena producción de huevos de la codorniz (Mendizábal, 2005, p.23).

La proteína está conformada por pequeñas moléculas denominadas aminoácidos, mismos que están unidos químicamente de extremo a extremo (Sánchez, 2004, p.58).

Las necesidades de proteína de la *Coturnix coturnix japonica* varían con la edad, las codornices jóvenes requieren de mayor cantidad en sus tejidos, las aves adultas las aprovechan para la producción de huevos (Flores, 2000, p.142).

Las proteínas son brindadas al ave mediante el alimento suministrado, el cual está compuesto por insumos que proporcionan este nutriente (Ver anexo G), como puede ser la torta de soya, la harina de pescado, entre otros (Flores, 2000, p.142).

Las materias primas de suma importancia como fuentes de proteínas para la alimentación de codornices son: de origen animal como la harina de pescado y de origen vegetal como la soya; materias primas que son de fácil adquisición y que son frecuentemente utilizadas en el país, hay que tomar en cuenta que las proteínas de origen vegetal tienen menor valor biológico que las de origen animal, pero son mejor toleradas por las aves (Sánchez, 2004; citado en Tapia, 2010).

La codorniz desde el primer día hasta los ocho días de nacida demanda de un alimento con un contenido proteico del 28 %. Después de los ocho días de nacida la codorniz, el nivel de proteína en el alimento debe ser cambiado, llegando a un 24 % de proteína (Mendizábal, 2005, p.23).

Según Uzcátegui (2002; citado en Mendizábal, 2005), indica que a los 30 días de edad del ave, se debe considerar que el alimento para las hembras y los machos no son iguales.

Los machos requieren en la dieta el 18 % de proteína, esto hasta los 56 días de edad, momento en la cual generalmente son enviados a sacrificio. Las hembras en cambio requieren un alimento con el 22 % de proteína, solo hasta las 5 semanas de edad, a partir de esta edad en adelante el alimento a suministrar a la hembra debe contener el 24 % de proteína (Uzcátegui, 2002; citado en Mendizábal, 2005).

La calidad de la proteína depende del balance de aminoácidos en los insumos empleados en la dieta. La *Coturnix coturnix japonica* en relación a sus altos requerimientos nutricionales, exigen de los aminoácidos como la lisina, metionina, arginina, entre otros (Barbado, 2004; citado en Rojas, 2017).

1.5.2.2. Aminoácidos

Los aminoácidos esenciales no pueden ser sintetizados en el organismo de la codorniz, de tal modo que estos aminoácidos serán entregados por medio del alimento. Al ser los más limitantes

entre los aminoácidos la metionina y la lisina son los más importantes en la dieta (Mendizábal, 2005, p.23).

La carencia de aminoácidos esenciales en el alimento de la *Coturnix coturnix japonica* ocasionará que el ave no pueda sintetizar adecuadamente los nutrientes, principalmente las grasas, causando posteriormente problemas de hígado graso, que se convertirá en pérdidas de peso, inapetencia e incluso llegando a producir la muerte de la codorniz (Rodríguez, 2006; citado en Rojas, 2017).

El hígado de la *Coturnix coturnix japonica* puede convertir ciertos aminoácidos en otros, pero existen ciertos aminoácidos que no pueden ser producidos por el ave, siendo estos los aminoácidos esenciales, mismos que deben ser agregados en la dieta de la codorniz. En las aves los aminoácidos esenciales son diez, siendo estos la lisina, metionina, triptófano, leucina, fenilalanina, treonina, isoleucina, histidina, valina y arginina (Sánchez, 2004, p.58).

Entre los aminoácidos sintéticos que se utilizan generalmente en el alimento para aves esta, la lisina que incrementa la masa del huevo y la metionina que aumenta la producción de huevos. En la codorniz japonesa, si no se emplea en la dieta harina de pescado es necesario emplear metionina seguido de lisina. A la metionina se la halla en el mercado como DL metionina y se la utiliza en el orden del 0,30 %, en forma práctica (Rodríguez, 2006; citado en Rojas, 2017).

1.5.2.3. Energía

La energía en el alimento se expresa como caloría, misma que es importante y necesaria para que la codorniz lleve a cabo todas sus funciones vitales correctamente (Mendizábal, 2005, p.24).

La energía que proporciona la dieta al animal es esencial para que sus órganos efectúen todas sus funciones, beneficiando el crecimiento, el mantenimiento y la producción. En las aves, la energía utilizada está expresada como energía metabolizable. Existen muchas fuentes que pueden brindar este tipo de nutriente (Ver anexo G), entre ellas está la harina de trigo, cebada, arroz, maíz e inclusive las grasas (Flores, 2000, p.142).

Los hidratos de carbono proveen energía, la cual por medio del alimento está a disposición de la codorniz casi inmediatamente. Las aves consiguen los hidratos de carbono del almidón contenido en el centro de las semillas que la codorniz ingiere. Los carbohidratos son asimilados a nivel del intestino, formando un tipo de azúcar llamada glucosa, siendo distribuida posteriormente por todo el organismo del animal. La cantidad de hidratos de carbono que el ave obtenga, dependerá del tipo de semilla ingerida (Sánchez, 2004, p.57).

Las grasas son esenciales en el régimen alimenticio del ave, esto debido a que al igual que los hidratos de carbono, las grasas son una fuente importante de energía para la codorniz. En las diversas semillas el contenido de grasa (encontrándose en forma de aceites) varía grandemente. Las grasas generan el doble de energía que los hidratos de carbono, de manera que si se le alimenta a la codorniz con semillas ricas en aceite, esta ave sencillamente va a ganar peso de una manera muy fácil, llevándole a adquirir sobrepeso, principalmente si a la codorniz se la mantiene manejada en confinamiento, sin brindarle mucho espacio para sus movimientos (Sánchez, 2004, p.57).

Las codornices recién nacidas, hasta los ocho primeros días exigen un alimento que contenga una energía de 3.200 kcal/kg (Mendizábal, 2005, p.22). La codorniz para producción de huevos demanda de una energía metabolizable de 2.800 kcal/kg de alimento (Vásquez y Ballesteros, 2007: p.43).

La energía es fundamental para el organismo, la codorniz lo requiere para mantenimiento y para producción, aun cuando el ave no esté en producción está continuamente requiriendo de energía. Según vaya disminuyendo el contenido de energía en el alimento, la *Coturnix coturnix japonica* aumentará su consumo (Rojas, 2007; citado en Tapia, 2010).

1.5.2.4. Vitaminas

Son nutrientes orgánicos, esenciales para el organismo, mismas que son requeridas en pequeñas cantidades (Uzcátegui, 2002; citado en Mendizábal, 2005).

Esencialmente a las vitaminas se las usa comúnmente para reducir el estrés del ave, debiendo de tal modo añadir vitaminas electrolíticas en el agua de bebida, para posteriormente ser suministrada a la codorniz durante los primeros 3 días de llegadas a la granja. Las vitaminas pueden ser proporcionadas al ave en una cantidad adecuada una vez al mes (Mendizábal, 2005, p.24).

Las aves, así como los humanos, requieren de cierta cantidad de vitaminas con el propósito de conservar una buena salud. Las aves necesitan de vitamina A, D, E y K, también requieren de algunas vitaminas pertenecientes al complejo B, raramente solo ciertas especies de aves domésticas requieren de vitamina C (Sánchez, 2004, p.59).

La vitamina A puede ser obtenida por la codorniz a partir de su alimento, pero también puede crearla a partir de su precursor beta-caroteno. Desgraciadamente las cantidades de vitamina A y beta-caroteno en las semillas son demasiado pequeñas (Sánchez, 2004, p.59). Este tipo de vitamina

es fundamental para la visión, formación y función de células epiteliales, crecimiento, resistencia a enfermedades, producción, reproducción, formación ósea, favoreciendo además, a la fertilidad de los huevos y a la pigmentación de la yema (Flores, 2000, p.146).

Otra de las vitaminas importantes en el ave es la vitamina D, esta ayuda a que el calcio presente en el alimento pueda ser absorbido con facilidad por el organismo del ave, favoreciendo de tal modo a la formación de huesos fuertes y a la cáscara del huevo. Esta vitamina se transforma en la forma activa al momento de ser expuesta el ave al sol. Dado que las aves son criadas en espacios con luz ilimitada, no tienen la capacidad para convertir la vitamina D en las cantidades idóneas; en cambio, si se le suministra alta cantidad de vitamina D ocasionará una sobredosificación en las aves (Sánchez, 2004, p.59).

La vitamina E también es muy importante, esta funciona como un antioxidante y también ayuda a soportar el estrés en las aves (Sánchez, 2004, p.60). También conserva adecuadamente la formación testicular y también la formación del huevo. Previene la necrosis hepática y el deterioro muscular (Flores, 2000, p.146).

La vitamina K está involucrada con la coagulación normal de la sangre. La deficiencia de esta vitamina ocasiona hemorragias excesivas; además, produce también trastornos en el desarrollo, la producción y la reproducción (Flores, 2000, p.147). La vitamina K no está presente en las semillas, sin embargo esta puede ser producida por microbios que existen en el intestino del ave. Si se han aplicado antibióticos en las aves, estas pueden presentar deficiencia de vitamina K y además también puede presentarse una deficiencia de vitamina B12 (Sánchez, 2004, p.60).

Las vitaminas pertenecientes al complejo B, son muy importantes para el metabolismo de las proteínas, hidratos de carbono y grasas. Este tipo de vitamina es fundamental para estimular el apetito, el metabolismo, el buen crecimiento del cotupollo e inclusive para la incubabilidad del huevo (Flores, 2000, p.146).

1.5.2.5. Minerales

La codorniz recién nacida, hasta los ocho primeros días necesitan que su dieta contenga 1 % de calcio y 0,7 % de fósforo (Mendizábal, 2005, p.24). La hembra a partir de la quinta semana de edad, debe alimentarse con una dieta que tenga 3 % de calcio y 0,7 % de fósforo (Uzcátegui, 2002; citado en Mendizábal, 2005).

Según Mendizábal (2005, pp.24-25), menciona que los minerales son importantes porque ayudan a la formación de los huesos, a la ósmosis y a tener un pH óptimo, siendo estos como:

- **Calcio:** El 90 % del calcio que se halla en el organismo se encuentra en el esqueleto, ayuda a formar el cascarón del huevo, a la actividad enzimática, a la coagulación normal de la sangre, al balance electrolítico y a la excitabilidad de músculos y nervios (Mendizábal, 2005, pp.24-25).
- **Fósforo:** Es otro componente fundamental de los huesos, forma parte de las sustancias orgánicas que actúan en el metabolismo en general (Mendizábal, 2005, pp.24-25).
- **Sodio y cloro:** Entre sus principales funciones esta que ayudan en la ósmosis y el balance ácido-básico (Mendizábal, 2005, pp.24-25).
- **Manganeso:** Es útil para la formación del huevo y actividad enzimática, entre otras cosas más. La deficiencia de este mineral causa perosis (deformación de los huesos de las patas), mala incubabilidad del huevo y deformación del embrión (Mendizábal, 2005, pp.24-25).
- **Zinc:** Ayuda al crecimiento, formación del esqueleto, producción de huevos, al plumaje, a la incubabilidad del huevo y normalidad del embrión (Mendizábal, 2005, pp.24-25).
- **Hierro:** Es fundamental para la formación de la hemoglobina, además para los pigmentos de plumas y de enzimas, útiles en la pigmentación oscura de plumas (Mendizábal, 2005, pp.24-25).
- **Cobre:** Colabora con la formación de la hemoglobina, enzimas oxidativas y la formación de los huesos. Previene aneurismas en la aorta y también actúa en la pigmentación de plumas (Mendizábal, 2005, pp.24-25).
- **Yodo:** Este mineral llega a formar parte de la hormona tiroxina, dicha hormona interviene en el metabolismo energético, incide en el crecimiento físico e influye en otras glándulas endocrinas, principalmente la hipófisis y las gónadas; además interviene en el funcionamiento neuromuscular y circulación de la sangre (Mendizábal, 2005, pp.24-25).
- **Cobalto:** Es un elemento de la vitamina B12 (Mendizábal, 2005, pp.24-25).
- **Selenio:** Evita la diátesis exudativa (edema severo), la atrofia muscular y la degeneración de páncreas; este mineral forma parte de la glutatión peroxidasa (Mendizábal, 2005, pp.24-25).

1.5.2.6. Agua

El agua de bebida para el ave debe tener un pH de 7,2 y esta deberá ser potable, siendo útil realizar un examen microbiológico al agua disponible para así poder realizar cualquier correctivo necesario. Cuando se dan cambios repentinos en el consumo de agua, es una señal de que puede ocurrir brotes de enfermedad en el animal (Vásquez y Ballesteros, 2007: p.42).

El agua que será brindada al ave debe clorarse regularmente por medio de dosificación automática (Vásquez y Ballesteros, 2007: p.42).

Las aves alimentadas a base de semillas consiguen una cantidad muy baja de agua, de tal manera que al animal se le debe proporcionar continuamente agua limpia. El consumo de agua en la codorniz esta entre 40 y 60 ml de agua por día, dicho consumo puede alterarse de acuerdo a diversos factores como: actividad de las aves, temperatura y humedad, entre otras (Mendieta, 2015, p.14).

El agua es una sustancia importante en el animal, las aves consumen el doble de agua en relación con el tipo y cantidad de alimento ingerido. Constantemente debe ser intercambiada el agua de los bebederos para evitar que esta llegue a calentarse y pueda ocasionar problemas en el animal. El agua ofrecida al ave debe venir de fuentes seguras, en las cuales se realicen revisiones periódicas para certificar su calidad (Esperança, 2011, p.1).

El organismo del ave emplea el agua para realizar diferentes funciones, ayudando también a la producción, se debe tener en cuenta que el huevo está constituido por el 75 % agua, por consiguiente, la calidad y cantidad del agua es importante para mantener un excelente rendimiento de la codorniz (Sánchez, 2004, p.60). La deficiencia de agua en el organismo origina deshidratación, estrés y trastornos digestivos, entre otros. La cantidad de agua que consumirá la codorniz va a depender de la cantidad y clase de dieta suministrada o en tal caso de alimento ingerido; además del tamaño del animal, temperatura ambiental y el estado fisiológico (Flores, 2000, p.147).

1.6. Insumos más utilizados como fuentes de proteína y energía en la alimentación de codornices de postura

Las materias primas más empleadas en la alimentación de la codorniz en la fase de postura son fundamentalmente de origen vegetal y de origen animal. Existen algunos insumos que no pueden ser empleados libremente en la dieta, porque tienen ciertas sustancias desfavorables para la nutrición de la codorniz (Flores, 2000, p.157).

1.6.1. Torta de soya

La soya es una de las fuentes de proteína de elección en las dietas para codornices de cualquier edad, esto debido a que posee un alto contenido de aminoácidos digestibles y además, a los valores nutricionales presentes en el grano (Tabla 9-1) o en los subproductos agrícolas procedentes de los procesos industriales de la soya (Hurtado et al., 2010; citado en González, 2017).

Es la fuente proteínica (46 % de proteína) de origen vegetal más importante que actualmente se conoce. Tiene como componentes principales a los siguientes aminoácidos lisina, triptófano, colina, riboflavina y glicina, entre otros. Es deficiente en metionina, pero este es cubierto simplemente añadiendo este aminoácido. Se utiliza alrededor del 20 y 30 % de la ración alimenticia del animal (Flores, 2000, p.157).

En años recientes a la torta se le añadió el grano entero de soja, que con el correcto tratamiento térmico, es aprovechado gradualmente en la alimentación animal, especialmente en monogástricos, denominándose generalmente como soja integral. Como pocas materias primas esta reúne la anhelada característica de contar con altas concentraciones de proteína de alto valor biológico y energía en un solo producto, haciendo que este tipo de grano sea una alternativa excepcional a ser empleada en el alimento de todas las fases productivas del ave (Kalinowsk, 2001; citado en Patarón, 2014). El grano de soya contiene 37 % de proteína y una energía metabolizable de 3.200 kcal/kg de alimento (Garzón, 1997; citado en Gamboa *et al.*, 2005).

Tabla 9-1: Composición química de la soja

Composición química	Valor
Humedad (%)	12,00
Cenizas (%)	6,20
PB (%)	44,00
EE (%)	1,90
Grasa verd. (EE) (%)	70,00

Fuente: FEDNA, 2014; citado en González, 2017.

Realizado por: Rojas, Carlos, 2020.

1.6.2. Pasta de algodón

Según Flores (2000, p.157), menciona que la pasta de algodón no es muy recomendable utilizar en la dieta del animal, esto debido a que presenta naturalmente una sustancia tóxica denominada gosispol, presentando en el huevo un mal olor, también cuando éste es almacenado durante

varios días presenta en la clara un color negro; además posee un bajo contenido de proteína (36 %), tiene un porcentaje elevado de fibra que esta entre el 10 y 13 % y su costo es muy elevado. En el caso de que llegue a faltar torta de soya en la dieta, puede agregarse pasta de algodón máximo hasta el 4 %, pero solo para crecimiento y engorde, mas no para postura.

1.6.3. Harina de pescado

Es uno de los insumos más importantes en la alimentación del ave, posee los elementos nutritivos que la codorniz requiere, como vitamina B12, vitamina B2, colina, aminoácidos esenciales, calcio, fósforo, etc. (Flores, 2000, p.158).

Tiene un contenido proteínico del 65 %, esta puede emplearse en el alimento entre el 10 y 13 %, un mayor porcentaje desfavorecerá a la producción y reproducción de las aves. Este tipo de insumo debe ser de calidad para que no afecte negativamente a la codorniz (Flores, 2000, p.158).

La harina de pescado es fuente de una excelente proteína (Ver tabla 10-1). Esta materia prima incluso ayuda a balancear todos los aminoácidos esenciales, especialmente lisina y metionina, además estimula el apetito, puesto que las aves instintivamente desean las proteínas de origen animal (Mattocks, 2009; citado en González, 2017).

Tabla 10-1: Composición química de la harina de pescado

Composición química	Valor
Humedad (%)	7,00
Cenizas (%)	12,50
PB (%)	70,00
EE (%)	9,50
Grasa verd. (EE) (%)	84,00

Fuente: FEDNA, 2014; citado en González, 2017.

Realizado por: Rojas, Carlos, 2020.

1.6.4. Harina de sangre

Es un insumo con una coloración que va de rojo oscuro a negro, la harina de sangre es obtenida por medio de la deshidratación de la sangre fresca de las aves sacrificadas. Es una buena fuente de aminoácidos como la lisina, la arginina, la metionina, la cistina y la leucina; sin embargo, es carente en isoleucina y contiene menos glicina que la harina de hueso y la harina de pescado. La harina de sangre es capaz de complementar la lisina y metionina en proteínas de origen vegetal

que sean deficientes en estos aminoácidos, especialmente cuando los precios son elevados (Seifdavati *et al.*, 2008; citado en Delgado, 2014).

El coeficiente de digestibilidad de lisina y metionina de la harina de sangre es del 90 %, en tanto que el de cisteína e isoleucina presentan valores inferiores al 80 % (NRC, 1994; citado en Delgado, 2014).

La harina de sangre es una fuente muy representativa de lisina, pero posee concentraciones muy pequeñas de otros aminoácidos. Este déficit puede corregirse agregando aminoácidos sintéticos en la dieta o a la vez puede emplearse otros insumos que puedan complementar dicho déficit (Barbosa, 2007; citado en Delgado, 2014).

La harina de subproducto de aves, empleada en la alimentación del ave tiene beneficios como: menor costo comparado con otras fuentes proteicas, disminuye costos de alimentación, su proteína es de elevada calidad y es altamente digestible, ayudando a balancear los requerimientos de aminoácidos, además, aporta minerales altamente disponibles, como por ejemplo el fósforo (Meeker, 2006; citado en Torres, 2019).

La harina de sangre avícola contiene 86,76 % de proteína cruda y un contenido energético de 3,4 Mcal/kg de alimento (Ver tabla 11-1) (INASSA, 2011; citado en Delgado, 2014), mientras que la harina de sangre bovina tiene 87 % de proteína cruda y un contenido de energía de 2,93 Mcal/kg de alimento (FEDNA, 2011; citado en Delgado, 2014).

La harina de sangre presenta un coeficiente de digestibilidad del 99 %, esta es una de las muchas características que posee y que la diferencian de otros insumos, como la harina de plumas con el 53 y 55 % de digestibilidad, la harina de carne, huesos con el 87 - 89 % de digestibilidad e inclusive la harina de pescado con el 96 a 97 % de digestibilidad. Alrededor del 90,8 % está formado por proteínas, grasas, agua y cenizas (Vences, 2011; citado en Delgado, 2014).

Cuando la harina de sangre es almacenada con una humedad relativa entre el 10 y 12 %, su calidad no se verá afectada. Si este insumo durante el tiempo de conservación supera la humedad indicada la sangre se fermenta; sin embargo, si faltará humedad se produciría una harina de sangre color negra, debido a que el color rojo se echa a perder (Meeker, 2009; citado en Delgado, 2014).

El principal riesgo que implica la utilización de este insumo (harina de sangre) es la contaminación por salmonella, entre otras bacterias; sin embargo, la salmonella es destruida al exponerla a temperaturas de 60 °C por un tiempo entre 15 y 20 minutos (Hayes, 2013; citado en

Delgado, 2014). Cabe recalcar que temperaturas demasiado elevadas en cualquier parte de los procesos de obtención de la harina, ocasionaría harina de baja calidad (Gonzales, 2006; citado en Delgado, 2014).

Tabla 11-1: Composición nutricional de la harina de sangre avícola

Composición nutricional	Valor
Humedad (%) ¹	5,00
Proteína cruda (%) ¹	86,76
Grasa (%) ¹	4,98
Fibra cruda (%) ¹	0,26
Calcio (%) ¹	0,26
Fósforo total (%) ¹	0,22
Fósforo disponible (%) ¹	0,22
EM (Mcal/kg) ¹	3,40
Metionina (%) ¹	1,00
Metionina + Cistina (%) ²	2,00
Lisina (%) ¹	6,90
Triptófano (%) ²	1,33
Treonina (%) ²	4,04
Isoleucina (%) ²	1,02
Valina (%) ²	7,23
Arginina (%) ²	3,74
Sodio (%) ¹	0,31
Hierro (mg/kg) ²	2.200
Digestibilidad a la pepsina (%) ¹	94,89

Fuente: ¹INASSA, 2011 y ²FEDNA, 2012; citado en Delgado, 2014.

Realizado por: Rojas, Carlos, 2020.

1.6.5. Harina de algas marinas

Las algas marinas calcáreas son plantas que crecen naturalmente en el medio marino y en diferentes profundidades. Aquellas algas que se desarrollan en lugares muy profundos nunca pueden llegar a los espacios donde ocurre la fotosíntesis. La renovación es constante con la

influencia de la luz natural, convirtiéndose en una fuente renovable tanto de macro y micro minerales, es por ello que ha sido aprovechada desde la antigüedad en las labores agrícolas (Cressard, 1991; citado en Melo *et al.*, 2008) y también empleada en la nutrición animal (Melo *et al.*, 2008, p.314).

La harina de algas marinas por ser un producto natural y con un elevado contenido de calcio en su estructura (Ver tabla 12-1) ayuda a la resistencia de la cáscara del huevo (Algarea, 1997; citado en Melo *et al.*, 2008).

Tabla 12-1: Principales nutrientes de la harina de algas marinas (*Lithothamnium calcareum*). Análisis típico*

Nutriente	Valor	Nutriente	Valor
Ca (%)	32,50	Mg (%)	2,00
Cu (ppm)	2,00	S (%)	0,50
Fe (%)	0,25	Mn (ppm)	20,00
Mo (ppm)	5,00	Zn (ppm)	11,00
Cl (%)	0,20	P (%)	0,03
K (%)	0,01	Na (%)	0,26

*Siendo un producto natural los contenidos descritos pueden variar.

Fuente: Melo *et al.*, 2008, p.315.

Realizado por: Rojas, Carlos, 2020.

1.6.6. Harina de alfalfa

Según González (2002; citado en González, 2017), menciona que la alfarina es un buen suplemento que puede utilizarse en las raciones, debido a que es un insumo que posee un alto valor biológico y buena composición nutricional (Ver tabla 13-1); además, por su fácil elaboración es aconsejable emplear en la dieta de los animales, existiendo como única condición contar con buena provisión de alfalfa fresca para la elaboración de la harina de alfalfa, siendo recomendable añadir alfarina en las raciones porque posee:

- Buena cantidad de vitamina K.
- Contiene todos los aminoácidos esenciales y algunos de los no esenciales.
- Gran cantidad de vitamina C.
- Las vitaminas A, D, E; además vitaminas del complejo B y carotenos.
- Minerales como el calcio, potasio, magnesio, hierro, azufre y cobalto, entre otros.
- Una buena fuente de clorofila.
- Un pigmento natural denominado rutina, el cual es un flavonoide.

Tabla 13-1: Composición nutricional de la harina de alfalfa

Composición nutricional	Valor
Materia seca (%)	93,00
Energía metabolizable (Mcal/kg)	1,55
Energía disponible (Mcal/kg)	1,43
Proteína (%)	17,00
Metionina (%)	0,28
Metionina + cistina (%)	0,46
Lisina (%)	0,73
Calcio (%)	1,30
Fósforo disponible (%)	0,20
Ácido linoleico (%)	0,40
Grasa (%)	3,00
Fibra (%)	24,00
Ceniza (%)	9,80

Fuente: González, 2002; citado en González, 2017.

Realizado por: Rojas, Carlos, 2020.

1.6.7. Proteika

Es una harina proteica obtenida de subproductos de origen animal, elaborada por la empresa ALIMENCORP S.A.C., empresa peruana pionera en la industria del rendering y nutrición animal. Proteika es un producto que resulta de la utilización de materia prima fresca, constituido principalmente por subproductos de origen avícola, porcino y equino; obtenidos de plantas de beneficio autorizadas, sometidos a un riguroso control de calidad, bajo proceso de hidrólisis y deshidratado, con temperaturas y presiones adecuadas, que aseguran la estandarización, calidad e inocuidad del producto (ALIMENCORP, 2019).

Según ALIMENCORP (2019), los beneficios que Proteika presenta son innumerables, hallándose entre los más importantes los siguientes:

- Bajos costos de alimentación.
- Mejor rendimiento y conversión alimenticia.
- Disponibilidad de aminoácidos de alta digestibilidad.
- Buena fuente de energía, calcio, fósforo y zinc, etc.
- Fuente económica de microminerales orgánicos como Fe, Cu, Se, Mn, Cr y Mg.
- Fuente de vitamina A, vitamina D, Vitamina B12, entre otros.

- Seguridad de indicadores fisicoquímicos y microbiológicos por estandarización de procesos productivos.
- Aumenta la digestibilidad y la palatabilidad del producto final.
- Aumento de la eficiencia proteica y energética.

En la tabla 14-1 se compara la composición nutricional de Proteika con la torta de soya.

Tabla 14-1: Composición nutricional comparativa de Proteika con la torta de soya

Composición nutricional	Proteika	Torta de soya
Energía metabolizable (Mcal/kg)	2,85	2,33
Proteína cruda (%)	60,00 – 61,99	46,00
Grasa (%)	11,22	2,16
Calcio (%)	4,40	0,29
Fósforo (%)	1,95	0,59
Ceniza (%)	17,10	6,54
Lisina (%)	2,10	2,81
Metionina (%)	2,50	0,62
Cistina (%)	0,70	0,66
Treonina (%)	2,70	1,80
Triptófano (%)	1,70	0,62
Valina (%)	2,10	2,20
Arginina (%)	4,00	3,38
Glicina (%)	7,20	1,97
Sodio (%)	0,45	0,01

Fuente: ALIMENCORP, 2019.

Realizado por: Rojas, Carlos, 2020.

1.6.8. Salvado de trigo

Los subproductos de la industria de molinería se obtienen en las sucesivas etapas del proceso de molturación y cernido del trigo para la obtención de harina. Los subproductos de molinería son muy palatables y de fácil adquisición en el mercado. Su principal componente es la fibra (6 - 30 % FND en harinillas y 35 - 40 % en salvado y tercerillas), siendo también el principal factor limitante para su inclusión en la dieta, principalmente en avicultura. La fibra está compuesta esencialmente de hemicelulosa y celulosa, y está poco lignificada (2,5 a 3 % LAD). Las características físicas de la fibra como el tamaño de partícula, densidad y capacidad de retención de agua son convenientes para apresurar el tránsito digestivo (Rebollar *et al.*, 2011; citado en González, 2017). A continuación, en la tabla 15-1 se muestra la composición química del trigo:

Tabla 15-1: Composición química del trigo

Composición química	Valor
Humedad (%)	12,30
Cenizas (%)	5,00
PB (%)	15,10
EE (%)	3,50
Grasa verda. (EE) (%)	72,00

Fuente: Rebolgar *et al.*, 2011; citado en González, 2017.

Realizado por: Rojas, Carlos, 2020.

1.6.9. Maíz

El maíz es utilizado desde la antigüedad de diferentes maneras, más de 600 productos son hechos a base de maíz como materia prima, ya sea usándolo parcial o totalmente; además de la ampliación de su uso, la producción mundial del maíz se incrementó sostenidamente en el último siglo, convirtiéndolo actualmente como el principal cultivo en volumen a nivel de todo el mundo (ILSI, 2006; citado en González, 2017).

El maíz no tiene limitación en relación a su inclusión en las dietas, siendo uno de los principales ingredientes en la alimentación de aves, utilizándola especialmente para complementar la energía en la dieta; otros beneficios son los pigmentos amarillos/anaranjados xantófilos (5 ppm) y carotenoides (0,5 ppm) que dan coloración amarilla de la piel y grasa. El maíz debe tener una partícula uniforme y molido mediano; siendo de menor tamaño para pollitos y más grande para aves adultas. En el maíz existe mayor posibilidad para la presentación de aflatoxinas que en otros granos de cereal, así como otras toxinas más. La formación de aflatoxinas, que son toxinas producidas por hongos, es particularmente producida por estrés en las plantas durante el período de crecimiento, siendo ideal adquirir granos de alta calidad, de lugares que no tengan una temporada difícil durante el crecimiento de este cultivo (Mattocks, 2009; citado en González, 2017). A continuación, en la tabla 16-1 se muestra la composición química del maíz:

Tabla 16-1: Composición química del maíz

Composición química	Valor
Humedad (%)	13,80
Cenizas (%)	1,20
PB (%)	7,50
EE (%)	3,60
Grasa verd. (EE) (%)	90,00

Fuente: FEDNA, 2014; citado en González, 2017.

Realizado por: Rojas, Carlos, 2020.

Las principales fuentes de energía son los cereales, forman la base de la alimentación en codornices. Los más significativos son el maíz y trigo, siendo menos usado el sorgo pero en cambio su contenido en taninos afecta menos al ave, por consiguiente su valor como alimento sería mayor. Por su contenido en fibra la cebada es utilizada en pequeñas cantidades durante las primeras fases de crecimiento, aunque el desarrollo de las enzimas puede modificar esta disposición. La soya constituye la base proteica en la alimentación, existiendo además otras alternativas de tortas que pueden ser empleadas (Gorrachategui, 1996; citado en González, 2017).

1.6.10. Aceite rojo de palma africana

El aceite rojo de palma es fundamental en la etapa de cría y postura de codornices, por poseer gran cantidad de lípidos; ya que el huevo está conformado por un alto porcentaje de lípidos, ayudará más rápidamente a su formación, existiendo de tal manera un aumento en la postura (Carrera, 2019, p.1). Está formado aproximadamente por el 50 % de ácidos grasos saturados y el resto insaturados (Salinas *et al.*, 2014; citado en Carrera, 2019). Según Mesa (2011; citado en Carrera, 2019), indica que su composición en promedio es: 0 - 48 % de ácidos grasos saturados (principalmente palmítico), 37 - 46 % de ácidos grasos mono insaturados (principalmente oleico) y 10 % de ácidos grasos poliinsaturados.

El aceite de palma está compuesto por ácidos grasos, componentes que son esenciales en la dieta de los animales y el hombre. Aporta una cantidad de energía muy significativa, duplicando casi el aporte energético de carbohidratos y de proteínas (Sanhuesa y Nieto, 2014; citado en Carrera, 2019). El aceite de palma crudo presenta un significativo contenido de antioxidantes y una relación muy balanceada entre ácidos grasos saturados y mono insaturados (Rincon y Martinez, 2016; citado en Carrera, 2019). Está constituido por diversas características que lo vuelven único, además de sus propiedades sobre el metabolismo lipídico y su importante contenido de tocoferol y precursores de la vitamina A (Carrera, 2019, p.29). El aceite de palma crudo y el aceite sin refinar, son fuentes naturales muy ricas en carotenoides (500 y 700 ppm), al comparar con otras fuentes de carotenos y otros aceites vegetales (Sánchez, 2012; citado en Carrera, 2019).

El aceite de palma contiene de 600 a 1.000 ppm de vitamina E, está compuesto por tocoferoles en un 30 % y tocotrienoles en un 70 %. La vitamina E está asociada con la reducción de la oxidación de lípidos, conserva la calidad de la carne y mejora el color de la carne durante su almacenaje (Angulo, 2016; citado en Carrera, 2019). El aceite de palma contiene de 500 a 700 ppm de vitamina A (Carrera, 2019, p.30). Está constituido por 36 % de α -caroteno, 55 % de β -carotenos, 3 % de Mcaroteno, 4 % de licopeno y 2 % de compuestos xantófilos (Angulo, 2016; citado en Carrera, 2019).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Métodos para la obtención de la información

Existen diferentes sitios en donde se puede obtener documentos con información verídica; siendo además, completa y correcta. Se realizó una búsqueda minuciosa de los documentos para la extracción de la información, logrando contar con información confiable y de calidad científica; si bien es cierto, en la actualidad se puede encontrar una cantidad ilimitada de información de gran valor, también se puede afirmar que una búsqueda puede darnos como resultado un sinfín de información, algunas provenientes de fuentes no veraces lo que en ocasiones se convierte en un problema al desinformar y al no identificar entre toda la información cual es la más confiable causa una mala elección del documento publicado.

Se debe tener en cuenta que actualmente cualquier documento puede ser publicado, por ello, se puso gran énfasis en tomar en consideración la fuente de la cual procede dicho documento; además, se identificó toda la información relevante que pueda ser manejada y empleada para la generación de nuevos conocimientos.

Debido a que la información debe ser precisa, se localizaron los documentos que brinden la información deseada mediante una revisión exhaustiva. Esto provocó que se indague a detalle, con el fin de contar con información actualizada, que sea estrictamente clara y concisa; además, de que las ideas estén cabalmente definidas.

Si se quiere crear información verídica, esta debe constar de información bien fundamentada que le permita alcanzar dicho fin y extender aún más el panorama científico, tal fundamento apoyará a moldear de óptimo modo las cosas alcanzando sencillamente el resultado anhelado. Por ello es necesario prestarle gran atención al contenido del material del que dispongamos, verificando siempre la validez de la información de excelente manera, constituyendo una estructura sólida ya que la información de tal modo será introducida de manera secuencial y razonable, esto para que la investigación quede perfectamente escrita permitiendo una comprensión fácil; además, se contará con un trabajo claro y conciso.

Es así que, se ha sido muy crítico con la información obtenida y además se ha examinado minuciosamente cada uno de los sitios del cual han sido extraídos los documentos, estos han sido también elegidos en base a la necesidad informativa del trabajo. Es primordial verificar el sitio de donde es extraída la información, ya que al conocer la fuente de donde proviene resultará en un trabajo confiable teniendo como efecto un trabajo final con fuente original de información.

La información de las fuentes de proteína y energía para la alimentación de la codorniz en la fase de postura se encontró en la biblioteca virtual de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y en la DSpace de las diferentes universidades nacionales (DSpace Ucuena, DSpace ESPOCH, DSpace UNL, DSpace UEB, repositorio UTN), extranjeras (DSpace UNITRU, repositorio UNALM, repositorio UES) y revistas científicas como: Orinoquia, Avances en Nutrición y Alimentación Animal, Archivos de Zootecnia y Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. Una vez revisado los trabajos de investigación, se seleccionó y se analizó a través de una lectura crítica.

Con estos antecedentes las principales fuentes consultadas se detallan a continuación:

- **Concerniente a los requerimientos nutricionales de la codorniz:** Mendieta, (2015): Adición de microorganismos benéficos (*Rhodopseudomonas spp*, *Lactobacillus spp*, *Sacharomyces spp*), en la producción de huevos de la *Coturnix coturnix japónica*; Obregón, (2012): Utilización de promotor de crecimiento natural Hibotek en la cría, desarrollo y levante de codornices y su efecto hasta el pico de producción; Esperança, (2011): Manejo de codornices; Vásquez y Ballesteros, (2007): Cría de codornices; Mendizábal, (2005): Determinación de la eficiencia de la producción de huevos de codorniz en la altura; Sánchez, (2004): Crianza y comercialización de la codorniz.
- **En relación a las fuentes de proteína y energía en la alimentación de la codorniz; además, a los parámetros productivos:** Torres, (2019): Evaluación de harina de subproducto de aves en el alimento de codornices en postura; Carrera, (2019): Evaluación del aceite rojo de palma en la dieta alimenticia de codornices en la etapa de cría y postura; González, (2017): Efecto de la harina de alfalfa (*Medicago sativa L.*), en la alimentación de la *Coturnix coturnix japónica*, en la fase de postura; Rojas, (2017): Diferentes niveles de proteína en dietas isoenergéticas de codornices en etapa de postura y su efecto sobre los parámetros productivos; Patarón, (2014): Dietas con diferentes niveles de proteína más aminoácidos sintéticos en el comportamiento productivo de codornices de postura; Delgado,

(2014): Efecto de harina de sangre avícola en la dieta sobre el comportamiento productivo de la *Coturnix coturnix japonica* en postura; Tapia, (2010): Evaluación económica de diferentes niveles de proteína bruta utilizados en la alimentación para codornices en producción; Flores, (2000): Crianza de la Codorniz.

- **Referente a los parámetros del huevo de codorniz:** Gallegos, (2015): Evaluación de tres programas de alimentación en levante y postura sobre el comportamiento productivo de la *Coturnix coturnix japonica*; Aguiluz *et al.*, (2013): Alimentación de la *Coturnix coturnix japonica*, en la fase de postura con cuatro concentrados comerciales; Moura *et al.*, (2009): Efecto de diferentes niveles dietéticos de lisina total sobre la calidad del huevo de codornices japonesas; Melo *et al.*, (2008): Calidad del huevo de codornices utilizando harina de algas marinas y fosfato monoamónico; Gamboa *et al.*, (2005): Efecto de los niveles de grano de soya integral cocido sobre el desempeño zootécnico y la calidad del huevo en la *Coturnix coturnix japonica*.

2.2. Métodos para sistematización de la información

2.2.1. Criterios de selección

Los criterios de selección no son más que criterios en los que se basa para la selección de las fuentes de información, permitiendo de tal manera elegir información útil y veraz, por ello se basó bajo criterios de selección como:

- Determinación de las fuentes de proteína, energía y sus características.
- Identificación de las diferentes variables explicativas analizadas en cada una de las investigaciones (información actualizada).

2.2.2. Sistematización de la información

Los parámetros analizados tanto en fuentes de proteína y energía y las respuestas (parámetros productivos y parámetros del huevo) fueron procesados utilizando la media y desviación estándar en el programa *Microsoft Excel*; construyendo tablas resumen de los resultados de las investigaciones analizadas, la discusión, las conclusiones y las recomendaciones se basaron en los resultados en conjunto de los documentos.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS DE INVESTIGACIONES Y DISCUSIÓN

3.1. Fuentes de proteína

En la tabla 1-3 se observa las diferentes fuentes de proteína que se utilizan en la alimentación de codornices en la fase de postura, tales como harina de soya, harina de alfalfa, harina de pescado, harina de sangre, harina de algas marinas, harina de carne, torta de soya, soya integral y grano de soya, las mismas que no únicamente aportan nitrógeno, sino que incluyen energía, y minerales como el calcio, fósforo, entre otros.

La harina de soya en su estructura contiene el 44 % de proteína, pero si se utiliza en 30,44 % de esta materia prima en el alimento de la codorniz, el aporte proteico alcanza al 13,39 %, de los cuales 0,88 % corresponde a lisina, 0,40 % a metionina + cisteína y 0,21 % a triptófano; el aporte energético es de 859,93 kcal/kg, el 0,08 % corresponde a calcio y 0,18 % a fósforo (Patarón, 2014), lo que significa que el 30,44 % de harina de soya no cubre el requerimiento de proteína, energía, calcio y fósforo en la alimentación de la codorniz, por lo que es necesario utilizar otras fuentes de estos componentes nutricionales para que el rendimiento de la postura de las aves lleguen a un alto porcentaje.

La alfarina posee el 20 % de proteína, al incluir el 10 % de este insumo en la dieta de la codorniz se aporta 2 % de proteína, incluyendo a la lisina con 0,09 %, metionina + cisteína y triptófano con 0,05 % para cada uno; el aporte energético es de 202,90 kcal/kg, a la vez aporta calcio y fósforo en 0,15 % y 0,03 % respectivamente (González, 2017), demostrando que el 10 % de harina de alfalfa complementa las necesidades nutricionales del ave, siendo aún necesario incluir otros insumos que aporten mayor cantidad de proteína, energía y minerales en la dieta de la codorniz. La harina de pescado en su estructura posee 70 % de proteína, la misma que al ser utilizada en un $6,03 \pm 1,38$ % en la dieta de la codorniz, aporta $4,22 \pm 0,97$ % de proteína, del cual $0,23 \pm 0,05$ % corresponde a lisina, $0,11 \pm 0,03$ metionina + cisteína y $0,04 \pm 0,01$ a triptófano; el aporte de energía de esta materia prima fue del $174,73 \pm 39,99$ kcal/kg; el $0,30 \pm 0,07$ % corresponde a calcio y el $0,15 \pm 0,03$ % al contenido de fósforo (González, 2017 y Gallegos, 2015); la inclusión del $6,03 \pm 1,38$ % de harina de pescado en la dieta de la codorniz propicia satisfacer los requerimientos nutricionales, principalmente de producción.

Tabla 1-3: Materias primas proteínicas utilizadas en las dietas para alimentación de codornices y aporte de nutrientes en la fase de postura

Materia prima	Cantidad (%)	Proteína (%)	Energía M. (kcal/kg)	Lisina (%)	M + C (%)	Triptófano (%)	Calcio (%)	Fósforo (%)
Hna. soya ¹	30,44 ± 0,00	13,39 ± 0,00	859,93 ± 0,00	0,88 ± 0,00	0,40 ± 0,00	0,21 ± 0,00	0,08 ± 0,00	0,18 ± 0,00
Hna. alfalfa ³	10,00 ± 0,00	2,00 ± 0,00	202,90 ± 0,00	0,09 ± 0,00	0,05 ± 0,00	0,05 ± 0,00	0,15 ± 0,00	0,03 ± 0,00
Hna. pescado ^{3,5}	6,03 ± 1,38	4,22 ± 0,97	174,73 ± 39,99	0,23 ± 0,05	0,11 ± 0,03	0,04 ± 0,01	0,30 ± 0,07	0,15 ± 0,03
Hna. sangre ⁴	5,00 ± 0,00	4,34 ± 0,00	170,00 ± 0,00	0,35 ± 0,00	0,10 ± 0,00	0,07 ± 0,00	0,01 ± 0,00	0,01 ± 0,00
Hna. algas marinas ⁸	0,50 ± 0,00	0,01 ± 0,00	0,12 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,16 ± 0,00	1,5E - 04
Hna. carne ⁹	3,00 ± 0,00	1,65 ± 0,00	76,20 ± 0,00	0,09 ± 0,00	0,04 ± 0,00	0,01 ± 0,00	0,23 ± 0,00	0,12 ± 0,00
Torta soya ^{2,3,4,5,6,7,8,9}	24,60 ± 10,03	11,32 ± 4,61	573,21 ± 233,69	0,69 ± 0,28	0,31 ± 0,13	0,15 ± 0,06	0,07 ± 0,03	0,15 ± 0,06
Soya integral ⁶	18,00 ± 0,00	7,18 ± 0,00	464,40 ± 0,00	0,46 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,05 ± 0,00	0,12 ± 0,00
Grano de soya ⁹	20,00 ± 0,00	7,60 ± 0,00	660,00 ± 0,00	0,48 ± 0,00	0,22 ± 0,00	0,10 ± 0,00	0,05 ± 0,00	0,12 ± 0,00

Fuente: Modificado de ¹Patarón, (2014); ²Tapia, (2010); ³González, (2017); ⁴Delgado, (2014); ⁵Gallegos, (2015); ⁶Rojas, (2017); ⁷Moura *et al.*, (2009); ⁸Melo *et al.*, (2008) y ⁹Gamboa *et al.*, (2005).

Realizado por: Rojas, Carlos, 2020.

Otro insumo que posee alta cantidad de proteína es la harina de sangre avícola (86,76 %), al emplear en la dieta de la *Coturnix coturnix japonica* 5 %, aporta 4,34 % de proteína, 0,35 % de lisina, 0,10 % de metionina + cisteína y 0,07 % de triptófano; el aporte de energía es de 170 kcal/kg, el aporte de calcio y fósforo es de 0,01 % para cada uno (Delgado, 2014), demostrando que el 5 % suma al requerimiento nutricional en la dieta de la codorniz.

La harina de algas marinas (*Lithothamnium calcareum*) contiene 1,58 % de proteína. A pesar de no poseer alta cantidad de proteína, este aporta minerales que ayuda a la calidad del huevo, especialmente el calcio, al utilizar el 0,50 % de esta materia prima en la inclusión de la dieta del ave, tiene un aporte proteínico de 0,01 %, con un aporte energético de 0,12 kcal/kg, calcio y fósforo de 0,16 y 0,00015 % respectivamente (Melo *et al.*, 2008).

La harina de carne presenta en su composición 55 % de proteína, pero al utilizar 3 % se aporta 1,65 % de proteína, 0,09 % lisina, 0,04 % metionina + cisteína y 0,01 % triptófano; su aporte energético es de 76,20 kcal/kg, calcio de 0,23 % y fósforo de 0,12 % (Gamboa *et al.*, 2005), demostrándose que el 3 % de harina de carne aporta con sus nutrientes a los requerimientos del ave, para cumplir con la demanda de estos nutrientes y esperar un buen rendimiento productivo de la *Coturnix coturnix japonica*.

Otra de las fuentes muy utilizada en la dieta de las codornices es la torta de soya que contiene 46 % de proteína; al incluir $24,60 \pm 10,03$ %, su aporte de proteína es de $11,32 \pm 4,61$ %, del cual $0,69 \pm 0,28$ % es lisina, $0,31 \pm 0,13$ % es metionina + cisteína y $0,15 \pm 0,06$ % es triptófano; su aporte energético es de $573,21 \pm 233,69$ kcal/kg, calcio $0,07 \pm 0,03$ % y fósforo $0,15 \pm 0,06$ % (Tapia, 2010; González, 2017; Delgado, 2014; Gallegos, 2015; Rojas, 2017; Moura *et al.*, 2009; Melo *et al.*, 2008 y Gamboa *et al.*, 2005), lo que significa que la inclusión de este ingrediente en un $24,60 \pm 10,03$ % aporta a la dieta para que satisfaga los requerimientos nutricionales de la codorniz en la fase de postura, siendo también necesario emplear otros ingredientes que complementen los requerimientos de proteína, energía, calcio y fósforo en el alimento de la codorniz.

La soya integral está constituida por un 39,90 % de proteína. Si se utiliza un 18 % de este insumo en la dieta de la *Coturnix coturnix japonica*, su aporte proteínico es 7,18 %, de lisina 0,46 %, energía con 464,40 kcal/kg, aportando también calcio con 0,05 % y fósforo con 0,12 % (Rojas, 2017), demostrando que al incluir únicamente el 18 % de soya integral, no cuenta con los nutrientes necesarios para cubrir los requerimientos nutricionales en la fase de postura, siendo ideal utilizar otras materias primas que satisfagan las necesidades nutricionales de la codorniz en la fase de postura.

Finalmente otra de las materias primas utilizadas en la alimentación de codornices es el grano de soya que posee un contenido en proteína del 38 %, si este insumo se utiliza en un 20 % de inclusión en la dieta, su aporte de proteína es 7,60 %, del cual 0,48 % pertenece a lisina, 0,22 % pertenece a metionina + cisteína y 0,10 % pertenece a triptófano; el aporte energético es de 660 kcal/kg, calcio con 0,05 % y fósforo con un aporte de 0,12 % (Gamboa *et al.*, 2005), siendo el 38 % de grano de soya insuficiente en proteína, energía, calcio y fósforo, para que la *Coturnix coturnix japonica* alcance una alta producción, debido a que no logra cubrir los requerimientos nutricionales de la codorniz, por lo que es necesario la utilización de otras fuentes que ofrezcan los nutrientes ideales para el ave.

La *Coturnix coturnix japonica* es un ave de alto rendimiento, especialmente en producción de huevos, es así que, en su dieta los nutrientes deben estar equilibrados de manera adecuada, capaces de cubrir los requerimientos nutricionales de la codorniz en la fase de postura. Si el alimento contiene los niveles adecuados de nutrientes, se tendrá una excelente postura y esto conllevará a que la granja donde sean criadas tenga una alta productividad.

La diferencia está indiscutiblemente en el nivel de proteína que contiene la dieta, siendo este nivel el que lleve al éxito o fracaso de la explotación, por lo tanto, es de suma importancia que la codorniz obtenga la proteína necesaria para su buen rendimiento productivo (ICA, 2006; citado en Aguiluz *et al.*, 2013).

En ocasiones la dieta no llega a cubrir las exigencias de proteína de la codorniz, transformándose en un grave problema para los ingresos económicos del productor, ya que la postura de la *Coturnix coturnix japonica* se verá perjudicada considerablemente; además, se debe tomar en cuenta que la proteína tiene un alto precio en el mercado, de manera que el balanceado elaborado con un mayor nivel de proteína serán más costosos que aquellos balanceados elaborados con un menor nivel. Si se cuenta con un buen alimento balanceado, así sea más caro, lo que dará como resultado será una mayor productividad (ICA, 2006; citado en Aguiluz *et al.*, 2013).

Un buen alimento es aquel que tiene un nivel adecuado de proteína, cumpliendo con las exigencias requeridas por la codorniz para que produzcan huevos de forma eficiente. La proteína es obtenida por la codorniz a través de la dieta; del cual, realizando un correcto mezclado de distintas materias primas se obtiene el alimento balanceado, aprovechando siempre materias primas que se encuentren disponibles en la zona, estos deberán estar disponibles durante todo el año, ya que cambios bruscos de cualquier materia prima en la ración del ave puede ocasionar en la codorniz un descenso de la producción (Sánchez, 2004, pp.52-53).

3.2. Fuentes de energía

En la tabla 2-3 se observa las diferentes fuentes de energía que se utilizan en la alimentación de codornices en la fase de postura, tales como maíz, gluten de maíz, almidón de maíz, afrecho de trigo, salvado de trigo, harinilla de trigo, harina de arroz, aceite de palma, aceite de pescado y aceite de soja, las mismas que algunas de estas materias primas no únicamente son fuentes de energía sino que aportan con aminoácidos que son parte de las proteínas y también aportan minerales como el calcio y fósforo entre otros.

El maíz es la materia prima que se utiliza en casi todas las formulaciones de balanceado, este contiene 3.250 kcal/kg de energía, al ser utilizado un $50,34 \pm 6,99$ % de esta materia prima, su aporte energético es de $1.636,01 \pm 227,23$ kcal/kg, su aporte de proteína es $3,67 \pm 0,51$ %, del cual $0,11 \pm 0,02$ % corresponde a lisina, $0,16 \pm 0,02$ % corresponde a metionina + cisteína y $0,03 \pm 0,004$ % corresponde a triptófano; su aporte de calcio es $0,015 \pm 0,002$ % y fósforo del $0,126 \pm 0,02$ % (Patarón, 2014; Tapia, 2010; González, 2017; Delgado, 2014; Gallegos, 2015; Rojas, 2017; Moura *et al.*, 2009; Melo *et al.*, 2008 y Gamboa *et al.*, 2005), lo que indica que el $50,34 \pm 6,99$ % de maíz no es capaz de cubrir el nivel energético que el ave requiere para su buena producción, siendo útil emplear otras fuentes que contenga especialmente el componente energía para tener un excelente rendimiento de la codorniz en la fase de postura.

El gluten de maíz posee 3.610 kcal/kg de energía, este insumo al ser usado en un 13,44 %, tiene un aporte energético de 485,18 kcal/kg, su aporte en proteína es de 8,06 %, del cual lisina es 0,14 %, metionina + cisteína es 0,35 % y triptófano es 0,05 %; calcio de 0,004 % y fósforo de 0,059 %, además, el almidón de maíz también es un insumo utilizado en la alimentación de la *Coturnix coturnix japonica* el cual tiene un contenido de energía de 372,12 kcal/kg, al emplear el 1,50 % de este insumo en la dieta del ave, su aporte de energía es 5,58 kcal/kg y un aporte proteínico de 0,01 % (Moura *et al.*, 2009), significando que el 13,44 % de gluten de maíz y el 1,50 % de almidón de maíz puede utilizarse como complemento en la dieta de la codorniz.

El afrecho de trigo en su composición contiene una energía de 2.320 kcal/kg, este ingrediente al usarse en un $5,33 \pm 3,21$ %, aporta una energía de $123,58 \pm 74,52$ kcal/kg, alcanzando un aporte en proteína de $0,79 \pm 0,48$ %, lisina $0,02 \pm 0,01$ %, metionina + cisteína $0,03 \pm 0,02$ %, triptófano $0,02 \pm 0,01$ %, además, con un aporte en calcio y fósforo de $0,007 \pm 0,004$ % y $0,062 \pm 0,04$ % respectivamente (Patarón, 2014; Tapia, 2010 y González, 2017), siendo ideal emplear otras fuentes energéticas en la dieta, para satisfacer los requerimiento de energía de la *Coturnix coturnix japonica* en la fase de postura.

Tabla 2-3: Materias primas energéticas utilizadas en las dietas para alimentación de codornices y aporte de nutrientes en la fase de postura

Materia prima	Cantidad (%)	Proteína (%)	Energía M. (kcal/kg)	Lisina (%)	M + C (%)	Triptófano (%)	Calcio (%)	Fósforo (%)
Maíz ^{1,3,4,5,6,7,8,9,10}	50,34 ± 6,99	3,67 ± 0,51	1.636,01 ± 227,23	0,11 ± 0,02	0,16 ± 0,02	0,03 ± 0,004	0,015 ± 0,002	0,126 ± 0,02
Gluten de maíz ⁸	13,44 ± 0,00	8,06 ± 0,00	485,18 ± 0,00	0,14 ± 0,00	0,35 ± 0,00	0,05 ± 0,00	0,004 ± 0,00	0,059 ± 0,00
Almidón de maíz ⁸	1,50 ± 0,00	0,01 ± 0,00	5,58 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
Afrecho de trigo ^{1,3,4}	5,33 ± 3,21	0,79 ± 0,48	123,58 ± 74,52	0,02 ± 0,01	0,03 ± 0,02	0,02 ± 0,01	0,007 ± 0,004	0,062 ± 0,04
Salvado de trigo ⁸	10,00 ± 0,00	1,54 ± 0,00	164,00 ± 0,00	0,06 ± 0,00	0,06 ± 0,00	0,02 ± 0,00	0,014 ± 0,00	0,100 ± 0,00
Harinilla de trigo ⁵	4,94 ± 0,00	0,74 ± 0,00	95,24 ± 0,00	0,02 ± 0,00	0,02 ± 0,00	0,01 ± 0,00	0,007 ± 0,00	0,005 ± 0,00
Hna. de arroz ¹⁰	20,00 ± 0,00	1,19 ± 0,00	473,20 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,020 ± 0,00	0,196 ± 0,00
Aceite palma ^{1,2,3,6}	5,84 ± 6,38	0,00 ± 0,00	490,56 ± 536,18	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
Aceite pescado ⁵	3,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	267,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
Aceite de soja ^{7,9}	2,96 ± 0,23	0,00 ± 0,00	259,00 ± 19,80	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00

Fuente: Modificado de ¹Patarón, (2014); ²Carrera, (2019); ³Tapia, (2010); ⁴González, (2017); ⁵Delgado, (2014); ⁶Gallegos, (2015); ⁷Rojas, (2017); ⁸Moura *et al.*, (2009); ⁹Melo *et al.*, (2008) y ¹⁰Gamboa *et al.*, (2005).
Realizado por: Rojas, Carlos, 2020.

En el salvado de trigo existe una energía de 1.640 kcal/kg, al ser empleado el 10 % de esta materia prima en raciones para codornices, se obtiene una energía de 164 kcal/kg, un aporte proteínico de 1,54 %, con un aporte de lisina y metionina + cisteína de 0,06 % para cada uno y triptófano con 0,02 %; su aporte de calcio es de 0,014 % y fósforo de 0,100 % (Moura *et al.*, 2009), lo que significa que el 10 % de salvado de trigo no aporta la energía necesaria a la codorniz en la fase de postura, siendo fundamental dotar de otras fuentes energéticas en el alimento de la *Coturnix coturnix japonica*.

La harinilla de trigo tiene una energía de 1.928 kcal/kg, pero si la cantidad utilizada de esta materia prima en la dieta de la codorniz es de 4,94 %, su aporte de energía es de 95,24 kcal/kg, su aporte de proteína es de 0,74 %, perteneciéndole a lisina y metionina + cisteína el 0,02 % a cada uno y 0,01 % a triptófano; su aporte de calcio es 0,007 % y con un aporte de fósforo del 0,005 % (Delgado, 2014), en cambio, si empleáramos harina de arroz que posee un nivel energético de 2.366 kcal/kg, en una cantidad del 20 %, su aporte energético es 473,20 kcal/kg, con una proteína de 1,19 %, un aporte en calcio y fósforo de 0,020 % y 0,196 % respectivamente (Gamboa *et al.*, 2005), mostrando que si se utiliza únicamente harinilla de trigo y 20 % de harina de arroz, no llegan a la energía ideal requerida por la *Coturnix coturnix japonica*.

Finalmente, otros insumos empleados como fuentes de energía en la alimentación de la codorniz en la fase de postura, es el aceite de palma, el cual tiene un contenido energético de 8.400 kcal/kg, al emplear el $5,84 \pm 6,38$ % de este insumo, su aporte de energía es de $490,56 \pm 536,18$ kcal/kg (Patarón, 2014; Carrera, 2019; Tapia, 2010 y Gallegos, 2015), mientras que, al usar aceite de pescado, que en su composición tiene una energía de 8.900 kcal/kg, si se usa el 3 % de dicha materia prima, se tiene un aporte energético de 267 kcal/kg (Delgado, 2014), y al utilizar aceite de soja, que en su estructura cuenta con una energía de 8.750 kcal/kg, en una cantidad de $2,96 \pm 0,23$ % de este insumo, se obtiene un aporte en energía de $259 \pm 19,80$ kcal/kg de alimento (Rojas, 2017 y Melo *et al.*, 2008), significando que con ningún porcentaje ($5,84 \pm 6,38$ %, 3 % y $2,96 \pm 0,23$ %) de estos recursos alimenticios, logra la codorniz obtener la energía que necesita para su alta producción, siendo necesario emplear en su dieta otras fuentes energéticas para complementar su exigencia en energía, ya que la influencia que tiene el nivel energético de la dieta sobre el rendimiento productivo de la *Coturnix coturnix japonica* hace que tenga una excelente postura.

Según Sánchez (2004, p.64), menciona que al instante de formular la dieta, esta debe cumplir con los requerimientos nutricionales de la codorniz, ya que una dieta balanceada proveerá los nutrientes idóneos para mantener una excelente productividad.

3.3. Parámetros productivos

La codorniz japonesa se diferencia de otras aves domésticas, especialmente por que presenta una rápida precocidad y alta productividad (Wakasugi, 1984; citado en Lázaro *et al.*, 2005). Esta ave llega a la adultez rápidamente como resultado de un crecimiento acelerado; además, puede llegar a poner hasta 300 huevos/año si cuenta con un buen manejo (Ciriaco, 2006; citado en Rojas, 2017), principalmente si la codorniz cuenta con un adecuado programa de iluminación se tendrá entre el 80 y 82 % de postura (Cumpa, 1999 y Ciriaco, 1994; citado en Prado, 2016).

En virtud de que la *Coturnix coturnix japonica* presenta una gran disponibilidad como alta productora, especialmente huevos, se requiere de estudios relacionados con los distintos parámetros productivos, cualquier estudio de mejora debe ser tomado en cuenta para adquirir mayor conocimiento y que este pueda ayudar en gran medida a tal explotación; además, siendo de gran apoyo para mantener una producción eficiente.

Es fundamental tomar en consideración los parámetros productivos en la explotación coturnícola, ya que estos son clave esencial para realizar cualquier decisión en la granja, volviéndola más eficiente y rentable. El peso del ave, el consumo de alimento, la masa de huevo, el porcentaje de postura y el porcentaje de mortalidad, son indicadores productivos que tienen el propósito de mostrar una vista general del desempeño productivo de la *Coturnix coturnix japonica* en producción. Si dichos indicadores mencionados anteriormente son tomados en cuenta con suma importancia por parte del productor, lo que obtendrá como resultado será un incremento en la producción de la codorniz en la fase de postura. Es así que, la eficiencia productiva de las codornices en la explotación es el punto de mayor importancia financiera; además, esto ayudará a que la gente vaya conociendo más acerca de esta pequeña ave y de su gran rendimiento.

Debido a que la crianza de codornices va tomando gran aceptación en el Ecuador así como en otros países, es fundamental que los indicadores productivos de las aves sean observados estrictamente para optimizar la producción, ya que hoy por hoy la codorniz representa una excelente fuente de proteína; además, es una alternativa de generación de ingresos, siendo importante para el país dado que genera empleos.

En la tabla 3-3 se muestra: el peso inicial (g), el peso (g), el consumo de alimento (g/ave/día), el porcentaje de postura (%), el porcentaje de mortalidad (%) y la masa total de huevos (g) de la *Coturnix coturnix japonica* (Patarón, 2014; Carrera, 2019; Tapia, 2010; González, 2017; Delgado, 2014; Gallegos, 2015 y Rojas, 2017).

Tabla 3-3: Parámetros productivos de la *Coturnix coturnix japonica* alimentadas con diferentes dietas

Parámetros productivos	(20% PB + 0,19% AAs) ¹	(15% Aceite rojo de palma) ²	(22% Proteína) ³	(10% Hna. Alfalfa) ⁴	(5% HSA) ⁵	(20% PT, 3.000 kcal/kg EM, 3,40% Ca) ⁶	(24,5% Proteína, 2.900 kcal/kg EM) ⁷	$\bar{x} \pm s$
Peso inicial (g)	173,21	166,22	124,00					154,48 ± 26,62
Peso (g)		212,08	171,33				158,64	191,71 ± 28,81
Consumo de alimento (g/ave/día)				29,16	26,15	25,89		27,07 ± 1,82
Porcentaje de postura (%)					71,03	68,64	84,16	74,61 ± 8,36
Porcentaje de mortalidad (%)	0,80	0,67	0,05		8,33			2,46 ± 3,93
Masa total de huevos (g)	9,00				8,25		9,81	9,02 ± 0,78

\bar{x} : media ± s: desviación.

Fuente: Modificado de ¹Patarón, (2014); ²Carrera, (2019); ³Tapia, (2010); ⁴González, (2017); ⁵Delgado, (2014); ⁶Gallegos, (2015) y ⁷Rojas, (2017).

Realizado por: Rojas, Carlos, 2020.

3.3.1. *Peso inicial (g)*

Al inicio de la postura de la *Coturnix coturnix japonica* el peso fue $154,48 \pm 26,62$ g, estudios realizados por Patarón, 2014, p.54; Carrera, 2019, p.47 y Tapia, 2010, p.38 registraron valores de 173,21, 166,22 y 124,00 g, respectivamente, demostrándose que la postura de esta ave inicia con un mínimo de 124,00 g y máximo 173,21 g, esto quizá se deba a la calidad nutricional del alimento que recibieron durante el período de crecimiento y levante.

El polluelo *Coturnix coturnix japonico* nace con un peso entre 6,5 y 7,0 g, a los 5 días logra duplicar, a los 8 días se triplica y a los 25 días se multiplica por 10, esto ocurre gracias a la capacidad genética de las aves, logrando que a la quinta semana alcance un peso de 110 a 120 g y al arranque de la postura alcanzan un peso de 128,47 g a la octava semana (Ciriaco, 1998; citado en Pajuelo, 2002).

El peso del ave, después de las dos semanas de romper postura fue 180 g, si está por debajo de este peso dispondrá mayor cantidad de alimento hasta un 10 % y, si está por encima del peso señalado se reducirá 1 % de la cantidad de alimento, con el propósito de uniformizar el peso de las aves (Rojas, 1999; citado en Obregón, 2012).

A la quinta semana la codorniz hembra pesa en promedio 120 g, con el que pondrá su primer huevo, debido al buen crecimiento de su aparato reproductor; llegando a completar su madurez sexual al obtener un peso de 140 g, las aves que superan los 90 g a los 30 días de edad son catalogadas excelentes ponedoras (Pérez y Pérez, 1974; Bissoni, 1975; Lucotte, 1985 y Ciriaco, 1998; citado en Pajuelo, 2002).

La codorniz al romper postura a los 45 días de edad, pesa 135 g (Flores, 2002; citado en Patarón, 2014). El factor ambiental y nutricional en el periodo de crecimiento y levante, así como la genética y capacidad de asimilar los nutrientes, pueden conllevar a que se evidencie pesos diferentes al inicio de la postura (Patarón, 2014, p.53).

3.3.2. *Peso (g)*

El peso de la *Coturnix coturnix japonica* fue de $191,71 \pm 28,81$ g y cuando esta se encontraba a los 91 días, octava semana de postura y un alimento con 15 % de aceite rojo de palma el peso registrado fue de 212,08 g (Carrera, 2019, p.54). Al someter a un sistema de alimentación con el 22 % de proteína bruta durante 180 días (6 meses) luego del inicio de la postura las codornices alcanzaron un peso de 171,33 g (Tapia, 2010, p.38). A partir de la semana 9 hasta la 32, las codornices alimentadas con 24,5 % de proteína y 2.900 kcal/kg de energía metabolizable

reportó 158,64 g de peso (Rojas, 2017, p.30), demostrándose que el incremento de pesos de esta ave, quizá se deba a la cantidad de alimento suministrado, a los elementos de la dieta nutricional en calidad y cantidad, además a los días que duró cada una de las investigaciones.

Una dieta equilibrada, en cantidad y calidad en la *Coturnix coturnix japonica* permite una excelente vitalidad, un buen crecimiento y consecuentemente un adecuado rendimiento productivo (postura) (Bazán, 2000; citado en Tapia, 2010). Un buen crecimiento del ave y su respectivo mantenimiento de los tejidos funcionales se debe a la disponibilidad de carbohidratos, grasas, proteínas, aminoácidos y elementos minerales (Barbado, 2004; citado en Tapia, 2010).

La disponibilidad de carbohidratos en la dieta permite la disposición de energía para su mantenimiento y producción, la misma que se obtiene a través de los azúcares simples y complejos, grasas, proteínas y fibra. Todos los carbohidratos están compuestos por una fibra soluble y una fibra insoluble. La primera es fácilmente descompuesta y utilizada como energía, y la segunda es más difícilmente utilizada como energía y no cubren los requerimientos calóricos necesarios (Rea, 2016; citado en Carrera, 2019).

La grasa es una fuente de energía, está provista de ácidos grasos esenciales y no esenciales, son aquellos necesarios para la absorción de las vitaminas liposolubles, D, E, K, y A (Carrera, 2019, p.25).

Las grasas de los alimentos influyen sobre las características de la grasa corporal. Como las grasas y los hidratos de carbono sirven como fuente de energía, el aporte insuficiente de estos nutrientes retarda el crecimiento o la producción de huevos de las aves. Tanto los hidratos de carbono, como las grasas aportan material necesario para la generación de tejido adiposo (Amaya *et al.*, 2008; citado en González, 2017).

La proteína es considerada la materia prima que construye el cuerpo, está compuesta por aminoácidos no esenciales mismos que pueden ser sintetizados por el ave y los aminoácidos esenciales mismos que no pueden ser sintetizados en cantidad suficiente y deben ser ingeridos por el ave (Lázaro *et al.*, 2015; citado en Carrera, 2019).

Las proteínas son elementos importantes para los tejidos, los músculos, las plumas y la sangre, representan en el ave la quinta parte de su peso y cerca de la séptima parte del peso del huevo; de ahí la importancia de las proteínas en la nutrición, sobre todo en el organismo del animal al cumplir diversas funciones (Leopoldo, 2010; citado en Rojas, 2017).

Las aves adultas requieren menor proteína al compararse con las jóvenes, estas últimas necesitan mayor cantidad de proteína en sus tejidos de acuerdo con su edad y estado fisiológico. Por otro lado, el ave puede disminuir su peso, tener un color y estructura pobre de plumas y sobre todo llegar a tener una mayor susceptibilidad a enfermarse debido a la falta de cualquier aminoácido esencial (Sánchez, 2004; citado en Tapia, 2010). Especialmente la deficiencia de lisina en el alimento puede ocasionar en el ave caída de plumas y disminución del peso (Rojas, 2007; citado en Tapia, 2010).

Si los aminoácidos no se encuentran presentes en la dieta de acuerdo con la necesidad del ave para el incremento del músculo, el aumento del peso corporal se reducirá. Al reducirse en el ave el peso corporal se reducirá también la necesidad calórica y como resultado se tendrá una disminución del consumo de alimento (Ciriaco, 2006; citado en Tapia, 2010).

Ciertos aminoácidos esenciales (metionina, lisina y arginina) influyen en el desarrollo corporal y producción del animal, sin embargo, estos no se encuentran en los insumos en las cantidades adecuadas; siendo la lisina y metionina los aminoácidos sintéticos más utilizados en la dieta de animales (Rodríguez, 2006; citado en Tapia, 2010).

La utilización de aminoácidos sintéticos en el alimento ayuda a reducir la excreción de nitrógeno al ambiente (Penz y Bruno, 2011; citado en Patarón, 2014). La deficiencia de proteína en la dieta, se equilibra utilizando aminoácidos sintéticos (Gorrachategui, 2001; citado en Patarón, 2014).

Los aminoácidos sintéticos que se pueden encontrar en el mercado son: lisina, metionina, treonina, triptófano, valina e isoleucina. Sin embargo, la lisina, metionina, treonina y triptófano se encuentran a precios competitivos (Fundación Española para el Desarrollo Animal, 2000; citado en Patarón, 2014).

Las vitaminas son catalizadores orgánicos, su aplicación en las dietas es en pequeñas cantidades para el metabolismo. Cuando están ausentes en la dieta o no son utilizadas, se producen enfermedades carenciales por su deficiencia. Las vitaminas solubles en grasa son: A, D, E y K, su exceso puede no ser excretado y ser tóxico (principalmente la Vit. A y la D) y esto ocurre en animales en cautiverio. Las vitaminas solubles en agua: B y C, su exceso es excretado y no produce toxicidad (Carrera, 2018; citado en Carrera, 2019).

Los minerales son necesarios en pequeñas cantidades, su balance es crucial. Los requerimientos minerales del cuerpo y su contenido son normalmente menores al 5 %, varía con la especie, edad, estado reproductivo y sexo. Cualquier suplementación debe ser realizada cuidadosamente

porque a diferencia de las deficiencias por vitaminas, las deficiencias por minerales son muy lentas para responder al tratamiento (Lázaro *et al.*, 2005; citado en Carrera, 2019). Los minerales más indispensables para la codorniz, es el calcio, fósforo, manganeso, magnesio, hierro, cinc, cobre, cobalto, sodio, yodo, cloro, potasio, azufre, selenio y molibdeno (Amaya *et al.*, 2008; citado en González, 2017).

Se debe suministrar a la *Coturnix coturnix japonica* un alimento adecuado, con una ración entre 22 a 25 g/ave/día, para evitar prolapsos debido a un exceso de peso causado por un consumo de alimento desbalanceado o voluntario (Rodríguez, 2006; citado en Rojas, 2017).

3.3.3. Consumo de alimento (g/ave/día)

El consumo de alimento de las codornices en la fase de postura fue $27,07 \pm 1,82$ g, aunque se debe manifestar que, las codornices bajo el efecto de la alimentación con 20 % de proteína, 3,00 Mcal de EM y 3,40 % de calcio en la etapa de postura desde los 43 a 90 días de edad, manejadas con un programa de iluminación de 16 horas en la UNALM fue de 25,89 g/ave/día (Gallegos, 2015, p.42). Al utilizar 5 % de harina de sangre avícola en aves de 23 semanas con el 65 % de postura, durante 42 días y un sistema de iluminación de 16 horas en jaulas de 4 pisos en la UNALM se registró un consumo de alimento de 26,15 g/ave/día (Delgado, 2014, p.26), ligeramente superior al alcanzado por Gallegos, (2015). Mientras que en Tabacundo provincia de Pichincha-Ecuador a una altura de 2.789 msnm, las codornices en la primera fase de postura, al utilizar 10 % de alfarina en la dieta balanceada durante 91 días, alcanzó un consumo de 29,16 g/ave/día (González, 2017, p.46), siendo superior a Gallegos, (2015) y Delgado, (2014). Esto quizá se deba a la temperatura ambiental, donde el ave requiere de más alimento para poder satisfacer el requerimiento de energía.

El consumo de alimento del ave está asociado directamente con el contenido de proteína en la ración y la energía total consumida (Hurtado *et al.*, 2013; citado en Patarón, 2014).

Según Rojas (2007; citado en Tapia, 2010), menciona que el elemento principal de la dieta del animal es la energía, esta sirve para el mantenimiento y la producción; sin embargo, aun no estando en producción el ave, va a requerir de energía.

Un factor que influye en el mayor consumo de alimento, es el bajo contenido de carbohidratos en la dieta, este dejara de consumir porque el intestino está lleno o por diferentes factores fisiológicos. El reducido consumo de alimento se asocia con el propio contenido de energía en la dieta (Rojas, 2007; citado en Tapia, 2010). Otro factor que afecta el consumo de alimento, es la

presencia de calcio en la dieta. Un abuso de calcio en el alimento disminuye el consumo y provoca saciedad, y su exceso en el organismo hace que el calcio esté presente en la cáscara del huevo como un depósito calcáreo (Butcher, 1991; citado en Chipao, 2014). Por el contrario, una baja cantidad de calcio en el alimento, reduce la postura, la cáscara del huevo es demasíadamente fina, disminución de la actividad física, aumento del metabolismo basal, susceptibilidad a hemorragias internas, tetania, raquitismo y osteoporosis (Chipao, 2014, p.5).

El consumo de alimento en una codorniz adulta esta entre 22 a 28 g/día, puede modificarse de acuerdo con el clima donde esta situada la instalación (Rojas, 1999; citado en Obregón, 2012). Sin embargo, el consumo está alrededor de 20 y 25 g/día, donde el alimento debe tener de 18 a 22 % de proteína (Pérez, 1974; citado en García, 2018), 4,5 % de calcio y 0,6 % de fósforo (Rodríguez Da Silva, 1992; citado en Villanueva, 2017). Se menciona también, que la codorniz consume entre 20 a 25 g/día de alimento, dependiendo del contenido de energía en la dieta (Lucotte, 1990; citado en Tafur, 2017), se recomienda un nivel de 2,9 Mcal EM/kg de alimento (NRC, 1994; citado en Torres, 2019). En aves de 21 y 47 semanas de edad el consumo está entre 30,3 y 26,24 g/día (Valladares, 2003; citado en García, 2018).

La codorniz tiende a aumentar su consumo de alimento de semana a semana (Ciriaco, 1998; citado en Pajuelo, 2002). El consumo va a alterarse por distintos factores como: el stress, el clima y el estado de salud del ave (Figueroa, 1999; citado en Pajuelo, 2002).

Para favorecer el consumo de alimento, motilidad del tracto digestivo y la digestibilidad de los nutrientes, es importante que el alimento cuente con un tamaño de partícula ideal, por esto su molienda es fundamental para reducir su tamaño, de modo que sea conveniente para el animal (Lázaro *et al.*, 2005; citado en González, 2017).

Si la molienda es muy fina bajará el consumo, aumentado a su vez la velocidad de transito del alimento, llevando a una disminución en el tamaño de la molleja y aumentando el pH. Y si la molienda es demasiado gruesa, disminuirá la velocidad de tránsito, afecta la compactación de alimento y consecuentemente la calidad de la migaja (Lázaro *et al.*, 2005; citado en González, 2017).

En condiciones normales, en la *Coturnix coturnix japonica* en etapa de postura, el tamaño de partícula del alimento (diámetro medio geométrico) consumida es de 1,10 y 1,70 mm respecto al maíz y de 0,70 y 1,80 mm la harina de soja. En alimentos elaborados con harina, el tamaño y homogeneidad de la partícula es muy pequeña, debiéndose peletizar el alimento (Leandro *et al.*, 2001; citado en González, 2017) con la finalidad de tener una partícula homogénea (Leandro *et al.*, 2001; citado en Lázaro, 2005).

Es importante que, el alimento sea suministrado en migaja fina homogénea. De ahí, el trigo es un cereal de opción para la elaboración de alimento de esta ave. La migaja y gránulo fino (≤ 2 mm) son tolerables en alimentos para engorde y reproductoras. Si no se logra obtener una migaja de calidad, es recomendable usar alimento en harina con un tamaño de partícula homogéneo (Lázaro *et al.*, 2005; citado en González, 2017).

Es posible incluir en el alimento de la codorniz tortas de soya, alfalfa, algodón, maíz, harina de hueso con vitamina D, complejo B, metionina, calcio y fósforo (Aguirre, 2004; citado en González, 2017).

El alimento suministrado en forma de harina posee considerables beneficios como: una mayor digestibilidad, no degradación de la proteína, propicia el consumo de agua, su costo es menor al compararlo con el peletizado, puede ser mezclado en el campo fácilmente, reduce el infarto y ascitis en aves y es ideal para todas las especies (Liliavenda, 2010; citado en Aguiluz *et al.*, 2013).

3.3.4. Porcentaje de postura (%)

La *Coturnix coturnix japonica* alcanza una postura del $74,61 \pm 8,36$ %, aunque al utilizar 20 % de proteína, 3.000 kcal/kg de energía metabolizable y 3,40 % de calcio durante 3 meses en la etapa de postura (43 a 90 días de edad) en un grupo de 900 aves criadas bajo el sistema de jaulas en batería con un programa de iluminación de 16 horas (luz fluorescente) y 8 horas de oscuridad en la Unidad Experimental de Avicultura de la UNALM en Lima-Perú consiguió 68,64 % de postura (Gallegos, 2015, p.42), determinándose que la proteína en la dieta tiene mayor efecto en la postura.

Al utilizar 5 % de harina de sangre avícola en la *Coturnix coturnix japonica* durante 6 semanas a 108 aves en la etapa de postura (aves de 23 semanas de edad promedio y 65 % de postura) criadas bajo el sistema de jaulas en batería (4 pisos) con un programa de iluminación de 16 horas (natural y artificial) con luz fluorescente en la Facultad de Zootecnia de la UNALM en Lima-Perú registró el 71,03 % de postura. Determinándose que el 5 % de HSA reemplaza a la torta de soya hasta un 10 % sin afectar la producción de las aves (Delgado, 2014, p.26).

La aplicación del 24,5 % de proteína y 2.900 kcal/kg de energía metabolizable en la alimentación de la *Coturnix coturnix japonica* por 6 meses en la etapa de postura en 500 aves de 34 días de edad a temperatura de 22°C del galpón, una humedad relativa del 68 %, criadas bajo un sistema de jaulas en batería con un programa de iluminación de 14 horas entre natural (12 h) y artificial (2 h) en el sector Nueva Rinconada Distrito de Trujillo en Trujillo-Perú, se registró

84,16 % de postura desde la 9 hasta las 32 semanas de edad (Rojas, 2017, p.21), siendo superior a los registrados por los autores citados anteriormente.

La *Coturnix coturnix japonica* al ser alimentada con 3 fuentes de proteína de origen vegetal como: torta de maní, torta de semilla de algodón y torta de soya en aves de 10 semanas de edad reportó 49,8 %, 52 % y 59 % de postura (Odunsi *et al.*, 2007; citado en Tafur, 2017).

Aves con el 80 % de postura son consideradas buenas ponedoras, las cuales deben pesar entre 130 a 150 g, sus patas deben ser vigorosas y su pico libre de defectos (Figuroa, 1999; citado en Pajuelo, 2002).

La temperatura ideal para una codorniz ponedora esta entre 19 y 25°C, si esta varia por debajo de este indicador, la producción se ve afectada proporcionalmente, no obstante, esta ave tiene la capacidad de tolerar temperaturas hasta de 5°C sobre cero (Mathew y Morales, 2008; citado en Obregón, 2012).

La *Coturnix coturnix japonica* puede llegar a poner hasta 350 huevos/ave/año gracias a su aptitud de puesta suprema a cualquier otra especie de ave doméstica, si se le da un buen manejo esta puede alcanzar una productividad del 80 a 90 % de postura (Pérez y Pérez, 1974; Cumpa, 1995; Ciriaco, 1998 y Rodríguez Da Silva, 1992; citado en Pajuelo, 2002).

En países de 4 estaciones, donde el número de horas luz puede ser de 15 a 16 horas por día, la postura inicia a las 5 o 6 semanas de edad, a diferencia que si se las mantendría a un número de horas luz normal como la que tiene el Ecuador (12 horas) en el cual las aves inician postura a las 8 o 9 semanas y se alcanza el 92 % de postura con luz adicional y, sin luz adicional esta no excede el 80 % (Uzcátegui, 2010; citado en González, 2017).

A los 45 días de edad, la codorniz alcanza el 80 % de postura cuando estas aves son jóvenes y, a los 8 meses o un año de edad esta bajara hasta el 45 %, es decir, a medida que pasa la edad, la postura reduce (Coronado y Marcano, 2000; citado en Gallegos, 2015).

3.3.5. Porcentaje de mortalidad (%)

El porcentaje de mortalidad de la *Coturnix coturnix japonica* en la fase de postura fue $2,46 \pm 3,93$ %, y al someter a una alimentación con el 22 % de proteína durante 180 días iniciando con 180 aves (42 días de edad) en la fase de postura a los 6 meses de edad a temperatura interna del galpón entre 15 - 25°C criadas bajo el sistema de jaulas en batería de la comunidad Pantaño en

Chambo-Ecuador permitió una mortalidad del 0,05 %. Aunque lo mejor es evitar la mortandad de las aves (Tapia, 2010, p.53).

Al utilizar en el balanceado 15 % de aceite rojo de palma en la *Coturnix coturnix japonica* en la etapa de postura a temperatura interna del galpón entre 18 - 24°C criadas bajo el sistema de jaulas en batería (artesanal) con un programa de iluminación de encendido de focos de 17H00 - 21H00 por la tarde y de 07H00 - 09H30 por la mañana manteniendo las cortinas abajo en la mañana y en la tarde subiéndolas en el galpón de codornices de Laguacoto II a una altitud de 2.800 msnm en Guaranda-Ecuador registró 0,67 % de mortalidad, durante todo el proceso de investigación, es decir desde los 21 días de edad (etapa de cría) hasta la octava semana (91 días de edad) de la etapa de postura, iniciando la postura a los 42 días de edad. Asegurando que se atribuye a un buen manejo de crianza (Carrera, 2019, p.74).

Empleando 20 % de proteína bruta más 0,19 % de aminoácidos sintéticos en la *Coturnix coturnix japonica* por 120 días en la etapa de postura en 500 aves a temperatura interna del galpón entre 18 - 22°C criadas bajo el sistema de jaulas en batería con un programa de iluminación de 14 horas (entre natural y artificial) de la granja Reina del Quinche en Riobamba-Ecuador registró 0,80 % de mortalidad, manifestando como principal causa de mortalidad a los prolapsos (Patarón, 2014, p.54).

Utilizando un 5 % de harina de sangre avícola en la *Coturnix coturnix japonica* por 6 semanas con 108 aves en la etapa de postura (iniciando la investigación con aves de 23 semanas de edad promedio y 65 % de postura) criadas bajo el sistema de jaulas en batería (4 pisos) con un programa de iluminación de 16 horas (entre natural y artificial) con luz fluorescente en la Facultad de Zootecnia (Módulo de Investigación en Codornices) de la UNALM en Lima-Perú en el cual reportó un porcentaje de mortalidad de 8,33 % (Delgado, 2014, p.26), siendo superior a los obtenidos por los autores anteriores. Destacando que los motivos de muerte fueron por retención del huevo, úlceras y prolapso durante la postura.

En la etapa de postura la mortalidad es hasta el 4 %, y en la etapa de crecimiento y desarrollo es el 10 % y para aves de engorde es del 5 % (Amarilla y Albornoz, 2013; citado en Patarón, 2014). El porcentaje de mortalidad, es causado más por el manejo del animal que a enfermedades (Peterson, 1989; Massi y Ramírez, 2001 y Champi, 2008; citado en Rodríguez, 2014).

El problema más frecuente de mortalidad que se produce en explotaciones de codornices de postura, es por poner huevos muy grandes o por prolapso uterino causado por la ruptura del ligamento interno del útero (Carvajal *et al.*, 2013; citado en García, 2015).

Para que una explotación coturnícola tenga éxito debe contar con una alimentación de calidad, manejo eficiente y control sanitario; también se debe tomar en cuenta la madurez sexual temprana ya que esta tiene como desventajas en un futuro bajar la producción y aparición de prolapsos (Figuroa, 1999; citado en Pajuelo, 2002).

Los insumos para utilizar en la elaboración de alimentos para codornices no deben estar en mal estado ni contaminados, esto perjudica a las aves, especialmente afectando la salud, de manera que para evitarlo el productor debe conocer el origen del insumo adquirido.

Casi la totalidad de los insumos que se usan como materia prima para fabricar alimento de los animales, vienen de desechos de plantas procesadoras de alimentos para el hombre, forrajes y pastos, así como también de subproductos de procesos agroindustriales. Sea cual sea el insumo a utilizar, este deberá estar en óptimo estado, no alimentando a los animales con alimento dañado, pasado y mucho menos con presencia de hongos o crecimiento microbiano (Damarys, 2009; citado en Aguiluz *et al.*, 2013).

3.3.6. Masa total de huevos (g)

La masa del huevo de la *Coturnix coturnix japonica* fue $9,02 \pm 0,78$ g, y al utilizar 5 % de harina de sangre avícola en su alimentación durante 6 semanas en 108 aves en la etapa de postura (23 semanas de edad promedio y 65 % de postura) criadas bajo el sistema de jaulas en batería (4 pisos) con un programa de iluminación de 16 horas (entre natural y artificial) con luz fluorescente en la Facultad de Zootecnia (Módulo de Investigación en Codornices) de la UNALM en Lima-Perú reportó una masa de huevos de 8,25 g (Delgado, 2014, p.26).

Al utilizar 20 % de proteína bruta más 0,19 % de aminoácidos sintéticos en la *Coturnix coturnix japonica* por 120 días en la etapa de postura empleadas en 500 aves a temperatura interna del galpón entre 18 - 22°C y criadas bajo el sistema de jaulas en batería con un programa de iluminación de 14 horas (entre natural y artificial) de la granja Reina del Quinche en Riobamba-Ecuador registró una masa total de huevos de 9,00 g (Patarón, 2014, p.54).

En cambio, estos valores son menores a los hallados por Rojas (2017, p.27) al utilizar 24,5 % de proteína en dietas con 2.900 kcal/kg de energía metabolizable en la *Coturnix coturnix japonica* por 6 meses en la etapa de postura iniciando con 500 aves de 34 días de edad a una temperatura promedio del galpón de 22°C y humedad del 68 % criadas bajo el sistema de jaulas en batería con un programa de iluminación de 14 horas entre natural (12 h) y artificial (2 h) en el sector

Nueva Rinconada Distrito de Trujillo en Trujillo-Perú donde evidenció una masa del huevo de 9,81 g, siendo superior a los alcanzados por Delgado, (2014) y Patarón, (2014).

Los niveles de lisina no afectan la masa de huevos, concluyéndose que la eficiencia alimenticia de las codornices se deteriora al pasar el tiempo, siendo imprescindible mayor consumo de alimento para conservar una masa de huevo constante (Moura *et al.*, 2000; citado en Patarón, 2014).

Un aumento del consumo de nutrientes, incrementa la masa de huevos como resultado de una mayor producción y peso de huevos (Buxadé, 1987; citado en Delgado, 2014). Sin embargo, un aumento de masas puede asociarse a una mayor producción del albumen a consecuencia de un incremento de la digestibilidad proteica y así la disponibilidad de aminoácidos (Wyatt, 1992; citado en Delgado, 2014).

Es recomendable en la etapa de postura mantener en la dieta un nivel de proteína de 18 %, ya que con este porcentaje de proteína aumentará la producción de huevos, consumo de alimento, masa de huevo, contenido de proteínas y grasas en la yema (García *et al.*, 2005; citado en Gallegos, 2015).

3.4. Parámetros del huevo

La producción de huevos de codorniz, cada vez más va tomando impulso en el Ecuador, debido a que el huevo de esta ave presenta un valor nutritivo superior al de otra ave doméstica. Sin embargo, todo productor debe prestar un alto interés a las características del huevo, especialmente a lo que se refiere a términos de calidad del huevo, como el peso del huevo, peso de la cáscara, peso de la yema, peso del albumen, diámetro longitudinal y transversal del huevo y grosor del cascarón, parámetros del huevo que son importantes a tomar en consideración al momento de realizar una planificación de la producción, puesto que al coturnicultor le permitirá ofertar un producto de calidad y obtener de tal manera un regreso económico muy beneficioso.

El huevo de la codorniz constituye una importante fuente de proteína para la sociedad, para optimizar la producción de esta ave es necesario dar énfasis a las característica de calidad del huevo, que ayuden a ofertar un producto de calidad al consumidor (Sánchez, 2004, p.68).

En la tabla 4-3 se muestran: el peso del huevo (g), el peso de la cáscara (g), el peso de la yema (g), el peso del albumen (g), el diámetro longitudinal del huevo (mm), el diámetro transversal del huevo (mm) y grosor de la cáscara (mm) de la *Coturnix coturnix japonica* (Patarón, 2014; Carrera, 2019; González, 2017; Delgado, 2014; Gallegos, 2015; Moura *et al.*, 2009; Melo *et al.*, 2008; Aguiluz *et al.*, 2013 y Gamboa *et al.*, 2005).

Tabla 4-3: Parámetros del huevo de la *Coturnix coturnix japonica* alimentadas con diferentes dietas

Parámetros del huevo	(20% PB + 0,19% AAs) ¹	(15% Aceite rojo de palma) ²	(10% Hna. alfalfa) ³	(5% HSA) ⁴	(20% PT, 3.000 kcal/kg EM, 3,40% Ca) ⁵	(1% Lisina total) ⁶	(0,50% HAM) ⁷	(Concentrado comercial con 20 % proteína) ⁸	(20% SIC) ⁹	$\bar{x} \pm s$
Peso del huevo (g)	10,75		11,74	11,61	10,78	10,94	11,03		10,40	11,18 ± 0,47
Peso de la cáscara (g)	1,43					0,90	1,13			1,15 ± 0,27
Peso de la yema (g)	3,62					3,33	3,33			3,43 ± 0,17
Peso del albumen (g)	5,71					6,72	6,52			6,32 ± 0,53
Diámetro longitudinal del huevo (mm)	31,79	32,40						24,998		29,73 ± 4,11
Diámetro transversal del huevo (mm)	26,10	25,60						19,915		23,87 ± 3,44
Grosor de la cáscara (mm)	0,19					0,237	0,241		0,18	0,21 ± 0,03

\bar{x} : media ± s: desviación.

Fuente: Modificado de ¹Patarón, (2014); ²Carrera, (2019); ³González, (2017); ⁴Delgado, (2014); ⁵Gallegos, (2015); ⁶Moura *et al.*, (2009); ⁷Melo *et al.*, (2008); ⁸Aguiluz *et al.*, (2013) y ⁹Gamboa *et al.*, (2005).

Realizado por: Rojas, Carlos, 2020.

3.4.1. *Peso del huevo (g)*

El peso del huevo de la *Coturnix coturnix japonica* fue $11,18 \pm 0,47$ g. Al emplear 20 % de soya integral cocida en la dieta durante 84 días en 250 aves en la fase de postura (de 30 a 114 días de edad) y criadas bajo un sistema de jaulas en batería (de 5 divisiones) en la granja del Instituto de Producción Agropecuaria de la Universidad de los Llanos en Villavicencio-Colombia registró un peso del huevo de 10,40 g (Gamboa *et al.*, 2005, p.19).

La utilización de 20 % de proteína bruta más 0,19 % de aminoácidos sintéticos en la *Coturnix coturnix japonica* durante 120 días en la etapa de postura en 500 aves, manejadas bajo un sistema de jaulas en batería en la granja Reina del Quinche en Riobamba-Ecuador reportó un peso del huevo de 10,75 g (Patarón, 2014, p.62).

Al usar 20 % de proteína total, 3.000 kcal/kg de energía metabolizable y 3,40 % de calcio en la alimentación de la *Coturnix coturnix japonica* durante 3 meses en la etapa de postura (43 a 90 días de edad) en 900 aves criadas bajo el sistema de jaulas en batería en la Unidad Experimental de Avicultura de la UNALM en Lima-Perú el huevo registró un peso de 10,78 g. Indicando que el nivel de proteína en la dieta tiene mayor efecto en la variable mencionada (Gallegos, 2015, p.42).

Al aplicar 1 % de lisina en raciones con 18 % de proteína bruta en la dieta de codornices japonesas (*Coturnix japonica*) de la línea Fujikura durante 84 días en la fase de postura en 400 aves entre los 70 a 154 días de edad (10 - 22 semanas) y criadas bajo un sistema de jaulas en batería (5 pisos) en el Laboratorio de Zootecnia y Nutrición Animal de la Universidad Estatal del Fluminense del Norte (UENF) en Rio de Janeiro-Brasil reportó un peso del huevo de 10,94 g (Moura *et al.*, 2009, p.70); mientras que, al emplear 0,50 % de harina de algas marinas en la *Coturnix japonica* (codorniz japonesa) en dietas con 20 % PB, 2.900 kcal EM/kg de ración y 3 % Ca, durante 63 días en la etapa de postura en 320 aves de 26 semanas de edad y criadas bajo un sistema de jaulas en batería en el Laboratorio de Zootecnia y Nutrición Animal de la UENF en Rio de Janeiro-Brasil registró 11,03 g (Melo *et al.*, 2008: p.317), ligeramente superior al alcanzado por Moura *et al.*, (2009).

Al utilizar 5 % de harina de sangre avícola en la *Coturnix coturnix japonica* durante 6 semanas en 108 aves en la etapa de postura (aves de 23 semanas de edad promedio con el 65 % de postura) criadas bajo un sistema de jaulas en batería (4 pisos) en la Facultad de Zootecnia de la UNALM en Lima-Perú reportó 11,61 g (Delgado, 2014, p.26). Mencionando que el peso promedio del huevo se incrementó conforme disminuían los niveles de HSA en la dieta ya que su inclusión presenta deficiencia de aminoácidos en la dieta. Sin embargo, la harina de sangre no

es fácilmente digerida, esto da lugar a la baja disponibilidad de aminoácidos por lo tanto una reducción en el peso del huevo (Onwudike, 1981; citado en Delgado, 2014).

En cambio, estos valores son menores a los encontrados por González (2017, p.51) al emplear 10 % de alfarina en la alimentación de la *Coturnix coturnix japonica* durante 13 semanas en la fase de postura iniciando con 160 aves de 48 días de edad, criadas bajo un sistema de jaulas en batería en la granja Cristina-Tabacundo en el cantón Pedro Moncayo-Ecuador registró 11,74 g, aludiendo que la harina de alfalfa en la dieta influye en el peso del huevo.

El huevo de la codorniz pesa en promedio 10,3 g, correspondiendo alrededor del 8 % de su peso vivo (Murakami *et al.*, 1993; Shrivastav *et al.*, 1994 y Piccinin, 2002; citado en Moura *et al.*, 2009), en tanto que en la gallina el huevo representa el 3 % de su peso vivo (Ariki, 1997; citado en Tafur, 2017). Demostrándose la enorme exigencia de mover los nutrientes para la síntesis del huevo (Murakami *et al.*, 1993; Shrivastav *et al.*, 1994 y Piccinin, 2002; citado en Moura *et al.*, 2009).

El nivel de proteína y energía en el alimento son factores nutricionales que contribuyen en el peso de los huevos (Murakami *et al.*, 1993; Shrivastav *et al.*, 1994 y Piccinin, 2002; citado en Moura *et al.*, 2009). Además, influye la edad del ave, el intervalo de puesta y el grosor del cascarón (Bissoni, 1993; citado en Torres, 2019).

Es seguro que el alimento es uno de los factores que interviene en el peso del huevo, ya que se ha comprobado que las dietas con baja cantidad de proteína (14 % máximo) y energía reducirán el peso del huevo; la temperatura es otro factor, si esta es alta disminuirá el peso del huevo, debido a que el stress por calor provoca que consuman menos alimento y ello conlleva a que obtengan menos nutrientes esenciales para formar el huevo y por el contrario si la temperatura es baja incrementará el peso del huevo (Pérez y Pérez, 1974; citado en Pajuelo, 2002).

El incremento del nivel de proteína en el alimento está asociado positivamente en el peso del huevo, investigadores indican que el peso del huevo depende enormemente de la cantidad de proteína cruda consumida diariamente, teniendo que las ponedoras son incapaces de reservar o guardar este nutriente de manera eficaz para su demanda, es así que el incremento en el peso del huevo se debe al nivel de proteína consumida diariamente, capaz de cubrir los requerimientos de huevos más pesados (Pinto *et al.*, 2002; Soares *et al.*, 2003 y García *et al.*, 2005; citado en Gallegos, 2015).

En la codorniz, el huevo se clasifica por peso: mayor a 11 g alta calidad, 9 a 11 g regular y menor a 9 g baja calidad (González, 1999; citado en Pajuelo, 2002). El peso del huevo es una

característica que influye en la clasificación, precio y preferencia del consumidor (King'ori, 2011 y King'ori, 2012; citado en Inca, 2016).

3.4.2. *Peso de la cáscara (g)*

El peso de la cáscara del huevo de la *Coturnix coturnix japonica* fue de $1,15 \pm 0,27$ g. Al utilizar 1 % de lisina total en raciones con 18 % de proteína bruta en la dieta de codornices japonesas (*Coturnix japonica*) de la línea Fujikura durante 84 días en la fase de postura de 400 aves entre los 70 a 154 días de edad (10 - 22 semanas), criadas bajo un sistema de jaulas en batería (5 pisos) con una iluminación de 17 horas (natural y artificial) en el Laboratorio de Zootecnia y Nutrición Animal de la UENF en Rio de Janeiro-Brasil fue de 0,90 g (Moura *et al.*, 2009, p.70). Esto posiblemente se deba a que el investigador seco las cáscaras en estufa de ventilación forzada por 24 h a 105°C.

Al emplear 0,50 % de harina de algas marinas en la *Coturnix japonica* (codorniz japonesa) en dietas con 20 % PB, 2.900 kcal EM/kg de ración y 3 % Ca, durante 63 días en la etapa de postura en 320 aves de 26 semanas de edad, con temperatura del galpón de $26,2 \pm 3,03$ °C, criadas bajo un sistema de jaulas en batería en condiciones de calor (criadas en época de verano) y con una iluminación de 17 horas en el Laboratorio de Zootecnia y Nutrición Animal de la UENF en Rio de Janeiro-Brasil registró un peso de la cáscara de 1,13 g (Melo *et al.*, 2008: p.317).

En cambio, estos valores son inferiores a los alcanzados por Patarón (2014, p.63) al utilizar 20 % de proteína bruta más 0,19 % de aminoácidos sintéticos en la *Coturnix coturnix japonica* por 120 días en la etapa de postura en 500 aves con una temperatura del galpón entre 18 - 22°C, criadas bajo el sistema de jaulas en batería con una iluminación de 14 horas (natural y artificial) en la granja Reina del Quinche en Riobamba-Ecuador en el cual reportó un peso de la cáscara de 1,43 g, superior al alcanzado por Moura *et al.*, (2009) y Melo *et al.*, (2008).

La cáscara limita físicamente el contenido del huevo del ambiente que lo rodea, esta consta de cutícula, cáscara propiamente dicha y membranas. La cutícula está conformada alrededor de 90 % de proteína; entre los aminoácidos que la componen se hallan la lisina, glicina, cistina y tirosina, también consta con una estructura similar al colágeno, se encuentra atravesada por una infinidad de poros y es poco soluble en agua. El estrato calcáreo o cáscara está delimitada en el exterior por la cutícula y en el interior por las membranas, formada especialmente por carbonato de calcio, es permeable a gases y debido a esto el aire puede entrar con facilidad cuando el huevo es almacenado, aumentando el volumen de la cámara de aire formada entre la cáscara y las membranas, dando señal de menor frescor del huevo. Las membranas de las que está

compuesta el huevo son dos, una interna formada especialmente de mucina y la otra es externa misma que está adherida a la cáscara por medio de la penetración de sus fibras en la misma (Hernández, 2013; citado en Carrera, 2019).

En la *Coturnix coturnix japonica* el cascarón representa en el huevo el 9 % de su peso, teniendo como una de las principales funciones impedir el acceso de microorganismos al interior del huevo (Pérez, 1974; citado en Aguiluz *et al.*, 2013). La cáscara está constituida por 94 % de carbonato de calcio como elemento estructural, con pocas cantidades de carbonato de magnesio, fosfato de calcio y otros materiales orgánicos incluyendo proteínas (Chipao, 2014, p.4).

El calcio, elemento fundamental para la buena calidad de la cáscara, producción de huevos, activador y desactivador de enzimas, secreción de hormonas y transmisión de impulsos nerviosos (Cuca, 2005; citado en Tafur, 2017).

La deficiencia de calcio en animales es perjudicial en la puesta de huevos, ya que se puede tener huevos descalcificados, deformes, inservibles para incubarlos o comercializarlos. En animales en crecimiento lleva al raquitismo lo que provoca mala calcificación de los huesos (Ortiz, 2011; citado en Villacis y Vizhco, 2016). La harina de algas marinas presenta un contenido en calcio de 32,50% (Melo *et al.*, 2008, p.315), lo que la hace ideal incluir en la dieta de la codorniz.

El calcio que es depositado en el cascarón del huevo proviene de la sangre (Hodges, 1969; citado en Chipao, 2014). Es ahí pues que el alimento debe tener un equilibrio de todos los nutrientes, entre ellos el calcio, dado que el alimento es la fuente más importante de calcio en el animal. El intestino contribuye directa y activamente en la regulación del metabolismo del calcio, el calcio retenido en el intestino pasa a la cáscara para su formación de un 40 % a 80 %. Aunque no todo el calcio que es depositado en el cascarón proviene del intestino, ya que también porciones de calcio provienen del tejido óseo (Nys, 1990 y Sauvers y Reviers, 1992; citado en Chipao, 2014).

Otro mineral de gran importancia para aves en postura es el fósforo, este ayuda a la formación de la cáscara, almacenamiento de energía, mineralización de los huesos para su desarrollo y metabolismo energético (Said *et al.*, 1984; Roland y Farmer, 1986 y Snow *et al.*, 2004; citado en Chipao, 2014).

3.4.3. *Peso de la yema (g)*

El peso de la yema de huevo de codornices fue $3,43 \pm 0,17$ g, sin embargo, al aplicar 1 % de lisina en raciones con 18 % de proteína bruta en codornices japonesas (*Coturnix japonica*) de la línea Fujikura durante 84 días con 400 aves en la fase de postura de 70 a los 154 días de edad (10 - 22 semanas), criadas bajo el sistema de jaulas en batería (5 pisos) en el Laboratorio de

Zootecnia y Nutrición Animal de la UENF en Rio de Janeiro-Brasil reportó 3,33 g (Moura *et al.*, 2009, p.70). Indicando que hay efecto de la suplementación (niveles) de lisina sobre esta variable, insinuando también que a medida que sube el nivel de lisina aumenta la excreción nitrogenada, reduciendo la disponibilidad de otros aminoácidos esenciales para la síntesis de yema como la arginina. Sin embargo, Nunes (1998; citado en Moura *et al.*, 2009), menciona que niveles elevados de lisina aumentan la excreción de arginina por mayor actividad de la arginasa.

Al emplear 0,50 % de harina de algas marinas en la *Coturnix japonica* (codorniz japonesa) en raciones con 20 % PB, 2.900 kcal EM/kg de ración y 3 % Ca, durante 63 días en la etapa de postura en 320 aves de 26 semanas de edad y criadas bajo un sistema de jaulas en batería en el Laboratorio de Zootecnia y Nutrición Animal de la UENF en Rio de Janeiro-Brasil registró un peso de yema de 3,33 g (Melo *et al.*, 2008: p.317), similar al alcanzado por Moura *et al.*, (2009). Indicando que la composición química de la harina de algas pudo haber contribuido para aumentar el peso de la yema.

En cambio, estos valores son menores a los obtenidos por Patarón (2014, p.63) al usar 20 % de proteína bruta más 0,19 % de aminoácidos sintéticos en la *Coturnix coturnix japonica* durante 120 días en 500 aves en etapa de postura, criadas bajo un sistema de jaulas en batería y con una temperatura del galpón entre 18 - 22°C en la granja Reina del Quinche en Riobamba-Ecuador reportó un peso de yema de 3,62 g, ligeramente superior al alcanzado por Moura *et al.*, (2009) y Melo *et al.*, (2008).

Para que el huevo se pueda formar se requiere de la interrelación de dos estructuras fundamentales del aparato reproductor de la hembra, estas son el ovario lugar donde se forma la yema y el oviducto lugar donde se elabora la clara y cascarón. El tránsito de la yema al oviducto está definida por la ovulación y éste modificara su tamaño y espesor días antes de la primera ovulación (Sauveur, 2013; citado en Carrera, 2019).

Las hormonas sexuales femeninas (estrógenos y andrógenos) actúan colectivamente en el control del mecanismo del calcio en tres características fundamentales, siendo la absorción intestinal, calcificación y descalcificación del esqueleto y la absorción del fósforo (Hodges, 1969; citado en Chipao, 2014).

La yema de huevo de codorniz pesa entre 4,3 a 4,5 g (Salawu, 2007; citado en Prado, 2016). La yema de huevo consiste en una dispersión de partículas en una fase acuosa, compuesta principalmente por mayor cantidad de proteínas así como también de lípidos y en menor cantidad por carbohidratos y minerales. Posee la mayoría de los lípidos que se encuentran en el huevo (Ver

anexo I), siendo principalmente triglicéridos y fosfolípidos (Cheftel, 1989; citado en Aguiluz *et al.*, 2013).

Se puede decir que la yema de huevo es una de las partes más importante para el embrión, ya que contiene una enorme reserva de nutrientes siendo su principal fuente de alimento (Cumpa, 1999; citado en Chipao, 2014). Lo que la vuelve valiosa en términos nutricionales (Egg institute, 2009; citado en Inca, 2016).

La yema en si fundamentalmente está constituida por lipoproteínas, agua, minerales, grasas y pigmentos sintetizados a nivel de hígado, consecuentemente llevados por el torrente sanguíneo al ovario. En el hígado se fabrican las dos terceras partes de las lipoproteínas gracias a la acción de los estrógenos, creando así la fracción de baja densidad (FBD) dejando el flujo sanguíneo a manera de partículas para ubicarse en el folículo en crecimiento (Anvilla, 2011; citado en Carrera, 2019).

Es importante que los insumos añadidos en la dieta de la codorniz presenten características de calidad, tomando en cuenta que dichos insumos sean capaces de cubrir los requerimientos del ave, obteniendo de tal modo un balance adecuado de cada uno de los nutrientes en la dieta. Cabe resaltar que si queremos una yema de huevo formada adecuadamente es esencial que la dieta contenga niveles adecuados de lípidos, así como también de fósforo y otros elementos.

En la dieta de la codorniz se puede emplear aceites de palma, de colza, de soja, de girasol, grasa de pollo, manteca o mezclas de grasas animales de excelente calidad, debido a que estas aves pueden aprovechar de buena manera estas grasas de origen animal como también de origen vegetal; pero se recomienda en dietas de inicio la utilización de aceites vegetales poliinsaturados como el aceite de soja o aceite de girasol por poseer alta digestibilidad (Lázaro *et al.*, 2005, p.401).

El aceite rojo de palma es rico en lípidos, ayuda a una rápida formación del huevo al estar constituida por una parte de ellos, es así la gran importancia que tiene la inclusión del aceite de palma en la dieta de la codorniz, tanto en su cría y también para conseguir un aumento de la postura (Carrera, 2019, p.1).

Uno de los minerales de gran relevancia para el organismo es el fósforo, este se encuentra con mayor cantidad en los huesos aproximadamente con un 80 % y el resto se reparte en los tejidos blandos y líquidos orgánicos (McDonald *et al.*, 1988; citado en Chipao, 2014). El fósforo es de suma importancia ya que actúa en la formación de la yema de huevo, en el metabolismo celular, en la regulación osmótica, en el equilibrio acido-base de los tejidos y líquidos orgánicos, también

participa en el metabolismo de los aminoácidos y la síntesis proteica e integra parte de la estructura de los ácidos nucleicos que son fundamentales para la transferencia genética (Bondi, 1989 y Church, 1987; citado en Chipao, 2014).

3.4.4. *Peso del albumen (g)*

El peso del albumen del huevo de las codornices fue $6,32 \pm 0,53$ g, y al emplear 20 % de proteína bruta más 0,19 % de aminoácidos sintéticos en la *Coturnix coturnix japonica* durante 120 días en la etapa de postura en 500 aves, criadas bajo el sistema de jaulas en batería en la granja Reina del Quinche en Riobamba-Ecuador registró 5,71 g (Patarón, 2014, p.63); mientras que, al aplicar 0,50 % de harina de algas marinas en la *Coturnix japonica* (codorniz japonesa) en raciones con 20 % PB, 2.900 kcal EM/kg de ración y 3 % Ca, durante 63 días en la etapa de postura, en 320 aves de 26 semanas de edad y criadas bajo un sistema de jaulas en batería en el Laboratorio de Zootecnia y Nutrición Animal de la UENF en Rio de Janeiro-Brasil reportó 6,52 g (Melo *et al.*, 2008: p.317), superior al alcanzado por Patarón, (2014).

En cambio, estos valores son inferiores a los hallados por Moura *et al.*, (2009, p.70) al utilizar 1 % de lisina en raciones con 18 % de proteína bruta en codornices japonesas (*Coturnix japonica*) de la línea Fujikura durante 84 días en 400 aves, en la fase de postura entre los 70 a 154 días de edad (10 - 22 semanas) y criadas bajo el sistema de jaulas en batería (5 pisos) en el Laboratorio de Zootecnia y Nutrición Animal de la UENF en Rio de Janeiro-Brasil registró un peso de albumen de 6,72 g.

El albumen está constituido por cuatro capas; externamente una clara fina luego una clara más gruesa, una fina interna y la chalacífera. El albumen aunque presenta funciones asociadas a la incubación, también cumple un papel fundamental como amortiguador, resguardando de esa manera al embrión cuando el huevo es expuesto a golpes repentinos (Bissoni, 1993; citado en Chipao, 2014).

El albumen o clara es de aspecto gelatinoso rico en proteínas (Ver anexo J) y agua formado en el magno. La cantidad de proteína incorporada al albumen no parece depender de la cantidad de yema, misma que es sintetizada a nivel del hígado. Por lo que muestra que la cantidad de albumen producido es fijo y su relación disminuye cuando el porcentaje de yema incrementa (Moura *et al.*, 2009, p.72).

La albúmina está constituida en su mayoría por agua, debiéndose su densidad a las proteínas que contiene (Buxade, 2015; citado en Carrera, 2019).

La consistencia densa que posee la clara, se vuelve rápidamente más fluida (fluidificación) con el pasar del tiempo, al ser un proceso químico, este avanza velozmente conforme la temperatura se va incrementando. Con el calor el huevo transpira, pierde dióxido de carbono y agua. Para mantener un equilibrio de presiones el huevo incrementa su cámara de aire, esto se logra gracias al ingreso del aire (Chipao, 2014, p.15).

Los factores antinutricionales, de manejo, de sanidad, edad del ave, condiciones ambientales, así como el tiempo de almacenaje del huevo son algunos de los factores que afectan la consistencia del albumen (Pope *et al.*, 1960; citado en Chipao, 2014).

El huevo del ave pierde dióxido de carbono (CO₂) y calidad interna a un ritmo acelerado, debido a que las aves conforme avanzan en edad producen un cascarón más delgado. Si en el alimento se presenta un incremento en la cantidad de fósforo mejorará notablemente la calidad de la clara (Buxade, 1987; citado en Chipao, 2014).

El peso de la clara representa alrededor del 60 % del peso total del huevo. En codornices, al utilizar una fuente de fósforo orgánico no se observó incremento en el peso del huevo, debido a que este no tiene efecto en el peso de la clara (Peralli *et al.*, 2003; citado en Chipao, 2014).

En la etapa inicial (nacimiento a tres semanas) de la codorniz su alimento debe contener un máximo de proteína de 27 % y un mínimo de 25 % de proteína de alto valor biológico, para la etapa de crecimiento (cuatro a cinco semanas) el alimento debe contener 23 % de proteína reduciéndose considerablemente, y por ultimo para la fase de postura y reproducción se las puede mantener con 22 % de proteína (Valdés, 2009; citado en Aguiluz *et al.*, 2013).

Ciertas vitaminas y minerales son importantes, ya que intervienen indudablemente de buena manera en la calidad de la clara, como la vitamina C, el zinc y el cromo. En condiciones de stress y durante periodos de calor es favorable la utilización de vitamina C. Comúnmente esta vitamina es sintetizada en el riñón del ave en proporciones idóneas (Chipao, 2014, p.15).

Es fundamental contar con un buen suministro de minerales en la dieta de los animales, existiendo de tal manera reducción en la producción de huevos y cascarón más delgado si el calcio es deficiente en el alimento; en cambio con relación al fósforo, un alto o bajo nivel de fósforo disponible disminuirá la calidad del cascarón, afectando también a la producción (Harms, 1982; citado en Chipao, 2014).

La baja disponibilidad del fósforo en ingredientes de origen vegetal muestra dos problemas: el primero es que económicamente el fósforo es costoso en una dieta para aves y el segundo es que

en el caso del medio ambiente, una gran concentración del fósforo consumido por el animal es excretado en las heces y la orina del ave, dada su alta indisponibilidad. Estos desechos de los animales se depositan en el suelo y son lavados y drenados por acción del agua de lluvia, contaminándolo todo (Chipao, 2014, p.3).

La harina de huesos, harina de carne y harina de pescado son subproductos de origen animal que poseen una rica fuente en fósforo (Bondi, 1989 y McDonald, 1988; citado en Chipao, 2014). Una de las harinas de subproductos de origen animal que se utiliza comúnmente en América Latina es la harina de hueso, esta posee un 12 % de fósforo y 37 % de calcio, no obstante tiene particularidades poco deseables, polvo fino, desde el punto de vista tecnológico (De Bias, 1991; citado en Chipao, 2014). La harina de hueso puede emplearse en el alimento máximo hasta el 3 %, ya que puede provocar problemas de palatabilidad si su inclusión en la dieta es alta (Keshavarz, 1994; citado en Chipao, 2014).

En el alimento se puede utilizar el carbonato de calcio, generalmente para todas las especies máximo hasta el 3 % como principal fuente de calcio, exceptuando para gallinas en postura que su nivel máximo puede llegar hasta el 9 % (Honorio, 2009; citado en Chipao, 2014).

Otras de las fuentes de calcio más usadas a menudo en el alimento de aves ponedoras es la conchilla y en menor cantidad la harina de algas marinas. La conchilla es una fuente de calcio de elección para las aves, en tanto que la piedra caliza proporciona una fuente de calcio de excelente calidad (Algarea, 1997; citado en Chipao, 2014).

El uso de algas marinas se da debido a que tiene una elevada concentración de calcio disponible, brindándole al cascarón del huevo una mayor solidez (Algarea, 1997; citado en Chipao, 2014). La disponibilidad de calcio de la piedra caliza es semejante a la disponibilidad de calcio de la conchilla, sin embargo esta última es menos saludable y de un tamaño más grueso, liberándose más lentamente (Rostagno *et al.*, 2005; citado en Chipao, 2014).

El desarrollo de infecciones en el aparato reproductor y concretamente en el magno puede afectar notablemente la calidad interna del huevo, esto al reducir la capacidad de síntesis de proteínas de la clara. Las grandes concentraciones de amoníaco generan una reducción en la calidad del albumen. El dióxido de carbono diluido en la clara durante el proceso de formación del huevo se traslada hacia la atmósfera como efecto del gradiente negativo de concentraciones y provoca su fluidificación. La calidad del huevo se reduce después de la puesta del huevo. La reducción de la calidad sucede con mayor velocidad entre los tres o cuatro primeros días de puesta (De Bias, 1991; citado en Chipao, 2014).

3.4.5. *Diámetro longitudinal del huevo (mm)*

El diámetro longitudinal del huevo de las codornices fue $29,73 \pm 4,11$ mm, al utilizar concentrado comercial (MOR) con 20 % de proteína (Ver anexo E y F) en la *Coturnix coturnix japonica* durante 54 días en 160 aves en fase de postura y criadas bajo un sistema de jaulas en batería (artesanal de 4 pisos) en el campo Experimental y de prácticas del departamento de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador en San Vicente-El Salvador registró 24,99 mm (Aguiluz *et al.*, 2013, p.60), mientras que, al aplicar 20 % de proteína bruta más 0,19 % de aminoácidos sintéticos en la *Coturnix coturnix japonica* durante 120 días en etapa de postura en 500 aves, a temperatura del galpón entre 18 - 22°C y criadas bajo un sistema de jaulas en batería en la granja Reina del Quinche en Riobamba-Ecuador reportó 31,79 mm (Patarón, 2014, p.63), superior al alcanzado por Aguiluz *et al.*, (2013). Determinándose que, el tamaño del huevo está influenciado por el tipo de alimentación del ave, especialmente dietas deficientes en lisina. Así, de acuerdo a Quintana (1995; citado en Patarón, 2014) menciona otros factores como las altas temperaturas y presencia de compuestos antinutricionales como el gosispol y nicarbacina presentes en materias primas utilizadas en la elaboración de raciones para codornices de postura.

En cambio, estos valores son menores a los encontrados por Carrera (2019, p.90) al emplear 15 % de aceite rojo de palma en la *Coturnix coturnix japonica* en la etapa de postura (octava semana), criadas bajo el sistema de jaulas en batería (artesanal) y con una temperatura del galpón entre 18 - 24°C, en el galpón de codornices de Laguacoto II en Guaranda-Ecuador registró un diámetro longitudinal del huevo de 32,40 mm.

Los huevos de la codorniz tienen diversas medidas, existiendo de tal modo huevos alargados, grandes, puntiagudos, redondos o tubulares, no obstante su forma más normal es ovoide (García, 2015, p.12). El huevo de estas aves de forma ovoide mide unos 30 mm de longitud (Bayas, 2009; citado en Carrera, 2019).

Como promedio los huevos de la codorniz mide 29,9 mm de longitud (España, 2014; citado en Carrera, 2019). Sin embargo, se afirma que pueden llegar a medir 31,4 mm (Mendizabal, 2005; citado en Carrera, 2019).

Uno de los factores que influye en el tamaño del huevo es la temperatura ambiental, es así que cuando esta es elevada las aves disminuirán el consumo de alimento a causa del calor, recibiendo menor cantidad de nutrientes para formar el huevo, lo que lleva a disminuir el

tamaño del mismo y por el contrario si la temperatura es baja reducirá la postura, no obstante los huevos serán de mayor tamaño (Cumpa, 2009; citado en Rojas, 2017).

3.4.6. Diámetro transversal del huevo (mm)

El diámetro transversal del huevo de las codornices fue $23,87 \pm 3,44$ mm, y al utilizar concentrado comercial (MOR) con 20 % de proteína en la *Coturnix coturnix japonica* durante 54 días en 160 aves en la fase de postura, manejadas bajo un sistema de jaulas en batería (artesanal de 4 pisos) en el campo Experimental y de prácticas del departamento de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador en San Vicente-El Salvador registró 19,915 mm (Aguiluz *et al.*, 2013, p.62). Aparentemente es un parámetro que no presenta importancia en el mercado, puesto que Osorio (2011; citado en Aguiluz *et al.*, 2013) manifiesta que tradicionalmente el huevo es comercializado en bandejas donde se incluyen huevos de diferentes diámetros, los cuales son aceptados por los compradores.

Mientras que, al emplear 15 % de aceite rojo de palma en la dieta de la *Coturnix coturnix japonica* en la etapa de postura (octava semana), criadas bajo el sistema de jaulas en batería (artesanal) y con una temperatura del galpón entre 18 - 24°C en el galpón de codornices de Laguacoto II en Guaranda-Ecuador reportó un diámetro transversal del huevo de 25,60 mm (Carrera, 2019, p.98), superior al alcanzado por Aguiluz *et al.*, (2013).

En cambio, estos valores son menores a los obtenidos por Patarón (2014, p.63) al aplicar 20 % de proteína bruta más 0,19 % de aminoácidos sintéticos en la *Coturnix coturnix japonica* durante 120 días en la etapa de postura en 500 aves, con una temperatura del galpón entre 18 - 22°C y criadas bajo el sistema de jaulas en batería en la granja Reina del Quinche en Riobamba-Ecuador registró un diámetro transversal del huevo de 26,10 mm.

El diámetro transversal del huevo de la codorniz tiene como medida 25 mm (Bayas, 2009; citado en Carrera, 2019).

Según Tapia (2010, p.2), menciona que para tener una excelente producción y que esta sea constante todo el año se debe cubrir las necesidades nutricionales de mantenimiento así como la de producción, ya que la *Coturnix coturnix japonica* es exigente en la calidad del alimento, en el cual requiere especialmente mayor cantidad de proteína sin dejar de lado las necesidades de energía, aminoácidos, vitaminas y minerales.

Los buenos niveles de proteína en la dieta permitirán que el productor tenga buenos ingresos económicos al cubrir los requerimientos del ave, de esa manera evitará pérdidas por baja

postura, enfermedades carenciales y mala nutrición asegurando una buena producción por todo el año (Tapia, 2010, p.2).

Los alimentos concentrados para aves son el resultado de una mezcla final de materias primas idóneas para cubrir las necesidades del animal, de acuerdo a su edad y propósito. Estos alimentos están formados principalmente por subproductos de cereales (maíz, sorgo, soja, trigo y arroz), por melaza de caña, grasa, vitaminas, calcio, fósforo y trazas de minerales. De todos los elementos antes mencionados las principales fuentes de energía son los subproductos de cereales (Bejarano, 2009; citado en Aguiluz *et al.*, 2013).

3.4.7. Grosor de la cáscara (mm)

El grosor de la cáscara del huevo de las codornices fue $0,21 \pm 0,03$ mm. Sin embargo, al aplicar 20 % de grano de soya integral cocida (SIC) en la *Coturnix coturnix japonica* durante 84 días en 250 aves (de 30 a 114 días de edad) criadas bajo un sistema de jaulas en batería (de 5 divisiones) en la granja del Instituto de Producción Agropecuaria, adscrito a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad de los Llanos a una altura de 467 msnm en Villavicencio-Colombia reportó 0,18 mm (Gamboa *et al.*, 2005, p.20). Asumiendo que la inclusión hasta 20 % de SIC no influye en el grosor de la cáscara y consecuentemente este parámetro está relacionado con la temperatura ambiental (realizado en la localidad con temperatura media de 27°C) que influye sobre los procesos metabólicos y la formación de la cáscara, siendo importante una suplementación adecuada de nutrientes necesarios para la deposición de minerales en la cáscara; mientras que, al utilizar 20 % de proteína bruta más 0,19 % de aminoácidos sintéticos en la *Coturnix coturnix japonica* durante 120 días en 500 aves en etapa de postura, criadas bajo el sistema de jaulas en batería, con una temperatura del galpón entre 18 - 22°C y un programa de iluminación de 14 horas (entre natural y artificial) en la granja Reina del Quinche en Riobamba-Ecuador el grosor de la cáscara fue 0,19 mm (Patarón, 2014, p.63), ligeramente superior al alcanzado por Gamboa *et al.*, (2005).

Al emplear 1 % de lisina total en raciones con 18 % de proteína bruta en codornices japonesas (*Coturnix japonica*) de la línea Fujikura durante 84 días en 400 aves en la fase de postura entre los 70 a 154 días de edad (10 - 22 semanas), con un programa de iluminación de 17 horas (natural y artificial) y criadas bajo el sistema de jaulas en batería (5 pisos) en el Laboratorio de Zootecnia y Nutrición Animal de la UENF en Rio de Janeiro-Brasil reportó un grosor de cáscara de 0,237 mm (Moura *et al.*, 2009, p.70), superior al alcanzado por Gamboa *et al.*, (2005) y Patarón, (2014), indicando que la reducción en el grosor de la cáscara está asociada al hecho que las aves producen huevos grandes y con cáscara más fina con el pasar del tiempo, mencionando también

que fisiológicamente el pico de postura de codornices japonesas está entre 16 y 19 semanas de edad, momento en que la producción de huevos está maximizada y el tiempo de permanencia del huevo en el útero (cámara calcífera) disminuye y en consecuencia se reduce la calidad de la cáscara.

Al utilizar 0,50 % de harina de algas marinas en la *Coturnix japonica* (codorniz japonesa) en raciones con 20 % PB, 2.900 kcal EM/kg de ración y 3 % Ca, durante 63 días en la etapa de postura, en 320 aves de 26 semanas de edad, con un programa de iluminación de 17 horas, con una temperatura en el galpón de $26,2 \pm 3,03^{\circ}\text{C}$ con humedad relativa de $85,8 \pm 8,85$ y criadas bajo un sistema de jaulas en batería en condiciones de calor (criadas en época de verano) en el Laboratorio de Zootecnia y Nutrición Animal de la UENF en Rio de Janeiro-Brasil registró un grosor de cáscara de 0,241 mm (Melo *et al.*, 2008: p.317), manifestando que la mayor porosidad y disponibilidad de calcio de la estructura del alga pudo haber ayudado para el aumento en el espesor de la cáscara.

El grosor del cascarón de los huevos de codorniz con membrana puede variar, yendo de 0,191 mm (Kostova *et al.*, 1993; citado en Prado, 2016), hasta 0,219 mm (Gonzales, 1995; citado en Prado, 2016).

El parámetro grosor de la cáscara es de suma importancia para aquellos que se dedican a la producción de huevos, ya que si la cáscara se presenta rota o fisurada ocasionará problemas en la calidad interna del huevo (Barbosa, 2004; citado en Prado, 2016).

Las quebraduras y entre otros defectos en la cáscara, provocan pérdidas a la industria avícola, de tal modo, si llega al consumidor un huevo de baja calidad, ocasiona pérdida de confianza en el producto (Ševčíková, 2003; citado en Inca, 2016).

El proceso de formación del cascarón toma más del 80 % del tiempo que demora la formación total del huevo, de manera que comprende un período extenso, dispuesto a que sufra diferentes causas que alteren su calidad (Arias, 1998; citado en Inca, 2016). La calidad del huevo es afectada por diferentes factores incluyendo el estrés calórico (Café y Jardim Filho, 2003; citado en Melo *et al.*, 2008).

La *Coturnix coturnix japonica* puede tolerar temperaturas de 5°C sobre cero. Pero si la temperatura es superior a 25°C disminuirá la producción reduciendo la calidad del huevo y el tamaño del mismo; disminuirá el consumo de alimento, incrementará el consumo de agua produciendo un exceso de humedad en sus excretas, ocasionando consecuentemente problemas de humedad donde estén alojadas las aves (Mathew y Morales, 2008; citado en Obregón, 2012). Las elevadas temperaturas ambientales influyen sobre los procesos metabólicos inherentes con la

formación del cascarón y en la suplementación idónea de nutrientes requeridos para la deposición de minerales en el cascarón (Murakami *et al.*, 1993; citado en Patarón, 2014).

La variación del fotoperiodo también influye sobre la calidad de la cáscara, tamaño del huevo, inicio de la puesta, eficiencia alimenticia, entre otros (Murgas *et al.*, 2008; citado en González, 2017).

Otros motivos que pueden presentar defectos en la cáscara del huevo son: la edad del ave, insuficiente consumo de calcio, inadecuada granulometría de las fuentes de calcio, niveles bajos de vitamina D3 y aguas con alto contenido de salinidad (Valbuena, 2012; citado en Tafur, 2017).

Las ponedoras al pasar el tiempo y avanzando en edad disminuyen la calidad del huevo, donde la cáscara del huevo se torna más frágil debido a que disminuye su grosor, puesto que aumenta la superficie a cubrir, existiendo también bajas reservas de calcio en el tejido óseo y aumentando de igual forma el número de poros en la cáscara (Pérez, 1974; citado en Aguiluz *et al.*, 2013). Esto se debe a que las aves mientras van envejeciendo disminuyen su capacidad de absorción mineral e incrementan el tamaño del huevo (Keshavarz, 1996; citado en Tafur, 2017). Hay que tomar en cuenta que el esqueleto está formado por minerales basados en fosfato de calcio, mientras que la cáscara por minerales basados en carbonato de calcio (Muller, 1978; citado en Chipao, 2014).

Cuando el ave está en crecimiento esta necesita de suplementos minerales para una buena formación de su esqueleto, así como también para formar el huevo. Los suplementos de calcio que se utilizan a menudo son: harina de conchilla o conchilla aplastada, piedra caliza molida, calcita, harina de huesos, tiza y mármol molido (Berretta, 2007; citado en Aguiluz *et al.*, 2013). Dietas bajas en calcio reducen el grosor del cascarón (Hunton, 2005; citado en Vera, 2017).

El calcio, el fósforo y la vitamina D, son los nutrientes más importantes que influyen en la calidad de la cáscara. La vitamina D tiene como principal función controlar la absorción, transporte y depósito del calcio, el déficit de esta vitamina hará que la cáscara sea más delgada y tenga menor resistencia a las roturas. Por otra parte, niveles adecuados de fósforo en la dieta incrementa la producción de huevos (Keshavarz, 1996; citado en Tafur, 2017).

En la cría de codornices el calcio y fósforo intervienen en expresiva relación en el alimento. La obtención de fuentes alternativas de estos minerales es de suma importancia, ya que además de brindar una opción más para elaborar alimentos también ayuda a solucionar la falta de fuentes de los mismos (Melo *et al.*, 2008: p.314). La *Coturnix coturnix japonica* en crecimiento requiere de 0,80 % de calcio y de 0,30 % de fósforo disponible (NRC, 1994; citado en Fuentes, 2014).

El calcio y fósforo, son exigidos en cantidades idóneas. Un abuso de calcio en relación con el fósforo implicará inconvenientes de falta de zinc o de absorción intestinal y posteriormente una falta de fósforo (Shimada, 1983; citado en Chipao, 2014).

Se sugiere para codornices mantener proporciones de calcio y fósforo de 2,2:1 para la etapa de iniciación, 2,5:1 para la etapa de crecimiento y 9,0:1 para la etapa de postura (North y Bell, 1993; citado en Chipao, 2014). Sin embargo se sugiere de manera general conservar una relación Ca:P disponible alrededor de 2:1 para evitar interacciones y beneficiar tanto el desarrollo como el mantenimiento del tejido óseo (Fuentes, 2014, p.37).

Si el alimento posee un 3,6 % de calcio, que en el alimento de las ponedoras es un nivel normal, lo que sucederá es que, de ese alimento provendrá el 80 % del calcio para la cáscara y el 20 % provendrá de los huesos. Sin embargo, si el alimento posee 1,9 % de calcio, el hueso contribuirá al cascarón de 30 % a 40 % de calcio y si el alimento es carente en este mineral, será el esqueleto quien aporte el calcio como su principal fuente. La producción de huevos y el grosor del cascarón se verán alterados si en el alimento de las ponedoras existe un déficit de calcio (Aitken, 1991; citado en Chipao, 2014).

El calcio se asimila en un 50 % cuando o aunque la cáscara no se esté formando, pero en el proceso de calcificación puede asimilarse hasta el 80 %, necesitando para formar una cáscara entre 2,0 - 2,2 g de calcio, la ingestión de 3,5 - 4,0 g de calcio (Rao y Roland, 1995 y Scott, 1991; citado en Chipao, 2014). Por lo que, el transporte de calcio al útero debe ser eficiente para contribuir a la calidad de la cáscara (Cuca, 2005; citado en Tafur, 2017).

La relación Ca:P, el total de vitamina D3 presente, la presencia de fitatos en ingredientes de origen vegetal, el estado fisiológico y la edad de las aves, son algunas de las diferentes causas que alteran el uso del fósforo y calcio en el organismo del animal (Chipao, 2014, p.8).

Al ser un producto natural y poseer un contenido alto de calcio la harina de algas marinas puede incrementar la resistencia de la cáscara del huevo (Algarea, 1997; citado en Melo *et al.*, 2008).

A causa de su alto contenido de aminoácidos muy digestibles, la harina de soja es una fuente proteica alternativa para elaborar alimento de codornices de cualquier edad. La soja integral es otra alternativa que puede utilizarse como ingrediente en la alimentación de codornices y de aves en general, debido a que su cantidad de proteína es alta y también proporciona aceite de mayor digestibilidad (Lázaro *et al.*, 2005, p.402). El grano de soja posee 3.200 kcal EM/kg de materia seca y 37 % de proteína cruda (Garzón, 1997; citado en Gamboa *et al.*, 2005). El grano de soja

tiene factores antinutricionales los cuales son antitripsínicos, bocigénicos y saponinas entre otros (Gamboa *et al.*, 2005, p.16). Estos factores antinutricionales que posee el grano de soya deben ser quitados por tratamientos térmicos, tostado o cocido (Fialho y Pinto, 1997; citado en Gamboa *et al.*, 2005).

La cría de la *Coturnix coturnix japonica* es un mercado en constante crecimiento. Puede producirse altas pérdidas por la mala calidad de la cáscara del huevo, de ahí que mejorar la calidad total del huevo es de suma importancia, ya que cada vez más ésta industria se está volviendo más competitiva (Pires, 1994; citado en Melo *et al.*, 2008).

CONCLUSIONES

- Las fuentes de proteína que utilizan en la alimentación de codornices son: harina de soya 30,44 %, harina de alfalfa 10,00 %, harina de pescado $6,03 \pm 1,38$ %, harina de sangre 5,00 %, harina de algas marinas 0,50 %, harina de carne 3,00 %, torta de soya $24,60 \pm 10,03$ %, soya integral 18,00 % y grano de soya 20,00 %; y entre las fuentes de energía que se utilizan son: maíz $50,34 \pm 6,99$ %, gluten de maíz 13,44 %, almidón de maíz 1,50 %, afrecho de trigo $5,33 \pm 3,21$ %, salvado de trigo 10,00 %, harinilla de trigo 4,94 %, harina de arroz 20,00 %, aceite de palma $5,84 \pm 6,38$ %, aceite de pescado 3,00 % y aceite de soja $2,96 \pm 0,23$ %.
- El peso de las codornices fue de $191,71 \pm 28,81$ g, valores que van desde 158,64 a 212,08 g, el consumo de alimento fue de $27,07 \pm 1,82$ g/ave/día, la postura que se registra fue de $74,61 \pm 8,36$ %, la masa del huevo fue $9,02 \pm 0,78$ g, finalmente registraron una mortalidad de $2,46 \pm 3,93$ %.
- El peso del huevo de la codorniz fue $11,18 \pm 0,47$ g, la cáscara pesa $1,15 \pm 0,27$ g, la yema registra un peso de $3,43 \pm 0,17$ g, la albúmina pesa $6,32 \pm 0,53$ g, el diámetro longitudinal del huevo fue $29,73 \pm 4,11$ mm, el diámetro transversal del huevo fue $23,87 \pm 3,44$ mm y el grosor de la cáscara fue $0,21 \pm 0,03$ mm.
- A pesar de no existir toda la información de las dietas a base de 10 % de alfarina, 5 % de harina de sangre avícola y 0,50 % de harina de algas marinas, son las dietas que permiten obtener huevos con un peso de 11,74 g, 11,61g y 11,03 g.

RECOMENDACIONES

- Utilizar las fuentes de proteína que tengan alto valor biológico y las fuentes de energía de mejor digestibilidad.
- De acuerdo a los parámetros productivos, se recomienda utilizar 24,5 % de proteína y 2.900 kcal/kg de energía metabolizable, la misma que permite tener 158,64 g de peso del ave, 84,16 % de postura y una masa del huevo de 9,81 g.
- Replicar la utilización de harina de alfalfa en un 10 %, harina de sangre avícola en un 5 % y harina de algas marinas en un 0,50 %, durante la vida productiva de la codorniz, para ratificar la eficiencia del peso de huevo y más indicadores productivos y reproductivos en Ecuador.
- Utilizar alfarina, harina de sangre avícola y harina de algas marinas en la alimentación de codornices en la fase de postura puesto que con ello se logra una producción con pesos de los huevos sobre los 11,00 g.

BIBLIOGRAFÍA

1. **AGUILUZ, Yohanna et al.** “Alimentación de codorniz (*Coturnix coturnix japónica*), en la fase de postura con cuatro concentrados comerciales, Santiago Nonualco 2011” [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria Paracentral, Departamento de Ciencias Agronómicas. San Vicente-El Salvador. 2013. pp. 60-63 [Consulta: 2020-07-06]. Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/3575/1/TESIS%20FINAL.pdf>
2. **ALVAREZ RODRÍGUEZ, Mishel Carolina.** Plan de negocios para la producción y comercialización de carne de codorniz en la ciudad de Quito [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad de las Américas, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Carrera de Negocios Internacionales. Quito-Ecuador. 2015. pp. 1-2 [Consulta: 2020-06-12]. Disponible en: <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/4399/1/UDLA-EC-TINI-2015-35.pdf>
3. **ALIMENCORP.** *Alimencorp* [blog]. 2019. [Consulta: 11 de junio 2020]. Disponible en: www.alimencorp.pe/productos/1-proteika.html
4. **CHIPAO MACHACA, Fanny Rosario.** “Efecto del fosfato dicálcico y harina de huesos sobre la producción y la calidad del huevo de codorniz de dos diferentes edades” [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Zootecnia, Departamento Académico de Nutrición. Lima-Perú. 2014. pp. 3-18 [Consulta: 2020-07-08]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2382>
5. **CABEZAS SALAZAR, Lilian Esthela, & IZA CRUZ, Karina Victoria.** Proyecto de factibilidad para la creación de una microempresa dedicada a la producción y comercialización de huevos de codorniz; ubicada en el distrito metropolitano de Quito [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Administrativas, Carrera de Administración de Empresas. Quito- Ecuador. 2016. pp. 12-14 [Consulta: 2020-06-12]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/10298/1/T-UCE-0003-AE042-2016.pdf>
6. **CARRERA VELOZ, Olga Mariana.** Evaluación del efecto de diferentes dosis del aceite rojo de palma en la dieta alimenticia de codornices en la etapa de cría y postura. [En línea]

- (Trabajo de titulación). (Médico Veterinario Zootecnista) Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Guaranda – Ecuador. 2019. pp. 1-74 [Consulta: 2020-06-11]. Disponible en: <http://www.dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/3044>
7. **CARDENAS, Andryk.** Utilización de proteína de origen animal en dietas para ovinos criollos mejorados, en etapa de engorde. [en línea], 2019. pp. 12-14. [Consulta: 11 de junio 2020]. Disponible en: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/12730>.
 8. **DELGADO SARAVIA, Evelyn Gabriela.** “Efecto de tres niveles de harina de sangre avícola en la dieta sobre el comportamiento productivo de la codorniz (*Coturnix coturnix japonica*) en postura” [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Zootecnia, Departamento Académico de Nutrición. Lima – Perú. 2014. pp. 2-30 [Consulta: 2020-06-01]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2383>
 9. **ESPERANÇA, Osvaldo.** *Manejo de codornices*. [Sitio]. Madrid-España: El Sitio Avícola, 01 julio, 2011. pp. 1-3 [Consulta: 12 junio 2020]. Disponible en: <http://www.elsitioavicola.com/articles/1972/manejo-de-codornices/>
 10. **FLORES, Rubén.** *Crianza de la Codorniz*. 1^{ra} ed. Lima-Perú: Paula, 2000. pp. 141-160.
 11. **FUENTES PEÑA, Johan Francisco.** “Propuesta de manejo de residuos sólidos en la granja avícola de codornices La Escogida” [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional Agraria La Molina, Ciclo Optativo de Especialización y Profesionalización en Gestión de Calidad y Auditoría Ambiental. Lima-Perú. 2014. pp. 37-38 [Consulta: 2020-07-08]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2430>
 12. **GAMBOA, O. et al.** “Efecto de los niveles de grano de soya integral cocido sobre el desempeño zootécnico y la calidad del huevo en codornices (*Coturnix coturnix japonica*)”. Revista Orinoquia [en línea], 2005, (Colombia) 9(2), pp. 15-21. [Consulta: 06 julio 2020]. ISSN 2011-2629. Disponible en: <https://orinoquia.unillanos.edu.co/index.php/orinoquia/article/view/134>
 13. **GARCÍA PÉREZ, Lissete Aurora.** “Estudio de factibilidad financiera para la producción

de huevos de codorniz, en el centro de prácticas Río Verde, Santa Elena” [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Estatal Península de Santa Elena, Facultad de Ciencias Agrarias, Carrera de Ingeniería en Administración de Empresas Agropecuarias y Agronegocios. La Libertad - Ecuador. 2015. pp. 9-19 [Consulta: 2020-06-11]. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/handle/46000/2752>

14. **GALLEGOS ROSADO, Faustino Hans.** “Evaluación de tres programas de alimentación en levante y postura sobre el comportamiento productivo de la codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japonica*)” [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Zootecnia, Departamento Académico de Producción Animal. Lima - Perú. 2015. pp. 2-43 [Consulta: 2020-06-02]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2133/L02-G344-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
15. **GONZÁLEZ PINANJOTA, Milton Fernando.** “Efecto de tres niveles de harina de alfalfa (*Medicago sativa L.*), en la alimentación de codornices (*Coturnix coturnix japonica*), en la fase de postura, Comunidad Luis Freile, Cantón Pedro Moncayo- Pichincha” [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra - Ecuador. 2017. pp. 10-47 [Consulta: 2020-06-02]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/6406>
16. **GARCÍA MOREIRA, Manuel Alfredo.** Influencia de la edad de codornices (*Coturnix coturnix japonica*) reproductoras en fertilidad, incubabilidad, natalidad y características productivas de la progenie [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Nacional Agraria La Molina, Escuela de Posgrado, Maestría en Producción Animal. Lima-Perú. 2018. pp. 23-24 [Consulta: 2020-08-07]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3403>
17. **HEREDIA ENRÍQUEZ, Paola Fernanda, & PROAÑO CUSICAGUA, Adriana Marcela.** Plan de negocios para la creación de una empresa dedicada a la producción y comercialización de huevos de codorniz en la Ciudad de Quito [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ciencias Administrativas, Carrera de Ingeniería Empresarial. Quito- Ecuador. 2009. pp. 6-127 [Consulta: 2020-06-12]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1422>

- 18. INCA MOREANO, Jhonatan Steve.** “Validación de ecuaciones de predicción de la calidad de huevo en gallinas de última fase productiva” [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Nacional Agraria La Molina, Escuela de Posgrado, Maestría en Nutrición. Lima-Perú. 2016. pp. 5-28 [Consulta: 2020-08-08]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2816>
- 19. LÁZARO, R. et al.** “Nutrición y alimentación de avicultura complementaria: codornices”. Avances en nutrición y alimentación animal [en línea], 2005, (España) (21), pp. 369-408. [Consulta: 30 junio 2020]. ISSN 84-609-7773-0. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/producciones_avicolas_alternativas/51-codornices.pdf
- 20. MENDIZÁBAL CARTAGENA, Pablo.** Determinación de la eficiencia de la producción de huevos de codorniz en la altura (Píntag – Ecuador) [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad San Francisco de Quito, Colegio de Agricultura, Alimentos Y Nutrición, Departamento: Agroempresas. Quito- Ecuador. 2005. pp. 10-25 [Consulta: 2020-06-12]. Disponible en: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/190/1/77441.pdf>
- 21. MELO, T. et al.** “Calidad del huevo de codornices utilizando harina de algas marinas y fosfato monoamónico”. Archivos de zootecnia [en línea], 2008, (España) 57(219), pp. 313-319. [Consulta: 29 junio 2020]. ISSN 0004-0592. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/revista?codigo=157>
- 22. MOURA, A. et al.** “Efecto de diferentes niveles dietéticos de lisina total sobre la calidad del huevo de codornices japonesas (*Coturnix japonica*)”. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal [en línea], 2009, (Venezuela) 17(3-4), pp. 67-75. [Consulta: 29 junio 2020]. ISSN 1022-1301. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3670434>
- 23. MENDIETA SUÁREZ, Edison Francisco.** “Efecto de la adición de microorganismos benéficos (*Rhodopseudomonas spp*, *Lactobacillus spp*, *Sacharomyces spp*), en la producción de huevos de codorniz (*Coturnix coturnix japónica*)” [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional De Loja, Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, Carrera de Ingeniería en Producción, Educación y Extensión Agropecuaria. Loja- Ecuador. 2015. pp. 14-15 [Consulta: 2020-06-12]. Disponible en: <http://dspace.unl.edu.ec:9001/jspui/handle/123456789/11260>

- 24. OBREGÓN HEREDIA, Robinson Olger.** “Utilización de diferentes niveles de promotor de crecimiento natural Hibotek en la cría, desarrollo y levante de codornices y su efecto hasta alcanzar el pico de producción” [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Ingeniería Zootécnica. Riobamba-Ecuador. 2012. pp. 3-30 [Consulta: 2020-06-12]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2275>
- 25. PAJUELO TICERAN, María Isabel.** “Comportamiento productivo (fase de postura) de la codorniz (*Coturnix coturnix japónicas*) en Tingo María” [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Facultad de Zootecnia, Departamento Académico de Ciencia Animal. Tingo María-Perú. 2002. pp. 6-51 [Consulta: 2020-07-08]. Disponible en: <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/845>
- 26. PATARÓN ANDINO, Silvia Patricia.** “Dietas con diferentes niveles de proteína más aminoácidos sintéticos en el comportamiento productivo de codornices de postura” [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Ingeniería Zootécnica. Riobamba-Ecuador. 2014. pp. 2-22 [Consulta: 2020-06-12]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3848>.
- 27. PRADO ANTAYHUA, Fernando Andrés.** “Evaluación del Palillo (*Curcuma longa*) sobre la respuesta productiva, estabilidad oxidativa de yema y calidad de huevo de codornices japonesas” [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Zootecnia, Departamento Académico de Nutrición. Lima-Perú. 2016. pp. 9-11 [Consulta: 2020-08-06]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2603>
- 28. RODRÍGUEZ SIANCAS, Werner.** “Evaluación técnica - económica de la producción de la codorniz a pequeña escala” [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Zootecnia, Departamento Académico de Producción Animal. Lima-Perú. 2014. pp. 12-13 [Consulta: 2020-08-08]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2369>
- 29. ROJAS MEDINA, Karla Jullay.** Diferentes niveles de proteína en dietas isoenergéticas de codornices en etapa de postura y su efecto sobre los parámetros productivos [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ciencias

Agropecuarias, Escuela Profesional de Zootecnia. Trujillo-Perú. 2017. pp. 5-22 [Consulta: 2020-06-04]. Disponible en: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/10120>

30. **SALVADOR, Elías.** Evaluación de proteína en la dieta sobre costo de alimentación, respuesta productiva y rentabilidad avícola. [En línea] 2017. pp. 2-3. [Consulta: 09 de junio 2020]. Disponible en: <https://eliasnutri.wordpress.com/>.
31. **SOLLA.** Las codornices. [En línea] 2017. [Consulta: 2020-06-12]. Disponible en: [https://www.solla.com/sites/default/files/productos/secciones/adjuntos/MANUAL CODORNICES SOLLA 2017.pdf](https://www.solla.com/sites/default/files/productos/secciones/adjuntos/MANUAL_CODORNICES_SOLLA_2017.pdf).
32. **SÁNCHEZ, Cristian.** *Crianza y Comercialización de la Codorniz, Coturnicultura*. Lima-Perú: Colección Granja y Negocio, 2004. ISBN 9972-9770-5-6, pp. 9-126.
33. **SALAZAR CUBILLAS, Khaterine Cinthia.** Evaluación del empadre continuo y rotativo con dos sistemas de suministro de alimento en codornices reproductoras [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Zootecnia, Departamento de Producción Animal. Lima – Perú. 2014. pp. 16-17 [Consulta: 2020-08-07]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2370>
34. **TAPIA GARÓFALO, Ximena Alejandra.** “Evaluación económica de diferentes niveles de proteína bruta utilizados en la alimentación para codornices en producción” [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional de Loja, Modalidad de Estudios a Distancia, Carrera de Ingeniería en Administración y Producción Agropecuaria. Loja – Ecuador. 2010. pp. 17-54 [Consulta: 2020-06-04]. Disponible en: <https://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/5533>
35. **TAFUR CULQUI, Lincol Alberto.** “Rendimiento reproductivo de codornices japonesas (*Coturnix coturnix japónica*) de diferentes edades y pesos al inicio del empadre” [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Nacional Agraria La Molina, Escuela de Posgrado, Maestría en Producción Animal. Lima-Perú. 2017. pp. 9-11 [Consulta: 2020-08-08]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3478>
36. **TORRES MEJIA, Nancy Maribel.** “Evaluación de cuatro niveles de harina de subproducto de aves en el alimento de las codornices en postura” [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Zootecnia.

Lima – Perú. 2019. pp. 16-21 [Consulta: 2020-08-07]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3970>

37. **VÁSQUEZ, Rodrigo, & BALLESTEROS, Hugo.** *La cría de codornices (Coturnicultura)*. Bogotá-Colombia: Produmedios, 2007. ISBN 978-958. pp. 29-57.
38. **VILLACIS VIVAR, Liliana Paola, & VIZHCO MINCHALA, Cristóbal Israel.** Evaluación de dos tipos de fitasa sobre la productividad y calidad del huevo en codornices [En línea] (Trabajo de titulación). (Médico Veterinario Zootecnista) Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Cuenca-Ecuador. 2016. pp. 6-20 [Consulta: 2020-07-12]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23619/1/Tesis-Fitasa-Codorniz.pdf>
39. **VERA ÁLVAREZ, Aníbal Arturo.** “Rendimiento productivo de gallinas ponedoras usando harina de banano integral (*Musa paradisiaca*) y manano oligosacáridos” [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Nacional Agraria La Molina, Escuela de Posgrado, Maestría en Producción Animal. Lima-Perú. 2017. pp. 27-28 [Consulta: 2020-08-08]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3449>
40. **VILLANUEVA CÁCEDA, Rosa Iris.** “Efecto de tres niveles de mananoligosacáridos en el comportamiento productivo de la codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japonica* L.) en la etapa final de postura” [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Zootecnia, Departamento Académico de Nutrición. Lima-Perú. 2017. pp. 20-24 [Consulta: 2020-08-08]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2962>

ANEXOS

Anexo A: Recomendaciones de energía y proteína para la *Coturnix coturnix japonica* en postura de acuerdo a distintos investigadores

Autor	EM (kcal/kg)	Proteína bruta (%)
Vohra, (1971)	2.600	20,00
Johri y Vohra, (1977)	2.700	20,00
Yamane <i>et al.</i> , (1979)	3.150	24,50
Schwartz y Allen, (1981)	3.250	17,00 - 20,00
INRA, (1989)	2.800	19,20
Murakami <i>et al.</i> , (1993)	3.000	18,00
NRC, (1994)	2.900	20,00
Leeson y Summers, (1997, 2005)	2.950	18,00 - 20,00
Artoni <i>et al.</i> , (2003)	2.850	24,00
Pinto <i>et al.</i> , (2002)	2.850	22,40 - 23,40
Ribeiro <i>et al.</i> , (2003)	3.000	23,00
Soares <i>et al.</i> , (2003)	2.870	22,00 - 24,00
Shim, (2004)	2.800	20,00
García <i>et al.</i> , (2005)	2.800	18,00 - 20,00

Fuente: Lázaro *et al.*, 2005; citado en Gallegos, 2015.

Realizado por: Rojas, Carlos, 2020.

Anexo B: Recomendaciones de lisina total en dietas para codornices reproductoras japónicas en puesta de acuerdo a distintos investigadores

Autor	EMAn* (kcal/kg)	Proteína bruta (%)	Lys (%)
Allen y Young, (1980)	3.150	>16,00	0,86
INRA, (1989) ¹	2.800	19,20	1,10
Shim y Lee, (1985, 1993)	2.750	16,00	1,00
Larbier y Leclercq, (1994b)	(82,00 kcal/d)	18,00 - 20,00	1,05 - 1,20
NRC, (1994)	2.900	20,00	1,00
Leeson y Summers, (1997, 2005)	2.950	18,00 - 20,00	0,80 - 0,85
Pinto <i>et al.</i> , (2003a)	2.900	19,00	1,00 ²
Pinto <i>et al.</i> , (2003c)	2.900	19,50	1,27 ³
Ribeiro <i>et al.</i> , (2003)	3.000	20,00	1,07
	3.000	23,00	1,15
Shim, (2004)	2.800	20,00	0,90
García <i>et al.</i> , (2005)	2.800	18,00 - 20,00	1,10
Lázaro <i>et al.</i> , (2005)	2.750	20,50	1,10

¹Lys: 1,02% (2.600 kcal EMAn/kg) y 1,18% (3.000 kcal EMAn/kg); ²Recomendación de 0,91 de lys disponible; ³Recomendación de 1,12 de lys disponible; *Energía metabolizable aparente corregida en nitrógeno (EMAn).

Fuente: Lázaro *et al.*, 2005, p.387.

Realizado por: Rojas, Carlos, 2020.

Anexo C: Parámetros productivos de la *Coturnix coturnix japonica* para la etapa de postura de acuerdo a distintos investigadores

Autor	Año	Proteína (%)	EM (Mcal/kg)	Porcentaje de postura (%)	Peso promedio de huevo (g)	Consumo de alimento (g/ave/día)	Conversión alimenticia
Fuertes ¹	1998	20,00	2,90	79,31	11,32	22,83	2,58
Reyes ¹	1998	20,00	2,90	70,30	11,20	22,00	2,84
López ¹	2000	20,80	3,00	83,84	11,35	20,21	2,15
Martínez ¹	2000	20,00	2,90	58,57	10,53	21,92	5,54
Martínez ¹	2000	18,62	2,80	65,58	11,03	22,65	3,11
Remigio ¹	2001	20,00	2,90	76,29	11,34	20,00	3,18
Rosas ¹	2001	20,02	2,90	79,34	10,86	22,71	2,53
Yabar ¹	2002	20,00	2,90	72,50	11,15	23,46	2,81
Chia ³	2002			71,19	11,18	22,11	2,70
Tuesta ¹	2003	20,00	2,90	58,30	11,50	24,60	3,68
Huayra ¹	2004	20,00	2,90	80,85	11,11	24,58	2,34
Loayza ¹	2005	20,00	2,90	78,62	10,82	24,12	2,85
Crispín ³	2006			68,74	11,74	27,14	3,32
Cabrejos ¹	2008	20,00	2,90	65,63	10,89	24,54	3,00
Mamani ¹	2009	20,00	2,90	78,57	11,55	26,00	2,93
Vergara ¹	2011	20,00	2,90	60,44	11,36	25,59	3,82
Tapia ¹	2011	22,46	3,21	64,65	11,55	26,29	3,60
Marchan ²	2012			76,50	12,40	30,80	3,30
Quispe ²	2013			86,00	11,02	23,78	2,53

Fuente: ¹Gallegos, 2015, p.14; ²Prado, 2016, p.11 y ³Delgado, 2014, p.12.

Realizado por: Rojas, Carlos, 2020.

Anexo D: Valor nutricional de programas de alimentación recomendados de acuerdo a distintos investigadores

Contenido nutricional	Programa I ¹		Programa II ²		Programa III ³	
	Levante	Postura	Levante	Postura	Levante	Postura
Proteína total (%)	28,00	22,00	23,00	20,60	20,00	18,00
EM. aves (Mcal/kg)	3,00	2,87	2,80	3,00	2,92	2,95
Lisina (%)	1,50	1,20	1,30	1,18	1,06	1,15
Metionina (%)	0,60	0,58	0,39	0,44	0,35	0,52
Met + Cys (%)	1,10	0,68	0,85	0,84	0,65	0,82
Triptófano (%)	0,25	0,22	0,20	0,22	0,18	0,22
Treonina (%)	1,00	0,78	0,75	0,62	0,70	0,78
Calcio (%)	1,30	3,00	0,85	3,40	0,86	3,10
Fósforo disponible (%)	0,60	0,35	0,42	0,43	0,30	0,45

Fuente: ¹Elaborado con las recomendaciones nutricionales de Leeson y Summers, (1991) para la etapa de levante y de Soares *et al.*, (2003) para la etapa de postura; ²Elaborado con las recomendaciones nutricionales del INRA, (1998) para la alimentación en la etapa de levante y postura; ³Elaborado con las recomendaciones nutricionales de Soares *et al.*, (2003) para las etapa de levante y de Leeson y Summers, (1991) para la etapa de postura; citado en Gallegos, 2015.

Realizado por: Rojas, Carlos, 2020.

Anexo E: Materias primas usadas para elaborar el concentrado Mor para aves en postura

Materia prima	
Harina de maíz amarillo	Carbonato de calcio
Harina de soya	Fosfato dicálcico
Harina de pescado	Sal común
Fuentes de fibra	Melaza
Grasa estabilizada	Premezcla de vitaminas y minerales

Fuente: MOR, 2010; citado en Aguiluz *et al.*, 2013.

Realizado por: Rojas, Carlos, 2020.

Anexo F: Análisis proximal del concentrado Mor para aves en fase de postura

Análisis	Mínimo	Máximo
Humedad (%)		12,00
Proteína (%)	20,00	
Grasa (%)		4,00
Fibra (%)		5,00
Calcio (%)	0,95	
Fósforo total (%)	0,40	0,40
Ceniza (%)		6,00

Fuente: MOR, 2010; citado en Aguiluz *et al.*, 2013.

Realizado por: Rojas, Carlos, 2020.

Anexo G: Materias primas de acuerdo a su aporte nutricional

Energéticas	Proteicas	Minerales
Maíz blanco	Torta de soya	Harina de ostras
Maíz amarillo	Torta de algodón	Harina de huesos al vapor
Salvado de maíz	Torta de ajonjolí	Harina de huesos calcinada
Germen de maíz	Torta de girasol	
Gluten de maíz	Frijol soya	
Harina de maíz	Torta de maní	
Sorgo	Torta de palma	
Arroz paddy	Torta de coco	
Arroz integral	Harina de alfalfa	
Arroz cristal	Harina de pescado	
Harina de arroz	Harina de carne	
Granza de arroz	Harina de subproductos avícolas	
Granza de trigo		
Salvado de trigo		
Mogolla de trigo		
Cebada		
Avena		
Yuca-Harina de yuca		
Melaza		
Azúcar cruda		
Aceite de palma		
Sebo		
Rellenos(cascarilla de soya, pica de arroz, cascarilla de algodón)		

Fuente: Abrams, 1982; citado en Aguiluz *et al.*, 2013.

Realizado por: Rojas, Carlos, 2020.

Anexo H: Estructuras, porcentajes y características del huevo de codorniz

Estructura	Valor	Característica
Cáscara (%)	10,20	Elemento de protección formado por carbonato de calcio, magnesio, citrato sódico y el intercambio gaseoso entre el huevo y el exterior
Albumen (%)	46,10	Rodea totalmente la yema, es transparente, levemente amarillenta y de consistencia gelatinosa; sirve de alimento al embrión.
Yema (%)	42,30	Esfera de color amarillo ubicada en el centro del huevo, menos densa que el albumen, aquí se halla el disco embrionario en donde se desarrolla el embrión.
Membranas (%)	1,40	Separan las estructuras anteriormente señaladas.

Fuente: Marín, 2011; citado en Villacis y Vizhco, 2016.

Realizado por: Rojas, Carlos, 2020.

Anexo I: Composición del huevo de codorniz con respecto a la yema

Componente	Valor
Lípidos (%)	60,00
Fosfolípidos (%)	35,00
Esteroles (%)	5,00 (lectina 11,00 %, aneurina 0,60 %, colessterina 0,80 %)

Fuente: Barbado, 2004; citado en Villacis y Vizhco, 2016.

Realizado por: Rojas, Carlos, 2020.

Anexo J: Composición del huevo de codorniz con respecto a la clara

Componente	Valor
Ovoalbúmina (%)	80,00
Ovomucoide (%)	10,00
Ovomucina (%)	7,00
Ovoglobulina (%)	3,00

Fuente: Barbado, 2004; citado en Villacis y Vizhco, 2016.

Realizado por: Rojas, Carlos, 2020.

Anexo K: Composición y disponibilidad de fósforo de algunas materias primas nutricionales

Materia prima	Fósforo total	Fósforo inorgánico	Fósforo orgánico	Fósforo orgánico fítico	Fósforo orgánico no fítico
Maíz (%)	0,33	0,07	0,26	0,22	0,04
Trigo (%)	0,35	0,07	0,28	0,22	0,06
Cebada (%)	0,39	0,06	0,33	0,24	0,09
Avena (%)	0,36	0,12	0,24	0,19	0,05
Gluten feed (%)	0,92	0,15	0,77	0,64	0,13
Harina de soja (44%) (%)	0,62	0,06	0,56	0,40	0,16
Harina de girasol (32%) (%)	0,88	0,14	0,74	0,26	0,48

Fuente: INRA, 1984; citado en Chipao, 2014.

Realizado por: Rojas, Carlos, 2020.

Anexo L: Requerimientos nutricionales de la codorniz reproductora de acuerdo a distintos investigadores

Nutriente	NRC, (1994)	Leeson y Summers		Shim, (2004)	Lázaro <i>et al.</i> , (2005)	Rostagno, (2011)
		(1997)	(2005)			
EM (Mcal/kg)	2,90	2,95	2,95	2,80	2,75	2,80
Proteína bruta (%)	20,00	20,00	18,00	20,00	20,50	19,94
Lisina (%)	1,00	0,80	0,85	0,90	1,10	1,21
Metionina (%)	0,45	0,53	0,52	0,45	0,45	0,54
Met + Cys (%)	0,70	0,81	0,82	0,80	0,78	0,99
Treonina (%)	0,74	0,82	0,78	1,10	0,74	0,77
Triptófano (%)	0,19	0,22	0,22	0,25	0,22	0,26
Arginina (%)	1,26	0,90		1,25		1,38
Leucina (%)	0,90	1,30		1,00		1,80
Valina (%)	0,92	1,00		1,00		0,93
Calcio (%)	2,50	3,00	3,10	2,50	3,15	3,09
Fósforo disp. (%)	0,35	0,40	0,45	0,30	0,41	0,32
Sodio (%)	0,15	0,18	0,18	0,12	0,17	0,16
Potasio (%)	0,40			0,40	0,60	
Cloro (%)	0,14				0,15	
Magnesio (%)	0,05					

Fuente: Salazar, 2014, p.16.

Realizado por: Rojas, Carlos, 2020.

Anexo M: Requerimientos nutricionales de la *Coturnix coturnix japonica* en la etapa de postura de acuerdo a distintos investigadores

Nutriente	INRA, (1984)	NRC, (1994)	Shim, (1998)
Energía metabolizable (kcal/kg)	2,80	2,90	2,80
Proteína (%)	19,20	20,00	20,00
Arginina (%)		1,26	1,25
Gli – Ser (%)		1,17	1,70
Histidina (%)		0,42	0,42
Isoleucina (%)		0,90	1,00
Leucina (%)		1,42	1,70
Lisina (%)	1,10	1,00	0,90
Metionina (%)	0,41	0,45	0,45
Met – Cys (%)	0,78	0,70	0,80
Fenilalanina (%)		0,78	1,10
Fenil – Tiros (%)		1,40	2,00
Treonina (%)	0,58	0,74	1,10
Triptófano (%)	0,21	0,19	0,25
Valina (%)		0,92	1,00
Ácido Linoleico (%)		1,00	
Macroelementos minerales			
Calcio (%)		2,50	2,50
Cloro (%)		0,14	
Magnesio (mg)		500,00	
Fósforo disponible (%)		0,35	0,30
Potasio (%)		0,40	0,40
Sodio (%)		0,15	0,12
Minerales traza			
Cobre (mg)		5,00	5,00
Yodo (mg)		0,30	
Hierro (mg)		60,00	120,00
Manganeso (mg)		60,00	80,00
Selenio (mg)		0,05	0,10
Zinc (mg)		50,00	75,00
Vitaminas liposolubles			
A (IU)		3.300,00	
D3 (ICU)		900,00	
E (IU)		25,00	
K (mg)		1,00	
Vitaminas hidrosolubles			
B12 (mg)		0,003	
Biotina (mg)		0,15	
Colina (mg)		1.500,00	
Niacina (mg)		20,00	
Ácido Pantoténico (mg)		15,00	
Riboflavina (mg)		4,00	
Tiamina (mg)		2,00	

Fuente: Torres, 2019, pp.20-21.

Realizado por: Rojas, Carlos, 2020.

Anexo N: Composición nutricional de alimentos proteicos y energéticos utilizados en la alimentación de la *Coturnix coturnix japonica* en la fase de postura

Materia prima	Autor	Cant. (%)	Proteína (%)	Aporte proteína (%)	EM (kcal/kg)	Aporte EM (kcal/kg)	Lys (%)	Aporte Lys (%)	M+C (%)	Aporte M+C (%)	Trp (%)	Aporte Trp (%)	Ca (%)	Aporte Ca (%)	P (%)	Aporte P (%)
Hna. soya	1	30,44	44,00	13,39	2.825	859,93	2,90	0,88	1,32	0,40	0,70	0,21	0,25	0,08	0,60	0,18
Hna. alfalfa	4	10,00	20,00	2,00	2.029	202,90	0,87	0,09	0,50	0,05	0,46	0,05	1,50	0,15	0,27	0,03
Hna. pescado	4	5,05	70,00	3,54	2.900	146,45	3,90	0,20	1,90	0,10	0,71	0,04	5,00	0,25	2,50	0,13
Hna. pescado	6	7,00	70,00	4,90	2.900	203,00	3,90	0,27	1,90	0,13	0,71	0,05	5,00	0,35	2,50	0,18
Hna. sangre	5	5,00	86,76	4,34	3.400	170,00	6,90	0,35	2,00	0,10	1,33	0,07	0,26	0,01	0,22	0,01
Hna. algas marinas	9	0,50	1,58	0,01	24,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	32,50	0,16	0,03	1,5E-04
Hna. carne	10	3,00	55,00	1,65	2.540	76,20	3,00	0,09	1,43	0,04	0,35	0,01	7,60	0,23	4,00	0,12
Torta soya	3	37,00	46,00	17,02	2.330	862,10	2,81	1,04	1,28	0,47	0,62	0,23	0,29	0,11	0,59	0,22
Torta soya	4	21,03	46,00	9,67	2.330	490,00	2,81	0,59	1,28	0,27	0,62	0,13	0,29	0,06	0,59	0,12
Torta soya	5	21,86	46,00	10,06	2.330	509,34	2,81	0,61	1,28	0,28	0,62	0,14	0,29	0,06	0,59	0,13
Torta soya	6	27,12	46,00	12,48	2.330	631,90	2,81	0,76	1,28	0,35	0,62	0,17	0,29	0,08	0,59	0,16
Torta soya	7	33,80	46,00	15,55	2.330	787,54	2,81	0,95	1,28	0,43	0,62	0,21	0,29	0,10	0,59	0,20
Torta soya	8	10,19	46,00	4,69	2.330	237,43	2,81	0,29	1,28	0,13	0,62	0,06	0,29	0,03	0,59	0,06
Torta soya	9	33,53	46,00	15,42	2.330	781,25	2,81	0,94	1,28	0,43	0,62	0,21	0,29	0,10	0,59	0,20
Torta soya	10	12,28	46,00	5,65	2.330	286,12	2,81	0,35	1,28	0,16	0,62	0,08	0,29	0,04	0,59	0,07
Soya integral	7	18,00	39,90	7,18	2.580	464,40	2,57	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	0,05	0,64	0,12
Grano de soya	10	20,00	38,00	7,60	3.300	660,00	2,40	0,48	1,08	0,22	0,52	0,10	0,25	0,05	0,59	0,12
Maíz	1	58,62	7,30	4,28	3.250	1.905,15	0,22	0,13	0,31	0,18	0,06	0,04	0,03	0,02	0,25	0,15
Maíz	3	48,00	7,30	3,50	3.250	1.560,00	0,22	0,11	0,31	0,15	0,06	0,03	0,03	0,01	0,25	0,12
Maíz	4	50,47	7,30	3,68	3.250	1.640,28	0,22	0,11	0,31	0,16	0,06	0,03	0,03	0,02	0,25	0,13
Maíz	5	54,67	7,30	3,99	3.250	1.776,78	0,22	0,12	0,31	0,17	0,06	0,03	0,03	0,02	0,25	0,14

Continuación...

Maíz	6	50,46	7,30	3,68	3.250	1.639,95	0,22	0,11	0,31	0,16	0,06	0,03	0,03	0,02	0,25	0,13
Maíz	7	36,76	7,30	2,68	3.250	1.194,70	0,22	0,08	0,31	0,11	0,06	0,02	0,03	0,01	0,25	0,09
Maíz	8	56,86	7,30	4,15	3.250	1.847,95	0,22	0,13	0,31	0,18	0,06	0,03	0,03	0,02	0,25	0,14
Maíz	9	54,32	7,30	3,97	3.250	1.765,40	0,22	0,12	0,31	0,17	0,06	0,03	0,03	0,02	0,25	0,14
Maíz	10	42,89	7,30	3,13	3.250	1.393,93	0,22	0,09	0,31	0,13	0,06	0,03	0,03	0,01	0,25	0,11
Gluten de maíz	8	13,44	60,00	8,06	3.610	485,18	1,02	0,14	2,58	0,35	0,34	0,05	0,03	0,004	0,44	0,06
Almidón de maíz	8	1,50	0,35	0,01	372,12	5,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Afrecho de trigo	1	2,00	14,80	0,30	2.320	46,40	0,43	0,01	0,50	0,01	0,30	0,01	0,14	0,003	1,17	0,02
Afrecho de trigo	3	5,57	14,80	0,82	2.320	129,22	0,43	0,02	0,50	0,03	0,30	0,02	0,14	0,01	1,17	0,07
Afrecho de trigo	4	8,41	14,80	1,24	2.320	195,11	0,43	0,04	0,50	0,04	0,30	0,03	0,14	0,01	1,17	0,10
Salvado de trigo	8	10,00	15,40	1,54	1.640	164,00	0,61	0,06	0,55	0,06	0,22	0,02	0,14	0,01	1,00	0,10
Harinilla de trigo	5	4,94	15,00	0,74	1.928	95,24	0,50	0,02	0,35	0,02	0,17	0,01	0,15	0,01	0,10	0,005
Hna. de arroz	10	20,00	5,95	1,19	2.366	473,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,02	0,98	0,20
Aceite palma	1	0,68	0,00	0,00	8.400	57,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aceite palma	3	2,48	0,00	0,00	8.400	208,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aceite palma	6	5,20	0,00	0,00	8.400	436,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aceite palma	2	15,00	0,00	0,00	8.400	1260,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aceite pescado	5	3,00	0,00	0,00	8.900	267,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aceite de soja	7	2,80	0,00	0,00	8.750	245,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aceite de soja	9	3,12	0,00	0,00	8.750	273,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

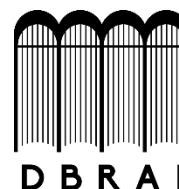
Fuente: Modificado de ¹Patarón, (2014); ²Carrera, (2019); ³Tapia, (2010); ⁴González, (2017); ⁵Delgado, (2014); ⁶Gallegos, (2015); ⁷Rojas, (2017); ⁸Moura *et al.*, (2009); ⁹Melo *et al.*, (2008) y ¹⁰Gamboa *et al.*, (2005).

Realizado por: Rojas, Carlos, 2020.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO

DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS
PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACIÓN



UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 26 / 11 /2020

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Carlos Eduardo Rojas Tixe
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias Pecuarias
Carrera: Ingeniería Zootécnica
Título a optar: Ingeniero Zootecnista
f. Analista de Biblioteca responsable: Lic. Luis Caminos Vargas Mgs.



Firmado electrónicamente por:
**LUIS ALBERTO
CAMINOS
VARGAS**



0351-DBRAI-UPT-2020