

Efecto de la adición de minerales en la alimentación sobre variables productivas de codornices en fase de postura, granja Barcelona del municipio de Villavicencio - Meta

Claudia Bibiana Díaz

Asesor

Litsy Luciene Gutiérrez Castro

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA

Programa de Zootecnia

2023

Litsy Luciene Gutiérrez Castro

Jurado

Jurado

Dedicatoria

Dedico este trabajo de grado primeramente a Dios, a mi esposo Edison Pulido, a mis hijos Samuel Derek y Nicolas Habid Pulido Díaz, por su esfuerzo, sacrificio, comprensión, amor y apoyo incondicional que me brindaron durante este tiempo, a mi señora suegra por estar siempre presta para ayudar y atender a mis hijos, familiares y amigos por su apoyo incondicional y su comprensión durante el tiempo ausente por compromisos académicos y por influir para lograr este objetivo.

Agradecimientos

Expreso mis agradecimientos a todas las personas que me ayudaron a que este proyecto fuera posible especialmente:

A la tutora Litsy Gutiérrez por permitirme ser parte de este proyecto y ser mi directora de trabajo.

Al doctor José Sael Pedraza Arias, por su gestión para el uso de las instalaciones y animales, así como su apoyo para el desarrollo del trabajo en el sistema productivo de la granja Barcelona de la Unillanos.

Resumen

El proyecto se llevó a cabo en la unidad de producción de codornices de la granja Barcelona, Universidad de los Llanos, con el acompañamiento del profesional encargado de la dirección general de unidades productivas y la tutora de la ECAPMA. El proyecto se realizó con 240 codornices de la línea Coturnix Japónica, divididas en dos grupos etarios (aves de 6 y 8 meses), se implementaron 8 tratamientos (T), con adición de minerales (carbonato de calcio y fosfato monocálcico) y sin adición de minerales, utilizando un diseño de bloques completos al azar, teniendo una factorial de 2*2 con tres repeticiones por tratamiento; cada repetición de 10 aves por unidad experimental, estimándose el suministró en 1% de minerales por cada kilogramo de concentrado.

El objeto de este proyecto fue identificar y comprobar el efecto de la adición de minerales en la alimentación sobre los parámetros zootécnicos de producción y calidad de huevo en codornices, durante la fase intermedia y final de postura; como posible estrategia nutricional que permita definir las posibles ventajas del uso de minerales como suplemento a la dieta con alimento balanceado comercial (concentrado) suministrado tradicionalmente en la producción de codornices y reconocer si puede favorecer las condiciones metabólicas de aves en condiciones de clima cálido -tropical.

De forma general los resultados obtenidos no arrojaron resultados significativos sobre las variables productivas de codornices en fase postura, sin embargo, para el bloque de aves con 32 semanas de edad el mayor número de huevos/día lo reportó el T4 con 6,8 huevos, y la mejor repuesta en el peso de huevo lo obtuvo el T3 con 12,36 g, y el mayor en el espesor de la cáscara de huevo de codorniz la reportó al suministrar T4 con 0,22 mm. Por otro lado, para el bloque de aves con 24 semanas, el mayor número de huevos/día lo reportó al suministrar el T6 con 8,1

huevos, en cambio T7 presento la mejor repuesta en el peso de huevo con un promedio de 11,58 g y T5 el mayor en el espesor de la cáscara de huevo con 0,24 mm. Se concluye que, aunque no se evidencia una necesidad explicita de suplementos o aditivos que contrarrestan los efectos del calor; si permite considerar la inclusión de estos minerales para contribuir a cubrir las necesidades de calcio y fósforo en la dieta de codornices en condiciones de clima cálido-tropical, que contribuyan a mejorar la calidad del huevo producido y conservar la producción en aves de más de 40 semanas de edad.

Palabras clave: Suplementación, alimentación animal, parámetros productivos.

Abstract

This project was done in the unit of quails' production at the Barcelona farm, Universidad de los Llanos. This had the support of the professional in charge of the productive units and the ECAPMA tutor. This project was carried out with 240 quails that belong to Japanese quail. These birds were divided into two age groups (birds between 6 and 8 months-old), 8 treatments were implemented. Some of them were added minerals (Calcium carbonate and Monocalcium phosphate), whereas others did not add. This happened by using a whole block design randomly, taking into account a 2 X 2 factorial design with 3 repetitions per treatment. Every repetition of 10 birds per experimental unit which their supply was estimated in 1% of minerals per each kilogram of concentrate.

The objective of this project was to identify and to confirm the addition of mineral effects on the bird feeding with regards to zootechnical parameters of production and quality of quail eggs. During the intermediate and final phase of egg laying, as possible, a nutritional strategy that allows us to define possible advantages of the minerals used as a supplement to the diet with balanced and commercial food (concentrate) provided traditionally in the quails' production from tropical climate.

In general terms, the results collected did not generate a meaningful outcome about quail's productive variable in egg laying. However, the group of birds, which was 32-month-old, reported to have the biggest number of eggs laid per day, being T4 that produced 6,8 eggs. T3 obtained the best response with regards to egg weight which was 12,36 g. The highest quail eggshell bulk was found in T4 whose diameter was 0,22 mm. On the other hand, T6 was shown to have the biggest egg laying in the 24-month-old bird group. Whereas T7 had a better response in the egg weight with an average of 11,58 g, and T5 had the biggest eggshell bulk with 0,24 mm

in diameter. This study concluded that despite the fact that there is no evidence that supplements and additives are explicitly needed to counteract the heat effects, this leads to consider the inclusion of these minerals to satisfy Calcium and Phosphorus in the quails' diet in tropical climates, which helps to improve the egg-laid quality and preserve the production in 40-month-old birds.

Keywords: Supplementation, animal feeding, productive parameters.

Tabla de Contenido

Introducción	13
Justificación	15
Objetivos	16
Objetivo General	16
Objetivos Específicos	16
Marco referencial	17
Coturnicultura.....	17
Coturnix Coturnix japónica.....	17
Morfología, anatomía y fisiología de la codorniz	19
Características Fenotípicas de la codorniz	21
Características	22
Anatomía y fisiología externa	23
Formación del Huevo	26
Nutrición y alimentación de la codorniz	30
Minerales en la dieta	33
Enfermedades	35
Parámetros Zootécnicos	36
Morfología del huevo	39
Materiales y Métodos Utilizados	43
Análisis y Discusión de Resultados	49
Conclusiones	58

Recomendaciones	59
Referencias Bibliográficas	60

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Clasificación Taxonómica</i>	18
Tabla 2. <i>Características fenotípicas de la codorniz</i>	19
Tabla 3. <i>Diferenciación sexual de la codorniz</i>	22
Tabla 4. <i>Requerimientos nutricionales de codornices</i>	31
Tabla 5. <i>Requerimientos dietarios para la etapa de producción</i>	32
Tabla 6. <i>Parámetros productivos en codorniz según la línea</i>	37
Tabla 7. <i>Estructuración del huevo de codorniz</i>	40
Tabla 8. <i>Composición nutricional y estructura del huevo de codorniz</i>	41
Tabla 9. <i>Efecto de los minerales sobre las variables de producción</i>	51
Tabla 10. <i>Efecto de los minerales sobre la variable calidad externa del huevo</i>	52
Tabla 11. <i>Costo de producción aves de 24 semanas</i>	56
Tabla 12. <i>Costos de producción aves de 32 semanas</i>	57

Lista de figuras

Figura 1. <i>Sexaje cloacal</i>	20
Figura 2. <i>Hembra y Macho de codorniz</i>	21
Figura 3. <i>Sexaje del macho y la hembra de codorniz adulta</i>	22
Figura 4. <i>Anatomía externa de la codorniz</i>	24
Figura 5. <i>Representación de las etapas de producción del huevo</i>	28
Figura 6. <i>Curva de producción según la edad (días)</i>	38
Figura 7. <i>Instalaciones y manejo</i>	44
Figura 8. <i>Alistamientos y preparación de tratamientos</i>	45
Figura 9. <i>Pesaje de huevos</i>	47
Figura 10. <i>Determinación de diámetro del huevo</i>	48
Figura 11. <i>Determinación dureza del huevo</i>	48
Figura 12. <i>Curva de producción según la edad (días)</i>	50

Introducción

La cría de codornices o coturnicultura es una rama de la avicultura cuya finalidad es la de criar, mejorar y fomentar la producción de codornices para aprovechar sus productos: huevos, carne, codornaza, entre otros (Vásquez & Ballesteros, 2007).

La coturnicultura en Colombia ha venido creciendo escalonadamente en los últimos años, caracterizándose por identificarse con un gran potencial en relación a la comercialización del huevo, no solo en Colombia sino también en países como Brasil, China entre otros. La comercialización del huevo y carne en canal también tienen un futuro prometedor. En Colombia existen alrededor de 1.500 granjas que producen 1.277 huevos al año, los cuales son comercializados principalmente de forma regional (Zuluaga, 2018).

Estudios realizados indican que en Colombia se consumen 27 mil huevos de codorniz al año (Cardona, 2018). En el departamento del Meta se ha venido incrementando la coturnicultura, con la finalidad de criar y mejorar la producción de codornices para lograr obtener beneficio de los productos obtenidos en la producción, como lo es el huevo, la carne y la codornaza; en la cual los pequeños y medianos productores realizan la comercialización de huevo local y regionalmente, gracias a la demanda del mismo (Ballesteros & Vásquez, 2018).

Los minerales tienen diferentes efectos sobre el metabolismo y la fisiología de los animales, es por eso que pueden perturbar el equilibrio eléctrico y seguidamente el equilibrio ácido-base, lo cual se verá reflejado en alteración del desempeño zootécnico del animal. Las aves en ambientes normales, en el proceso de formación de cáscara del huevo inducen una acidosis renal asociada a la reabsorción total de bicarbonato filtrado; a la vez, la secreción de la cáscara provoca una acidosis metabólica ya que la formación de carbonato de calcio insoluble implica la liberación de iones hidrógeno, lo cual es contrarrestado por el sistema tampón de bicarbonato del

fluido uterino. Por otro lado, las aves en condiciones de estrés calórico, presentan aumento de la tasa respiratoria, que permite disipar calor por evaporación y conlleva a una reducción de la $p\text{CO}_2$ sanguínea y la concentración de H^+ ocasionando entonces un estado de alcalosis respiratoria (Betancourt y Romero, 2002). Así, estas variaciones en el organismo animal se ven acompañadas por descensos en la tasa de crecimiento y baja en la calidad de la cáscara en las ponedoras (Betancourt y Romero, 2002).

Álvarez (2019) menciona que los disturbios en el equilibrio ácido- base pueden afectar la productividad de aves en relación al consumo de alimento, producción de huevos, tasa de crecimiento, calidad de la cáscara del huevo y problema de patas, pero si implementa la adición de fosfato de sodio, en el alimento balanceado como regulador del balance electrolítico en la dieta de aves de postura, mejora el porcentaje de producción de huevos.

En aves como son las codornices, Sanabria y Soler (2016), concluyen que “realizar un equilibrio de electrolitos en las proporciones adecuadas al ser suplementadas en la dieta de aves en fase de postura cuando son sometidas a estrés térmico pueden verse reflejado benéficamente en parámetros zootécnicos”. Por otra parte, Hurtado et al (2017) encontraron que “la adición de electrolitos mantiene las variables productivas, logrando disminuir los posibles efectos en la producción de huevo por factores medioambientales”.

Justificación

La eficiencia productiva en aves de postura se ha determinado a lo largo de los años, gracias al desarrollo e implementación de programas de selección genética, lo que ha permitido generar mejoras consistentes en el tiempo de producción, eficiencia productiva en ganancia de peso y conversión alimenticia, sin embargo estas características se puede obtener si se dispone de condiciones de manejo idóneas en temperatura y humedad relativa durante el proceso de crianza, así como la oferta de dietas con un adecuado aporte de nutrientes, garantizando el bienestar en las aves de postura (Chávez, 2015). Sin embargo, el estrés por calor en ponedoras es frecuente en zonas cálidas como el departamento del Meta, lo cual genera efectos negativos en los porcentajes de producción y la calidad de huevo, no solo en gallinas sino también en codornices, esta última considerado como un sistema productivo en crecimiento que refleja una alta necesidad en el número de huevos producidos por ave y la calidad de la cáscara, lo cual puede verse afectado en aves sometidas a estrés térmico, por estar alojadas en regiones de clima tropical y que pueden desencadenar procesos metabólicos de alcalosis respiratoria que afectan la deposición de calcio en la superficie del huevo y por ende su postura (Chávez, 2015).

Por lo expuesto anteriormente, surge la importancia de proporcionar un balance ácido-básico y la formulación de dietas acorde a las necesidades de las codornices en postura que permita mitigar los efectos generados por desbalance de minerales en la dieta.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar el efecto de la adición de minerales en el alimento, sobre las variables productivas de codornices en fase postura, de la granja Barcelona en el municipio de Villavicencio departamento del Meta.

Objetivos Específicos

Reconocer los efectos de la adición de Carbonato de calcio y Fosfato monocálcico en el alimento, sobre producción y calidad de huevo de codornices.

Determinar la importancia del balance de minerales sobre el bienestar animal y los parámetros productivos de codornices en fase de postura.

Estimar la relación beneficio-costos del suplemento con minerales en la respuesta productiva de producción y calidad de huevo en codorniz japónica.

Marco referencial

Coturnicultura

La coturnicultura es definida como el arte de criar y promover la producción de codornices para la utilización de sus productos, entre los cuales se encuentran: la producción de carne (en pie, canal, congelada, encurtida), producción de huevo (lío-filizado, fértil, para consumo, encurtido), y el aprovechamiento de derivados del proceso productivo (plumas y excrementos, o codornaza). La codorniz es muy valorada por la calidad y composición nutricional de sus huevos, ya que tienen bajo contenido de colesterol y alto contenido proteico, siendo por estas características muy recomendado para la alimentación de niños y ancianos; por otra parte, tienen un sabor que los diferencia del de gallina y son muy utilizados en diferentes tipos de comidas rápidas y gourmet. Además del huevo, su carne es apetecida por poseer características organolépticas muy valoradas por el consumidor, como son su textura suave, jugosa y tierna. En algunos países de Suramérica la coturnicultura está en auge por presentar condiciones climatológicas favorables para su cría, como es el caso de Colombia, Venezuela, Brasil, Argentina y México (Vásquez & Ballesteros, 2007).

La explotación de estas aves es un sector creciente, ya que se exhibe como una alternativa de producción de especies menores con buenos beneficios y que exige bajos costos. Asimismo, es una producción que no requiere de gran trabajo, ni manejo y a pesar de ello es considerada una producción rentable (Vásquez, 2007).

Coturnix Coturnix japónica

Los avances genéticos, han permitido que la línea de codorniz *Coturnix Coturnix Japónica*, reúna características apropiadas para la producción y explotación de huevos, su capacidad de producción se estima en 1.5 huevos diarios; de igual manera se ha identificado que

para que sus características se desarrollen, se debe proporcionar condiciones y alimento adecuado para que el ave esté en un estado de confort. Estas aves se utilizan para la producción de huevo, y su baja susceptibilidad a enfermedades es dado a su mejoramiento genético (Vásquez, 2007).

Tabla 1.

Clasificación Taxonómica

Reino:	Animal
Filo:	Chordata
Clase:	Ave
Orden:	Galliniformes
Familia:	Phasianidae
Género:	Coturnix
Especie:	C. coturnix
Nombre científico:	<i>Coturnix japonica</i>
Nombre común:	Codorniz

Nota. Codorniz común *Coturnix coturnix*, información taxonómica. Fuente Linnaeus, (1758).

Clasificación de la codorniz

El nombre común codorniz proviene de dos grupos de aves que pertenecen a la familia del faisán, del cual es el grupo de codornices americanas o colines, que son aves pequeñas. Hace parte de las ocho especies vivientes que conforman el género *Coturnix*. Se han descrito cuatro subespecies de codorniz común: *Coturnix coturnix coturnix*, *Coturnix coturnix africana*, *Coturnix coturnix confisa* y *Coturnix coturnix erlangeri* (Sánchez, 2004).

La *Coturnix coturnix coturnix*, es una codorniz salvaje la cual anida en Europa y Asia,

emigran en invierno a África, Arabia e India y la cual es destinada a la producción de carne por su peso corporal (Lucotte, 1985). Por otro lado, la *Coturnix coturnix japónica*, es una codorniz japonesa la cual anida en la isla de Sakhaline y en el archipiélago de Japón, emigran a Siam, Indochina y Taiwán. Esta codorniz para el XIX se incorporó en Europa y Estados Unidos para la investigación, del cual comenzó a tomar mucha importancia en la industria avícola. Esta ave es destinada a la producción de huevos, es un ave con una tasa alta de conversión del alimento, precoz y prolífica, en la producción por su alta productividad y conversión alimenticia. Es un ave que se adapta fácilmente a variables del medio ambiente (Pérez, 1973).

Morfología, anatomía y fisiología de la codorniz

Morfología

La codorniz es un ave pequeña doméstica, de cuerpo redondo. Existen diferencias entre la hembra y el macho, (Oriol, 1990) las cuales son:

Tabla 2.

Características fenotípicas de la codorniz

Morfología	Plumaje	Canto	Peso y volumen
Macho	Color blanco, amarillo o rojizo, del cual se ve una tonalidad de algunas plumas color pardo. El pecho es totalmente rojizo.	Tienen un canto melodioso y delicado, es muy similar a un pito.	Puede alcanzar un peso de 165 g, es más grande que el macho.
Hembra	Color amarillento con gris, con unas pequeñas manchas más oscuras. Su pecho está cubierto con pintas negras.	Es trisilábico muy similar al pa-pal-la, es fuerte y claro.	Puede alcanzar un peso de 120 g, es más pequeño que la hembra.

Nota. Características fenotípicas del macho y la hembra. Fuente Oriol (1990).

Dimorfismo sexual

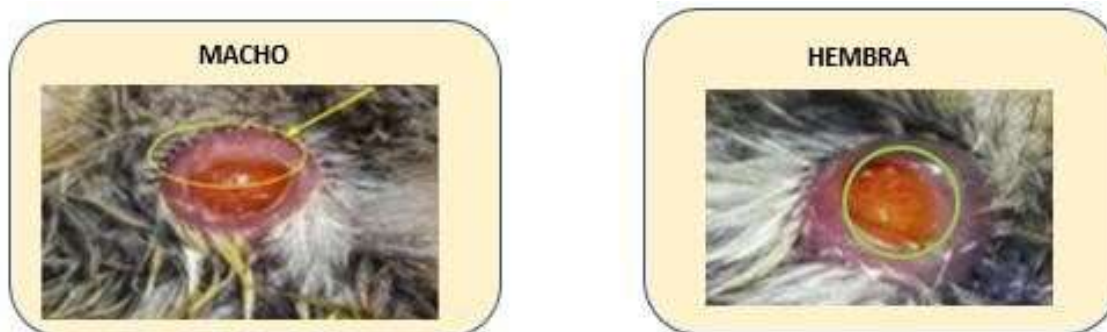
Conjunto diferencial de la morfología y fisiológica lo cual caracterizan y diferencian a un individuo del sexo de su misma especie.

La codorniz presenta dimorfismo sexual, la cual se evidencia en las diferencias fenotípicas que se presentan entre la hembra y el macho. La diferenciación sexual se realiza en 3 fases características morfológicas de la especie.

Fase 1 (al nacer): se pueden diferenciar por medio del sexaje cloacal, el cual se realiza con ayuda de una lupa, y se permite la observación de un pequeño abultamiento del macho en la pared cloacal y en la hembra las paredes tienen un aspecto liso, como se observan en la imagen a continuación.

Figura 1.

Sexaje cloacal



Fuente: Tomado y adaptado de Guía para la producción de codornices y sus derivados.

Grimaldos, P.D. 2020.

Fase 2 (a los 17 días): en esta fase la codorniz expresa sus características fenotípicas de la diferenciación sexual, como se evidencia en la imagen 1, de igual forma el margen de error es el 15% (Vásquez, 2007).

Fase 3 (a los 21 días): a la tercera semana de vida, la codorniz manifiesta la totalidad de

sus características fenotípicas, las cuales permiten identificar y diferenciar la hembra del macho, con un 99% de confiabilidad con el sexado. Cómo se evidencia en la figura 2 y se describen en la tabla 2.

Características Fenotípicas de la codorniz

En el macho se logra evidenciar que el plumaje que va desde el cuello hasta el pecho es color rojizo o marrón claro. En la hembra se logra evidenciar que el plumaje es de color cremoso y con pintas negras.

Figura 2.

Hembra y Macho de codorniz



Fuente: Tomado y adaptado de Guía para la producción de codornices y sus derivados (Fotografía). Grimaldos, P.D. 2020.

Tabla 3.*Diferenciación sexual de la codorniz*

Características	Hembra	Macho
Base del pico	Claro	Oscuro-negro
Plumas del pecho	Marrón claro moteado con manchas oscuras	Marrón claro sin moteado
Barbilla	Beige	Canela
Adultos	Cloaca longitudinal	Papilla genital

Fuente: Tomado y adaptado de Ballesteros et al, (2008).

Madurez sexual

Macho: Logran la madurez entre las 5 y 6 semanas, es decir de los 35 a los 42 días de vida.

Hembra: Inicia la postura entre los 40 a los 45 días de vida.

De igual manera, desde la sexta semana se evidencia las características del canto, la competencia por el alimento, el espacio y dominancia. En el macho también se puede evidenciar escasez de plumaje y abultamiento en la superficie de la cloaca; al momento en que se ejerce presión sobre la misma se evidencia la salida de espuma blanca que es semen, y lo cual nos indica la actividad testicular (Vásquez, 2007), como se evidencia en la imagen 3.

Figura 3.

Sexaje del macho y la hembra de codorniz adulta



Fuente: Granja Barcelona. Autoría Propia, 2021.

Anatomía y fisiología externa

El cuerpo de la codorniz está dividido en tres partes las cuales son la cabeza, tronco y extremidades (Bisson, 1996).

Cabeza: La cabeza de la hembra es esbelta y estilizada, tienen una gran habilidad en el cuello y recorren dos líneas amarillas que finalizan en la base del pico. Lateralmente tienen los ojos de color café oscuro y su pupila es de color negro. Posee unos párpados potentes los cuales cuentan con una membrana nictitante desarrollada. La hembra tiene plumas con machas negras en el cuello y el macho plumas color rojizo y marrón claro, sus orejas están cubiertas de plumas, el color del plumaje permite determinar el sexo del animal, y permite identificarse entre sí, finaliza con el pico que es de color café, del cual posee una gran fuerza (Sánchez, 2004).

Tronco: Tiene pecho ancho, costillas arqueadas, está cubierto de plumas blancas con café, del cual el color nos permite identificar el sexo, está la rabadilla del cual se asienta el oviducto, recto, ancas, ano, periné. Las costillas del macho son menos arqueadas que las de la hembra por lo que el pecho es más pequeño, del cual el tórax tiene menos profundidad, en la rabadilla se encuentra asentado el aparato reproductor (Sánchez, 2004).

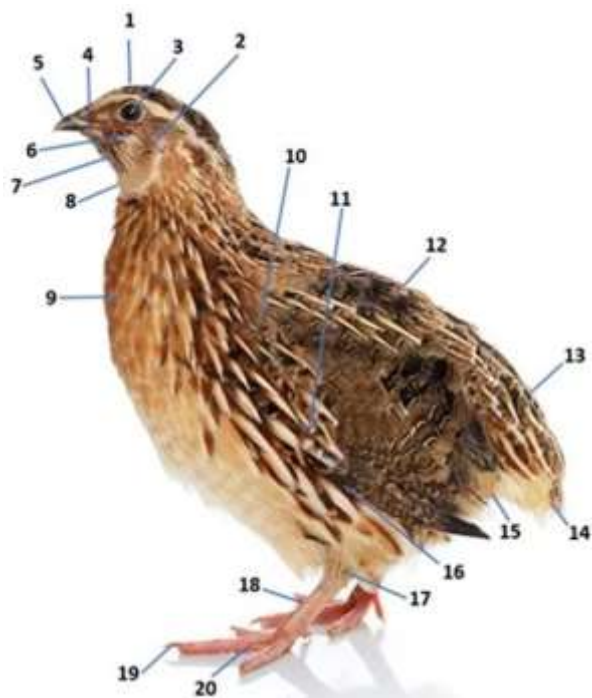
Alas: la hembra las tiene menos desarrolladas, cuenta con tres plumas primarias, 7 secundarias, 10 o 11 terciarias. Son de color gris jaspeado con tonalidades más claras. Presentan un ala suplementaria conocida como la álula. El macho tiene las alas más desarrolladas, su plumaje es gris combinado con tonalidad rojiza y la álula es más desarrollada. (Sánchez, 2004).

Patas: Posee cuatro dedos, tres anteriores y uno posterior, las hembras tienen un metatarso corto y en los machos es un poco más largo (Sánchez, 2004).

Piel: no presenta glándulas epiteliales, cuenta con la glándula limpiadora o uropigial, la cual está ubicada cerca a la cola, esta produce ceras y aceites las cuales se aplican en las plumas durante la limpieza (Sánchez, 2004).

Figura 4.

Anatomía externa de la codorniz



Fuente: Adaptada de Bardají, (2018).

1- Cabeza	8- Cuello	15- Orificio del ano
2- Orificio auditivo	9- Pechuga	16- Muslo
3- Ojo	10- Ala	17- Corva
4- Fosa nasal	11- Plumones ala	18- Zanca o tarso
5- Pico	12- Lomo o dorso	19- Uñas
6- Cara	13- Curvatura del dorso	20- Dedos
7- Garganta	14- Cola	

Aparato reproductor

La pubertad inicia desde el día 25 al 30. Las hembras comienzan a poner a los 40 días; el macho pelea y canta a los 42 a 50 días (Moreno, 2020).

Aparato reproductor de la hembra

El aparato reproductor de la codorniz, está conformado por dos ovarios y dos oviductos, sin embargo, en las primeras semanas de vida, el ovario y oviducto derecho sufren una atrofia en el ave, por lo que solo el ovario y oviducto izquierdo son funcionales en el ave. El aparato reproductor de la hembra juega un papel importante, ya que según su desempeño permite evaluar la capacidad como ponedora (Moreno, 2020).

Ovarios. El ovario izquierdo o funcional, está localizado en la parte superior de la cavidad abdominal y es sostenido por el ligamento mesovario, que actúa como barrera para separarlo del hígado y el aparato digestivo, quedando localizado sobre el riñón, pulmón y saco aéreo abdominal izquierdo. Morfológicamente está conformado por dos partes, médula y córtex.

La médula está formada por tejido conectivo, nervios, musculatura lisa y vasos sanguíneos. El córtex es el que recubre la médula y aloja el oogonio; está formada por células precursoras, que forman los ovocitos u óvulos, los cuales inician su desarrollo con una sola célula bordeada por una capa membranosa llamada vitelo, al transcurso que el ovocito se desarrolla, ocurre la formación de yema y su color estará sujeta a los pigmentos liposolubles que se encuentran en la dieta (Moreno, 2020).

Oviducto. Cuenta con un solo conducto de 20 – 25 centímetros, y es el que conecta la región del ovario con la cloaca. Se encuentra sostenido por dos ligamentos a la columna vertebral y a la costilla, del cual impiden que se encorve con los movimientos del huevo. El oviducto está dividido en 4 partes:

Infundíbulo. Tiene forma de embudo, se encarga de la captación de la yema del huevo (ovocito maduro), además es donde se almacena el espermatozoide y se da el proceso de la fecundación. El movimiento peristáltico que realiza el infundíbulo, permite que la yema se desplace al magnum (Peralta, 2017).

Magnum. Es el fragmento más largo del oviducto, tiene una pared elástica la cual presenta grandes pliegues, presentan glándulas secretoras que al hacer contacto con la yema liberan las proteínas que constituyen el 80% de la clara, que a su vez es una solución acuosa (90% agua) de proteína y minerales (Peralta, 2017).

Istmo. En esta parte del oviducto se da lugar a la secreción de las membranas testáceas internas y externas, y son las que forman la base de la cáscara (Peralta, 2017).

Útero. Tiene forma de bolsa, cuenta con paredes musculares gruesas, es donde se da lugar a la formación y pigmentación de la cáscara, y es la parte del oviducto donde el huevo pasa mayor tiempo (Peralta, 2017).

Vagina. Es un órgano estrecho y muscular, contiene una pared con pliegues longitudinales, esto permite que el huevo realice giros, se desarrolla en polo agudo hacia el caudal en el transcurso del giro es expulsado por el extremo más redondo (Peralta, 2017).

Urodeum. Este orificio es compartido con el aparato urinario y reproductor, lo cual desemboca en la cloaca, del cual se realiza la postura del huevo (Peralta, 2017).

Formación del Huevo

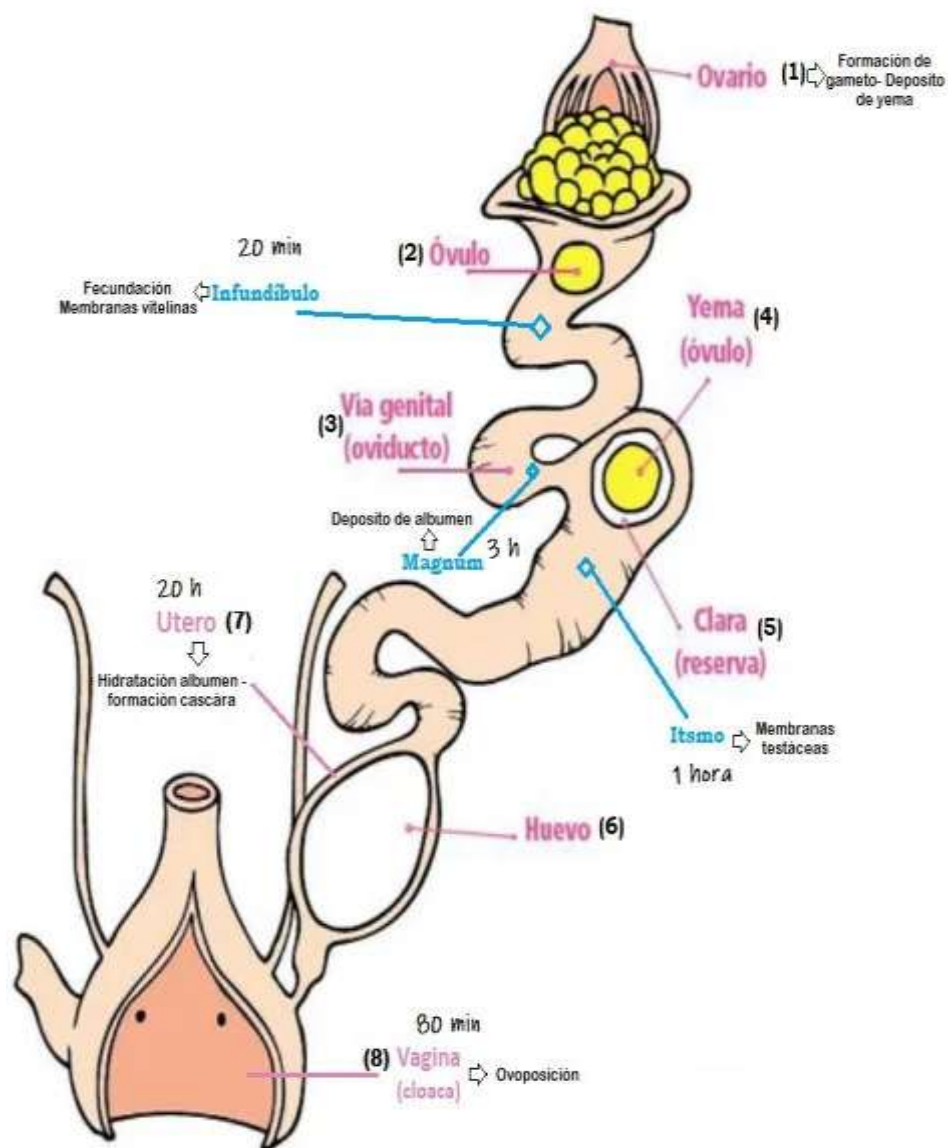
La producción de huevos en la codorniz es de carácter hereditario, y se ve influenciado por diferentes factores como son: ambientales, nutricionales, de manejo y de sanidad; por otro lado, la constitución básica del huevo se divide en yema, albumen y cáscara; y su peso promedio es de 10 g, que corresponde aproximadamente al 8% del peso vivo del ave, lo cual es indicador

de una gran exigencia en la movilización de nutrientes para la síntesis del mismo (Hurtado et al., 2014).

A partir de las 4 a 6 semanas la codorniz alcanza la madurez sexual y comienza a poner huevos. El huevo se va formando gradualmente durante un periodo de 24 a 26 horas, proceso donde todos los componentes necesarios se van sintetizando o transportando en orden, cantidad y orientación específica para que el huevo producido sea viable. La figura 1 representa el aparato reproductor del ave, indicando las funciones que desarrollan cada parte del mismo y el tiempo de permanencia del huevo durante su formación.

Figura 5.

Representación de las etapas de producción del huevo



Fuente: Ilustración de la formación del huevo. Adaptado de Ortega. M, G. (2013).

El ovario (1) presenta un aspecto de “racimo de uvas” debido a los folículos que se encuentran en distinta fase de crecimiento, allí se produce la fase de crecimiento rápido de la yema dentro del folículo ovárico, denominada vitelogénesis. Luego se da el proceso de ovulación, que ocurre cuando el folículo alcanza la madurez y se libera el óvulo(2), que será

captado por el infundíbulo, sección proximal o entrada del oviducto(3); en esta porción de la vía genital la yema(4) o vitelo permanece entre 15 a 30 minutos y es donde se forman las dos capas más externas de la membrana vitelina, que representan 2/3 partes del total y cumplen la función de proteger la yema, evitando la entrada de agua desde la clara (Instituto de Estudios del Huevo, 2023).

La distensión que produce la yema a su paso por el oviducto provoca la liberación de las proteínas almacenadas en las células, y cuyo proceso aumenta cuando la yema entra en el magnum o sección media del oviducto, donde ocurre el inicio de la formación del albumen(5) o clara y acaba en el útero, las glándulas tubulares secretan principalmente ovoalbúmina y lisozima, además las células caliciformes sintetizan avidina y ovomucina, dando lugar a la síntesis y depósito proteico durante las 3 horas y 30 minutos que tarda este proceso.

Seguidamente pasa al istmo, que es el tramo distal del oviducto en el que el huevo permanece una hora y quince minutos aproximadamente; en este punto el albumen empieza a rodearse de las fibras proteicas que constituirán las dos membranas testáceas. El huevo (6) en formación llega al útero (7) o glándula cascarógena y permanece aquí entre 18 y 22 horas, tiempo en el que se produce, fundamentalmente, la formación de la cáscara. En este lapso el huevo mantiene un movimiento de rotación que da lugar a la torsión de las fibras proteicas del albumen denso, formando las chalazas (Instituto de Estudios del Huevo, 2023).

En la zona del útero más próxima al istmo el huevo permanece 5 horas, donde ocurre el proceso de hidratación (la transferencia de agua va acompañada también de minerales Na-K-HCO₃Na) y se organizan las fibras de la membrana testácea externa dentro de los núcleos de la capa mamilar, lo cual influye en la fijación posterior de los cristales de carbonato cálcico, en forma de calcita y dará la solidez de la futura **cáscara**, además, durante este proceso se van

definiendo los poros que atravesarán la cáscara. A partir de aquí, continúa una fase de calcificación rápida que da lugar a la capa en empalizada y, posteriormente, se produce un cambio de orientación de los cristales, formándose la capa de cristales verticales (calcificación). Durante las 2 últimas horas de la formación del huevo, se depositan los pigmentos (porfirinas, derivadas del metabolismo de la hemoglobina) responsables de la coloración de la cáscara y dependen de la estirpe del ave. Finalmente, una vez formado el huevo, se expulsa a través de la vagina (8), el huevo se recubre por la cutícula, una fina capa de composición proteica que reduce las pérdidas de humedad y la contaminación bacteriana a través de los poros, durante la salida del huevo por la cloaca (oviposición) con una duración de 1 hora y 30 minutos aproximadamente; el huevo es expulsado con fuerza gracias a las contracciones de la musculatura lisa que rodea la mucosa (Instituto de Estudios del Huevo, 2023).

Nutrición y alimentación de la codorniz

La alimentación de las codornices es mayor a la de la gallina de postura. En la codorniz japónica se requiere de un 20 a 25% de proteína aportada en el alimento y así lograr obtener el mejor rendimiento en la producción. Sin embargo, Rodríguez (2022) menciona que para proporcionar a la codorniz un régimen alimenticio adecuado, es de vital importancia tener en cuenta las particularidades del animal, es decir de acuerdo a su etapa de desarrollo (estado fisiológico, edad) y el medio donde se crían.

La alimentación es un factor importante en una producción, ya que gracias al alimento las aves pueden suplir sus necesidades nutricionales que serán en función de la especie y algunos requerimientos especiales según el fin zootécnico (tabla 4), de igual forma se debe considerar las siguientes características para lograr obtener una conversión óptima de la misma (Grimaldos, 2020):

- Constitución genética de la codorniz
- Cantidad de energía de la ración
- Peso corporal
- Temperatura ambiental
- Desperdicio de alimento

Tabla 4.*Requerimientos nutricionales de codornices*

Nutriente	Valor para Codorniz (23 a 65 sem)	Autor (Año)
Proteína	16 - 16.5%	Jijaba (2011).
	18.9 %	Rostagno (2017).
	19,16%	Hurtado et al. (2013).
	22* -24%	Ballesteros et al.(2008), Obregon (2012), Rodríguez (2022), Pataron (2014)*
Energía	2810 - 2920*	Jijaba (2011), Pataron (2014) *
Metabolizable	2750	Hurtado et al. (2013).
Kcal - E.M./ Kg.	2800	Obregón (2012), Rostagno (2017), Ballesteros et al (2008).
	2820	Rodríguez (2022)
Fibra Cruda	2-93 - 3.5%	Pataron (2014), Rodríguez (2022).
	6.2%	Ballesteros et al.(2008)
Calcio	3 - 3.30%*	Jijaba (2011), Pataron (2014) *
	2.9%	Rostagno (2017),
	2.3 - 2.41%	Obregón (2012), Rodríguez (2022)
Fósforo	0.3%	Rostagno (2017).
	0.45* - 0.50%	Jijaba 2011), Obregón (2012), Rodríguez (2022), *Pataron (2014).
	0.7%	Ballesteros et al.(2008)

Sodio	0.18 - 0.225	Jijaba (2011). Pataron (2014), Obregón (2012), Rostagno (2017)*
	0.14* -0.15%	
Cloro	0.18 - 0.30 %	Jijaba (2011). Obregon (2012)
	0.11%	
Lisina	0.74%	Jijaba (2011). Obregon (2012)
	0.9%	
	1.1%	Rostagno (2017)
Metionina	0.33%	Jijaba B (2011)
	0.5%	Rostagno (2017)
	0.8%	Obregon (2012)

Nota. Requerimientos nutricionales desde la semana 23 a la 63.

Tabla 5.

Requerimientos dietarios para la etapa de producción

Proteína	Mínimo	24%
Calcio	Mínimo	2,5%
Fósforo	Mínimo	0,8
Grasa	Mínimo	2%
Humedad	Máximo	12%
Cenizas	Máximo	12%
Fibra	Máximo	6%
Presentación	Quebrado	

Nota. Requerimientos nutricionales Fuente. Vásquez, (2007).

El alimento es la principal fuente de calcio, necesario para la formación de la cáscara, a través del fluido uterino y los diversos mecanismos fisiológicos, la concentración del ion Ca⁺⁺ en sangre se mantiene relativamente constante y elevada, con la finalidad de conseguir un depósito de cáscara regular previo a la oviposición (Instituto de Estudios del Huevo, 2023).

Minerales en la dieta

Los minerales son importantes en la nutrición animal, los cuales son los encargados de proporcionar el buen funcionamiento del organismo, se contemplan entre el 4-5% del peso vivo del animal, y su presencia es importante para la vida y salud, los minerales en la dieta de las aves deben estar en proporciones adecuadas para de esta forma contar con un buen funcionamiento del organismo. Son elementos inorgánicos, y su disponibilidad y funciones metabólicas, se relacionan con la cantidad y forma en que están disponibles. Se menciona que existen alrededor de 45 elementos minerales presentes en los organismos vivos y sus concentraciones son variables, de esos se estima que 21 son esenciales o posiblemente esenciales para la vida animal, ya que cumplen múltiples funciones en el organismo y por lo cual, existe la posibilidad de presentarse deficiencia o toxicidad; al igual que las vitaminas, no aportan energía al organismo. Se dividen acorde a su peso atómico y requerimiento en el organismo en microminerales (mg/kg) y macrominerales (g/kg); gran parte de los minerales se encuentran en los huesos, cumpliendo funciones de sostén (Ca, P, K), pero también se encuentran en el resto del organismo en pequeñas cantidades otros minerales (Mn, Se, Zn) que intervienen en los complejos procesos metabólicos (Campos, 2015).

Algunos minerales se mantienen en niveles constantes durante la vida, otros en cambio están escasos durante el crecimiento del animal y su nivel va aumentando con el estado adulto del animal, como el caso del Ca y P (50% en juventud). Por otro lado, los niveles de algunos minerales en el medio interno están regulados por procesos de homeostasis, y en cambio hay otros cuyos niveles dependen de lo ingerido. En general, los animales, obtienen estos compuestos a través de los alimentos, por lo que para prevenir las deficiencias y desequilibrios se suele recurrir a: administrar concentrados que contengan minerales o incluir suplementos

vitamínico-minerales comerciales (fosfatos tricálcicos, bicálcicos y monocálcicos, fosfato monosódico y fosfato diamónico); administrar con el agua de bebida o administrar compuestos a través de inyecciones según la especie animal (Uco.es, s.f).

La alteración del equilibrio homeostático del animal, ocasionado por una elevada temperatura ambiental y humedad relativa, que superan la zona de confort o termo-neutralidad en un organismo, es lo que se conoce como estrés térmico; las gallinas y en general las aves no tienen la capacidad de perder calor a través del sudor cuando aumenta la temperatura, por lo que la evaporación ocurre a nivel pulmonar y lo que ocasiona que el ritmo respiratorio llegue a aumentarse de 25 veces por minuto a más de 150, incrementando la pérdida de agua y CO₂, dando origen a la alcalosis respiratoria, lo que conlleva a alteraciones en la calcificación del huevo, derivado de la disminución del consumo voluntario del ave que afectará la disponibilidad de calcio (Arias, 2016).

Importancia de los minerales en el bienestar de las aves

Los minerales están presentes en las células corporales permitiendo los diferentes procesos del metabolismo. Por lo tanto, es fundamental proporcionar una dieta que cumpla con los requerimientos nutricionales y un adecuado balance de los macro y micro minerales que requieren los animales. El calcio es uno de los macrominerales que requiere en mayor proporción las aves para garantizar la formación de huesos, ejerce funciones celulares en diferentes órganos entre ellos el corazón, intestino, músculos y fundamental para la formación de la cáscara de huevo (Cuellar, 2021). Para el caso de las aves como la codorniz, ésta obtiene los minerales del concentrado, ya que es la fuente de alimentación, por lo que es fundamental garantizar un alimento de calidad y así proporcionar un buen balance de carbohidratos, proteína, grasa, minerales y humedad (Cuellar, 2021).

En aves el aporte de minerales como el calcio y fósforo han sido objeto de investigación, Arias (2016) reporta que varios autores aconsejan valores más elevados de calcio en la dieta de gallinas para asegurar la calidad y formación del cascarón, para el fósforo, en cambio se determina que sus niveles pueden ser rebajados sin afectar la productividad. Sin embargo, es bien conocida la estrecha relación entre estos dos compuestos, ya que el fósforo es un nutriente esencial por ser parte de varios procesos metabólicos, y está estrechamente relacionado con el metabolismo del calcio para la formación de la cáscara del huevo. Los niveles de calcio varían entre 4.34 y 4.62% mientras que los de fósforo son de 0.18% para un funcionamiento biológico óptimo, resultados mayores a los sugeridos por la NRC (3.25% de calcio por cada 100 g/ave/día de alimento).

Enfermedades

La codorniz *coturnix coturnix japonica*, es un ave que se considera resistente a diversas enfermedades y ambientes variables. Sin embargo, algunas enfermedades y dificultades que se presentan con frecuencia son de tipo morfológico, comportamental y parasitaria, como son:

Prolapso: Esto sucede principalmente por procesos metabólicos de acidosis en la cavidad abdominal y el oviducto, o por el tamaño desproporcionado del huevo dado por raciones con exceso de aminoácidos (Vásquez, 2007).

Canibalismo: ocasiona altos niveles de mortalidad y entre sus causas se señalan el estrés, falta de alimento, y desbalance nutricional en la dieta (Vásquez, 2007).

Parásitos internos, dentro de los cuales se encuentran, Protozoarios (coccidios en intestino delgado, ciego e intestino grueso, y generan síntomas como la enteritis hemorrágica); Micoplasmosis (ocasionan bajas en el porcentaje de postura, dificultades respiratorias y puede llegar a causar la muerte); Pullorosis (produce diarrea blanca y convulsiones) y Coriza

Infecciosa, esta última no es común en esta especie, pero se ha aislado de codornices y psitácidos que afecta principalmente el tracto respiratorio superior (Vásquez, 2007; Cigoy et al, 2016).

Parásitos externos: se encuentran los ácaros, garrapatas, pulgas, chinches, mosquitos, piojos; se alimentan de las células muertas de la piel, plumas y toman sangre de los tejidos (Vásquez, 2007).

Parámetros Zootécnicos

Producción de huevos

La línea genética de codorniz más empleada para la producción de huevo es la *coturnix coturnix japónica*, esta tiene un gran porcentaje de postura que oscila entre el 80 al 95%. El número de huevos al mes varía desde 23 a 25 huevos y la producción es de unos 300 huevos por año, teniendo un peso aproximado de 10 gramos promedio, sin embargo, cuando empiezan la postura los huevos se presentan de diversos tamaños, alcanzando pesos que oscilan entre 1 a 24 g, debido a que aún no se regulan las hormonas involucradas en el proceso. La alimentación, la fase de postura y la temperatura juega un papel importante en la producción, por ejemplo, se debe cuidar que no se presenten cambios súbitos de temperatura que provoquen la muda de los animales e interrupción en la puesta; así como el suministro de iluminación sea natural o artificial (Vásquez, 2007; Obregón, 2012).

Es importante siempre tener en cuenta el factor relacionado al macho, ya que en las producciones destinadas para la producción de huevo se sugiere que entre las jaulas de las hembras no existan machos, ya que el huevo puede ser embrionado y esto ocasiona que el tiempo de conservación no sea el mismo que el de los huevos infértiles. Teniendo en cuenta que solo se requiere que en el galpón se escuche el canto de los machos, ya que estimula a las hembras para la postura, y se pueden manejar un macho por cada 250 hembras de codornices (Vásquez, 2007).

Teniendo en cuenta que para lograr el éxito de una producción es importante llevar los registros de postura, alimentación y mortalidad, a partir de los cuales se permitirá llevar un balance y control de la conversión del alimento y porcentaje de postura de las aves, donde esta última va en función a las semanas de vida y se espera alcanzar del 70 a un 90%, además que es el parámetro referencial que permite evaluar a las ponedoras y realizar procesos de descarte (Grimaldos, 2020).

Tabla 6.

Parámetros productivos en codorniz según la línea

Líneas	Peso corporal (g)	Consumo por día (g)	Huevos por año	Peso promedio huevo (g)
Coreana	70	22	165	8,5
Japónica	110	20	260	9,0
Lassoto	110	26	300	13,0
Caicedo	110	23	200	9,0
Faraona	220	40	Tipo carne	

Nota. Parámetros productivos en la codorniz. Fuente Vásquez, (2007).

Curva de producción de huevos

La curva de producción de huevos en la codorniz está en función a la edad según lo reseñado por Jibaja (2011), y se caracteriza por que esta se incrementa conforme se desarrolla y crece el ave. Alrededor de los dos meses y media el ave alcanza su pico de postura máximo y puede mantener ese nivel de puesta hasta por cuatro a seis semanas. Señala además este mismo autor, que existe correlación entre el nivel de postura y el decrecimiento de la misma; es decir

que si el porcentaje del pico de postura es alto, entonces la postura decrece lentamente durante el año y viceversa, si el pico el porcentaje del pico de postura tiene un nivel bajo, la postura decrece rápidamente. Grimaldos (2020) describe que para hacer seguimiento a la postura en codornices, se debe calcular el porcentaje de producción diario de huevo que oscila entre el 70% y 90% en fase de postura (figura 6), teniendo en cuenta que el porcentaje varía de acuerdo a la edad de los animales, además que en comparación con la gallina la curva de producción en codorniz es más continua y estable durante un largo período de tiempo, y puede alcanzar el pico de postura en menor tiempo, llegando hasta el 80% a 90%. Con lo descrito anteriormente, se identifica que para lograr una curva de postura favorable en las aves, es importante realizar un manejo y suministro de nutrientes adecuado durante la etapa de crecimiento de la hembra.

Figura 6.

Curva de producción según la edad (días)

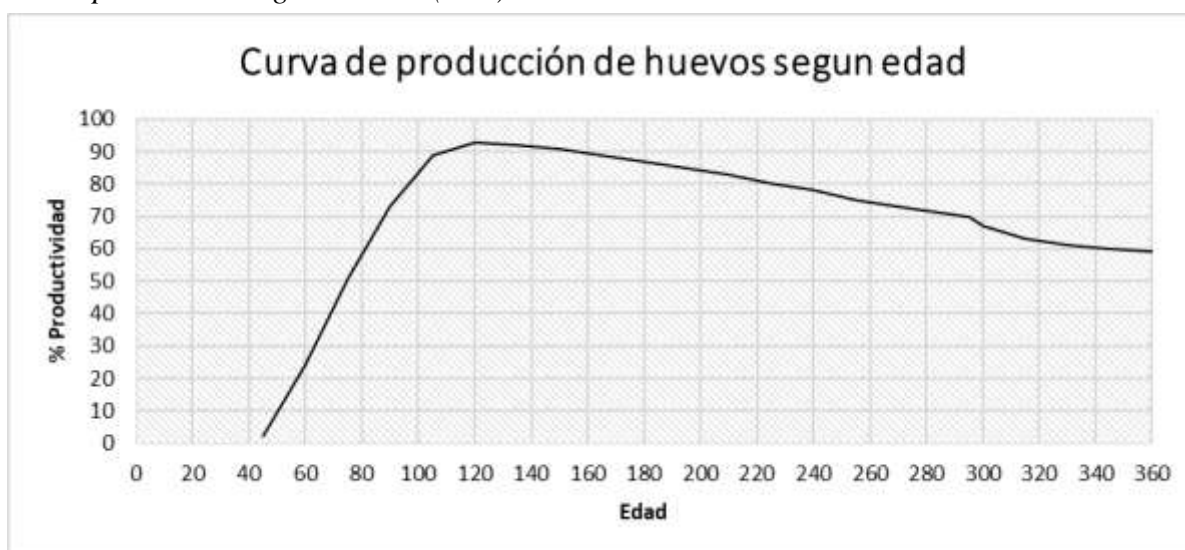


Ilustración de la producción del huevo. Fuente. Adaptado de Grimaldos, (2020).

Obregón (2012), cita que la codorniz muda al igual que la gallina, es decir finaliza su primer ciclo de postura para iniciar un segundo. Cuando el ave muda, las plumas del pecho y alas caen, y vuelven a emplumar después de este periodo de “descanso”. Este período en codornices

dura aproximadamente 28 días, y le permite al ave prepararse para un siguiente ciclo de postura, pero su nivel productivo será inferior al primero.

Morfología del huevo

La forma del huevo es ovoide y puede presentar transformaciones en la cáscara, variando en la coloración y manchas. De igual forma se pueden presentar irregularidades en la formación de la cáscara y se presentan los huevos en tela o fáfara, esta última anomalía puede ser causada por diversos factores como son: la falta de calcio, vitaminas E, B12 y D, selenio, fósforo; por alteración del estado sanitario que se da en presencia de enfermedad como el caso de Newcastle, bronquitis infecciosa aviar, influenza aviar, parásitos, micotoxinas y el mismo estrés que se causa a las aves por manejo o condiciones medioambientales. También se presentan huevos blancos, debido al exceso de proteína en el alimento o quizás por alteraciones en el oviducto debido a procesos de inflamación (Vásquez, 2007).

La cáscara presenta una parte orgánica, de la cual el 2% del total está constituida por una mezcla de proteínas y glucoproteínas (70%) con un 11% de polisacáridos, por otra parte el crecimiento de las columnas de calcita durante la formación del huevo, son las que le dan la elasticidad y consistencia a la cáscara. El complejo proceso de formación del huevo se puede alterar por cambios en la funcionalidad del oviducto dado por alteraciones metabólicas o enfermedades, y esto afectará directamente a la calidad del huevo (Instituto de Estudios del Huevo, 2023).

El Peso se encuentra en un rango de 2 y 15 g, teniendo un rango normal de 10 g, por lo cual esta característica da un valor comercial al huevo y a la determinación de la incubación (Vásquez, 2007).

El Color varía según la pigmentación que ofrezca el alimento, este ayuda a formar una película la cual recubre la superficie de la cáscara la que permite la aparición de las manchas en diversas tonalidades (Vásquez, 2007).

La Resistencia es variante y oscila entre 1 a 3 Kg de fuerza, esta característica puede verse afectada por la disponibilidad y asimilación de calcio, fósforo y vitamina D, que está presente en la dieta (Vásquez, 2007).

Finalmente, la estructuración, en el huevo de codorniz, tiene la misma proporción que en el de la gallina, como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7.

Estructuración del huevo de codorniz

Estructura	%	Características
Cáscara	10,2	Está formado con la protección de carbonato de calcio, magnesio, citrato de sodio y potasio. Su función es permitir el intercambio gaseoso del huevo con el exterior.
Albúmina (clara)	46,1	Está rodeando la yema por completo, tonalidad transparente, ligeramente amarillenta con consistencia gelatinosa, y representa el medio de alimento para el embrión.
Yema	42,3	Está situada en el centro del huevo, de color amarillo, allí está el disco embrionario, a partir del cual se desarrolla el embrión.
Membranas	1,4	Se encarga de separar las estructuras nombradas.

Nota. Conformación del huevo. Fuente: Adaptada de Vásquez, (2007).

La Composición está dada por agua, azúcar, grasas, vitaminas, proteínas, sales mineralizadas (tabla 8), por lo que el huevo de codorniz puede equivaler a 100 g de leche de vaca, en calorías, vitaminas y proteínas; pero lo que más caracteriza el huevo de codorniz es su bajo contenido de agua y grasa (Vásquez, 2007). Por otro lado, Oróstegui et al. (1990), resaltan que el componente del huevo que genera el mayor aporte de nutrientes, es la yema; ya que ésta representa entre el 30 y 40% del peso total del huevo, conteniendo así casi el total de los lípidos e hidratos de carbono y aproximadamente el 50% de la proteína.

Tabla 8.

Composición nutricional y estructura del huevo de codorniz

Estructura huevo de codorniz	
Yema	42,3%
Clara	46,1%
Membrana	1,4%
Cáscara	10,2%
Agua	73,9%
Proteína	15,6%
Grasas	11,0%
Sales minerales	12,2%
Composición mineral huevo de codorniz	
Calcio	0,08%
Fósforo	0,22%
Cloro	0,13%
Potasio	0,14%
Sodio	0,13%
Azufre	0,10%
Hierro	0,031%
Manganeso	0,33%
Cobre	1,86%

Yodo	0,09%
Magnesio	0,04%
Composición yema de huevo de codorniz	
Lípidos	60%
Fosfolípidos	30%
Esteroles	5%
Composición clara huevo de codorniz	
Ovoalbúmina	80%
Ovomucoide	10%
Ovomucina	7%
Ovoglobulina	3%

Nota. Estructuración y conformación nutricional del huevo. Fuente: Adaptada de Torres, (2013).

Manejo y Conservación del huevo

Teniendo en cuenta que el huevo comienza a perder humedad desde el primer día de postura, su almacenamiento debe ser por periodos cortos. Su vida útil es alrededor de un mes, pero se recomienda que su almacenamiento no supere los 15 días. El huevo fresco tiene un pH neutro y su clara es limpia, translúcida y densa con una fracción fluida. Su calidad depende de la pérdida de agua y dióxido de carbono (CO₂) en el almacenamiento, por lo que la pérdida de ellos cambia el sabor, esto se da por el incremento de la alcalinidad al interior. La calidad del huevo se da por la albúmina, a medida que el huevo va envejeciendo se aumenta la proporción líquida de la albúmina, esto se puede evidenciar al momento de abrir el huevo en una superficie. Es por esto que el almacenamiento juega un papel importante, en ambientes controlados o refrigerados (Vásquez, 2007).

Materiales y Métodos Utilizados

Localización e instalaciones

Este estudio se desarrolló en la unidad de producción de codornices de la granja Barcelona, Universidad de los Llanos, con una temperatura promedio de 27 °C y una humedad relativa de 80%, el galpón está construido con pisos y muros de 1 metro de alto en cemento, encerrado en malla metálica hexagonal, con techo de Eternit. Cuenta con el área de producción, almacenamiento de concentrado y oficina, divididos entre sí por un muro y malla. El galpón está dotado con jaulas para codornices elaboradas en alambre galvanizado, de cinco pisos, cada piso con tres divisiones, cada una de las divisiones con capacidad para 10 aves, dotadas de comederos y bebederos lineales.

Manejo

Se suministró una ración diaria de 25 gramos por ave, dividido en dos raciones (mañana - tarde) y agua con suministro constante a voluntad, las aves contaron con un programa de luz de 14 horas artificial y 10 horas natural, los huevos fueron recolectados diariamente una vez al día en horas de la mañana registrándose a diario su producción en hojas de campo. Se realizó diariamente la limpieza en seco de la codornaza, con el fin de evitar acumulación de amoníaco ya que en grandes cantidades puede afectar las vías respiratorias del ave, realizando recolección con pala de heces de las bandejas y barrido de pisos alrededor de las jaulas, depositando dichos residuos en la instalación de compostaje.

Animales

El ensayo se lleva a cabo durante 12 semanas, con 240 aves en fase de postura de dos rangos etarios, un grupo de aves de 6 meses de edad (24 semanas -jóvenes) y el otro con aves de 8 meses de edad (32 semanas -adultas). Las aves se alojaron aleatoriamente en las jaulas.

Figura 7.

Instalaciones y manejo



Fuente: Área de manejo de codorniz, Granja Barcelona. Autoría Propia, 2021.

Tratamientos

T1: aves de 32 semanas de edad (adultas) con alimento balanceado (Concentrado)

T2: aves de 32 semanas de edad suplementadas con adición de Carbonato de Calcio

T3: aves de 32 semanas de edad suplementadas con adición de Fosfato Monocálcico

T4: aves de 32 semanas de edad suplementadas con 50% de Carbonato de Calcio y 50% de Fosfato Monocálcico.

T5: aves de 24 semanas de edad (jóvenes) con alimento balanceado (Concentrado)

T6: aves de 24 semanas de edad suplementadas con adición de Carbonato de Calcio

T7: aves de 24 semanas de edad suplementadas con adición de Fosfato Monocálcico

T8: aves de 24 semanas de edad suplementadas con 50% de Carbonato de Calcio y 50% de Fosfato Monocálcico.

Figura 8.

Alistamientos y preparación de tratamientos



Fuente: Área de oficina y resección de huevo. Granja Barcelona. Autoría Propia, 2021.

Los tratamientos fueron asignados a las 24 jaulas, utilizando un diseño de bloques completos al azar (BCA), teniendo una factorial de 2*2 con tres repeticiones por tratamiento. Cada repetición de 10 aves por unidad experimental, estimándose la adición del 1% de minerales por 1 kilo de concentrado. El modelo estadístico fue:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Y_{ij} = Respuesta de la observación (i)-ésima del bloque (j)-ésimo

μ = Media general.

t_i = Efecto del tratamiento i, siendo i la inclusión de minerales (T1- T2-T3- T4) en la dieta.

β_j = Efecto producido por el nivel j-ésimo o factor de bloque (grupo etario)

ϵ_{ij} = Error experimental o efecto aleatorio de muestreo.

Parámetros evaluados

Se evaluaron parámetros productivos, a través de variables cuantitativas y calidad externa del huevo, cuya información fue obtenida tras el análisis de registros. Los parámetros productivos evaluados fueron:

Número de huevos/día. Este parámetro se registró diariamente en el transcurso de la fase experimental, obteniéndose la producción total de huevos puestos por tratamientos y repeticiones, para obtener el promedio de producción de huevo/día por tratamiento.

% de producción o postura. Para esta variable se utilizó el total de huevos semanal por tratamiento y repetición, dividida por el total de aves.

Huevos rotos. Este parámetro se registró diariamente en el transcurso de la fase experimental, obteniéndose la producción total de huevos no aptos para comercialización en los cuales se incluyen huevos rotos o entelados por tratamiento y repetición, para obtener el promedio de huevo no comercializable/día por tratamiento.

La evaluación de las variables de calidad externa del huevo se realizó a una muestra de huevos colectados cada 4 semanas desde el inicio de la fase experimental, se almacenaron a temperatura ambiente, para realizar las mediciones al tercer día post-ovoposición en todos los huevos; tomando al azar 3 huevos de cada unidad experimental, es decir 9 huevos por tratamiento, y las características externas del huevo medidas fueron:

Peso (g). Los huevos recolectados fueron pesados individualmente con la ayuda de una balanza analítica digital con capacidad de 220 g y resolución de 0,0001 g (Ohaus Explorer, SmarText™ 2.0).

Figura 9.

Pesaje de huevos



Fuente: Laboratorio de nutrición animal universidad de los llanos. Autoría Propia, 2021.

Diámetro (mm). Las mediciones se realizaron con micrómetro externo o calibrador digital, con curso de 25 mm, lectura de 0,01mm y exactitud de $\pm 0,002$ mm, se midió el diámetro longitudinal (largo) como transversal (ancho) del huevo.

Dureza del huevo (Kg). Se puede definir como la fuerza (N) que es capaz de soportar el huevo hasta romperse, para esta variable se utilizó método directo con la implementación de un penetrómetro o durómetro manual digital (LT-FR5120 y punta de 11 mm), se midió la fuerza necesaria en Kg requerida para la destrucción de la cáscara del huevo, aplicando de forma manual un movimiento de presión con la punta del equipo al huevo por el extremo romo del huevo, hasta su ruptura.

Grosor o espesor de cáscara (mm). Es la medida relacionada con la resistencia de la cáscara, para determinar este valor la cáscara previamente fue lavada para retirar la presencia de otros componentes que constituyen el huevo (albumen y yema) y secada a temperatura ambiente para su posterior medición; retirando dos pedazos de aproximadamente 3 a 5 mm de cáscara seca, de posiciones equidistantes de la región ecuatorial del huevo.

Índice morfológico (%). Este índice del huevo se obtuvo utilizando la fórmula:

$$\left(\frac{\text{Longitud}}{\text{Ancho}}\right) \times 100$$

La sistematización de la información se organizó en una base de datos y fueron analizadas en el programa SPSS v. 20 (Análisis de varianza- comparación de medias de Tukey).

Figura 10.

Determinación de diámetro del huevo



Fuente: Laboratorio de nutrición animal universidad de los llanos. Autoría Propia, 2021.

Figura 11.

Determinación dureza del huevo



Fuente: Laboratorio de nutrición animal universidad de los llanos. Autoría Propia, 2021.

Análisis y Discusión de Resultados

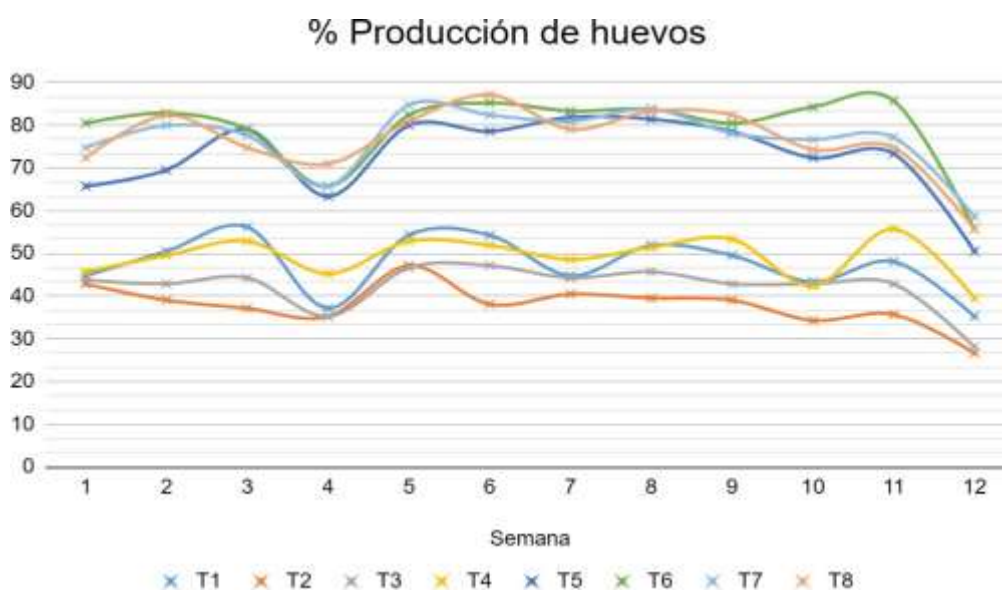
Los resultados del consumo de alimento diario durante la investigación, para los diferentes tratamientos y los dos grupos etarios no presentó variación, el consumo de alimento fue acorde a lo estimado para codornices en fase de postura de 25 g /día, ya que no hubo residuos de alimento en los comederos para el momento del suministro de cada ración.

Por otro lado, en relación al porcentaje promedio de postura de las aves durante las semanas de estudio, se presenta para el T3 (fosfato monocálcico) un porcentaje de postura significativamente menor ($P>0.05$) en relación con los demás tratamientos, por otro lado no se observaron diferencias significativas en la curva de producción en relación a la interacción de los minerales adicionados en el alimento ($P>0.05$), las aves jóvenes de 24 semanas de edad alimentadas con la adición de minerales presentaron un mejor comportamiento en la postura (figura 12), siendo menos fluctuante comparadas con las aves sin adición de minerales en el tratamiento, esto coincide con lo expuesto por Ciriaco y Escalante (2014) quienes no encontraron diferencias significativas para el porcentaje de postura en gallinas con la utilización de calcio y fósforo fino o grueso, ya que no afectaron el porcentaje de postura. Así mismo, las aves adultas de 32 semanas suplementadas con la combinación de minerales 50% de Carbonato de Calcio y 50% de Fosfato Monocálcico (T4), presentaron mejor comportamiento en la postura comparadas con las aves de los demás tratamientos; esto corrobora lo expuesto por Hurtado et al (2017), quien encontró que los niveles de calcio influyen sobre la producción de huevo en codornices, y que el calcio estimula el mayor desempeño de las aves, esto también concuerdan con lo señalado por Quintanilla (2012), quien en su estudio no presentó diferencias estadísticas en el porcentaje de producción de huevos de codornices con la adición de minerales (calcio), pero reportó un mejor porcentaje de postura en las codornices con suministro de 3.3% de calcio.

De la misma forma, aunque no es estadísticamente significativo, la edad de las codornices influye sobre la postura. La media de las aves de 24 semanas de edad fue superior a 70%, mientras que la de las aves de más de 32 semanas de edad estuvo por debajo del 60% (figura 12). Estos resultados concuerdan con lo descrito en la literatura, ya que la curva de producción de huevos en la codorniz está en función a la edad, teniendo en cuenta que el porcentaje varía de acuerdo a la edad de los animales (Jibaja 2011, Grimaldos 2020) y alrededor de la semana 38 de vida su producción estará menor o igual al 70%.

Figura 12.

Curva de producción según la edad (días)



Fuente: Curva Autoría Propia

Parámetros zootécnicos. En la tabla 9, se presenta el número de huevos promedio/día, porcentaje de postura, huevos rotos (que incluye huevos entelados o en fáfara) de codornices alimentadas con alimento comercial y adición de minerales. Hubo diferencias significativas ($P < 0,05$) entre tratamientos para el número de huevos, el mejor promedio en el número de huevos lo presentó el T6 (carbonato de calcio) con 8,16 huevos /día, siendo mayor comparado

con las aves jóvenes sin suplementación de minerales, y también se evidenció un mejor promedio en las aves adultas del T4 (carbonato de calcio y fosfato monocálcico), con lo cual se puede inferir que el uso de los minerales puede contribuir a mantener un mejor promedio de huevos en codornices en fase de postura alimentadas con balanceados comerciales y adición de minerales, datos que concuerdan según lo observado por Quintanilla (2012), quien con la aplicación de cinco dosis de calcio no presentaron diferencias estadísticas en el número de huevos para codornices, pero el mayor número de huevos se presentó en las aves con el porcentaje más alto de incorporación del mineral en la dieta.

Tabla 9.

Efecto de los minerales sobre las variables de producción

Parámetro	Tratamiento							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Huevos/día	5,17 ^{ab}	4,10 ^a	4,17 ^a	6,82 ^{bc}	7,72 ^{bc}	8,16 ^c	7,98 ^c	7,98 ^c
% Postura	47,50 ^b	37,94 ^a	42,22 ^{ab}	49,09 ^b	72,86 ^c	79,09 ^c	76,71 ^c	76,51 ^c
% H. Rotos	4,7 ^{ab}	9,6 ^a	7,6 ^a	5,7 ^{ab}	1,6 ^b	0,6 ^b	0,5 ^b	0,7 ^b

Nota. Valores seguidos por diferentes letras difieren significativamente ($P < 0,05$) de acuerdo a la prueba de Tukey. Autoría Propia.

El porcentaje de huevos rotos y entelados (o fáfara) presentaron diferencias ($P < 0,05$) para los tratamientos en aves adultas, donde la adición de mezcla de minerales no fue favorable en las aves, comparada con la inclusión de minerales por separado, pero de forma general la presencia de huevos no comercializables fue mayor en los tratamientos 2 al 4 (tabla 9), que corresponde a las aves de más de 32 semanas de edad, caso contrario ocurrió en las aves de 24 semanas, donde se evidenció un menor promedio semanal de huevos rotos en comparación con las aves del T5 (sin suplementación de minerales), estos últimos datos cercanos a los emitidos por Rosario y Nieves (2023), para codornices alimentadas con dietas alternativas (0,77%). Estos

valores observados en el ensayo desarrollado en la granja Barcelona, resultan favorables al reducir el número de huevos que no son aptos para la comercialización. Autores coinciden en que el aumento de harina de origen animal en la dieta para codornices, incrementa la proporción de huevos rotos y fáfara (Hurtado et al, 2008; Rosario y Nieves, 2023); sin embargo el desarrollo de la cáscara es la última etapa en la formación del huevo y ocurre en el útero, en esta porción del aparato reproductivo del ave se realiza la fijación de los minerales como el carbonato de calcio que se va precipitando para formar la cáscara, esta fijación de calcio se puede ver alterada no solo por la alimentación, sino también por la edad del ave, el bienestar animal e incluso enfermedades.

Tabla 10.

Efecto de los minerales sobre la variable calidad externa del huevo

Parámetro	Tratamiento							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Peso huevo (g)	11,93	11,82	12,36b	11,41	11,20	11,03a	11,58	11,21
Espesor de cáscara (mm)	0,22	0,20a	0,21	0,22	0,24b	0,23	0,21	0,21
Dureza de cáscara (Kg)	0,79	0,70	0,76	0,74	0,89	0,73	0,73	0,78
Ancho (mm)	25,58	25,45	26,02	25,62	25,20	25,11	25,37	25,17
Largo (mm)	33,21	33,40	33,49	32,26	32,05	32,04	32,98	32,51
Índice morfológico (%)	77,06	76,24	77,74	79,62	78,70	78,39	76,96	77,44

*Valores seguidos por diferentes letras difieren significativamente ($P < 0,05$) de acuerdo a

la prueba de Tukey. Autoría Propia

El peso de los huevos y otros parámetros se resumen en la tabla 10 y no se presentó diferencias significativas ($P>0,05$) entre tratamientos para cada bloque. El peso de huevos observado concuerda con Quintanilla (2012) quien reporta un peso medio de huevo 11,03 g con la adición de 2,8% de calcio en el balanceado; y es superior al informado por Melo et al, (2008) donde el promedio de peso de huevo fue de 10,68 g en aves sin tratamiento y 10,89 g en las aves criadas recibiendo raciones con fosfato monoamónico y harina de algas como suplemento mineral.

Al realizar el análisis de varianza y la prueba de comparación de medias, se determinó que no existió diferencia significativa por lo que estadísticamente todos los tratamientos fueron iguales como se puede observar en la tabla 10, no se hallaron diferencias en los valores del espesor de la cáscara del huevo y dureza de la cáscara del huevo dentro de bloques para cada tratamiento, se evidencia un mejor comportamiento en las variables para las aves adultas (32 semanas de edad) que recibieron adición de minerales. Sin embargo, los valores están dentro del rango acorde a lo descrito por Svillacis y Vizhco (2016), donde el grosor de la cáscara del huevo para el tratamiento control en la producción de huevos de codornices presenta un promedio de 0,2044 mm ($\pm 0,0011$). Y también se acercan a los descritos por Melo et al. (2008), quienes obtuvieron promedio de grosor de cáscara de 0,23 a 0,24 mm en los diferentes tratamientos que incluyen o no la sustitución de fosfato bicálcico.

Según Ciriaco y Escalante (2013), los resultados obtenidos en este estudio podrían atribuirse a que la utilización de calcio y fósforo fino incluidos en la ración no genera cambio en la calidad de la cáscara del huevo, ya que incluso este parámetro se puede ver afectado negativamente cuando se utiliza el carbonato de calcio en forma de harina, observándose poca retención en el organismo, y en cambio se atribuye en gallinas que el uso de calcio y fósforo

grueso genera que haya una mayor retención de calcio y fósforo en la molleja de la gallina ponedora, así como una lenta liberación del mismo, que permite una mayor permanencia de los minerales circulantes en la sangre y por lo tanto una mayor utilización de calcio y fósforo. Por otro lado, la dureza o resistencia, determinada estuvo por debajo de los 0,9 Kg, lo cual difiere con lo reportado por Vásquez (2007), donde refiere que la resistencia para huevo de codorniz oscila entre 1 a 3 Kg de fuerza, además señala que esta variable puede verse afectada por la disponibilidad y asimilación de calcio, fósforo y vitamina D, que está presente en la dieta del ave.

Las variables evaluadas de ancho y largo del huevo no fueron influenciadas ($P>0,05$) por los tratamientos utilizados, esto quiere decir que todos fueron iguales estadísticamente como se observa en la tabla 10. Al observar los resultados donde se muestra la longitud del huevo se demuestra que el tratamiento, con mayor longitud promedio fue el T3 (33,49 mm) seguido de T2, T1, lo cual permite determinar que las aves adultas tienen mayor tamaño de huevo en comparación con las aves más jóvenes independientemente de la suplementación con minerales. Los resultados obtenidos difieren de los reportados por Aguiluz et al. (2013), ya que hallaron promedios superiores a 34,50 mm de longitud y promedios inferiores a 19,95 mm de ancho, en codornices alimentadas con diferentes concentrados comerciales.

En el porcentaje de índice morfológico; no se encontraron diferencias significativas ($P>0,05$), así, el índice morfológico mayor de los huevos es del T4 (79,62%), seguido por el T6 (78,39%). Mientras que el menor índice morfológico de los huevos producido por las codornices, es del T2 (76,24%). Estos resultados se hallan dentro del rango e incluso por encima del índice morfológico reportado en huevos de codornices alimentadas con dieta control (77,57%).

Asimismo, se puede inferir que los resultados de este ensayo están dentro de los rangos normales de huevo comercial de gallina, ya que el índice de forma del huevo oscila entre el 70 a 75% para proyectar una forma elíptica típica; aunque puede ser de 65% para huevos muy largos y 82% para huevos muy redondos, resaltando que los huevos en estos extremos de forma no son bien aceptados en el mercado por ser muy susceptible a romperse. (Svillacis y Vizhco, 2016).

Relación costo beneficio. El costo de producción de huevos para cada tratamiento y la relación costo beneficio se indica en las tablas 11 y 12, donde se puede evidenciar el costo de los minerales usados para la implementación en la alimentación de la codorniz.

Si bien la adición de minerales en la alimentación de codornices de 24 semanas no produjo un aumento significativo en los huevos producidos en el periodo experimental, si se puede observar un aumento en el ingreso neto, optimizando el desempeño productivo principalmente en las aves que recibieron la combinación de minerales, (carbonato de calcio y fosfato monocálcico), por otro lado las aves de más de 32 semanas de edad no genera beneficio en el desempeño productivo ni en el ingreso neto, pero no implica un sobre costo en la alimentación.

Tabla 11.*Costo de producción aves de 24 semanas*

Aves Jóvenes (24 semanas)					
Ítems productivos	Concentrado	Carbonato de calcio	Fosfato Monocálcico	50% Carbonato de Calcio 50%	Total
				Fosfato Monocálcico	
# Aves inicial	30	30	30	30	120
% Mortalidad	1		3	1	5
# Aves final	29	30	27	29	115
# Huevos	2085,3	2203,2	2155,50	2153,7	8597,7
Total concentrado (Kg)	67,5	67,5	67,5	67,5	270
Costo Concentrado (\$)	162000	162000	162000	162000	648000
Total gramos de minerales	0	67,5	67,5	67,5	254,25
Costo Minerales (\$)	0	51,3	513	282,15	846,45
Costo total	162000	162051	162513	162282	\$ 648.846,45
Ingreso total	187677	198288	193995	193833	\$ 773.793,00

Fuente: Datos recolectados en la Granja Barcelona. Autoría propia, 2022.

Tabla 12.*Costos de producción aves de 32 semanas*

Aves adultas (32 semanas)					
Ítems productivos	Concentrado	Carbonato de calcio	Fosfato Monocálcico	50% Carbonato de Calcio 50% Fosfato Monocálcico	Total
# de aves inicial	30	30	30	30	120
% de mortalidad	2		3	2	7
# de aves final	28	30	27	28	113
# de huevos	1396,8	1107,9	1125,00	1840,5	5470,2
Total					
Concentrado inicial (Kg)	67,5	67,5	67,5	67,5	270
Total costo alimento	162000	162000	162000	162000	648000
Total gramos de minerales inicial	0	67,5	67,5	67,5	254,25
Costo minerales en pesos/gramo	0	51,3	513	282,15	846,45
Costo total	162000	162051	162513	162282	\$ 648.846,45
Ingreso total	125712	99711	101250	165645	\$ 492.318,00

Fuente: Datos recolectados en la Granja Barcelona. Autoría propia, 2022.

Conclusiones

La literatura ha determinado que uno de los minerales esenciales para la nutrición de las aves es el Calcio, no solo por su función vital como componente principal de la estructura ósea, el balance ácido-base y el sistema enzimático, sino por su participación en la composición de la cáscara del huevo, y durante la calcificación de esta se genera pérdida de fósforo y la forma para volver a llenar las reservas de fósforo es alimentar con fósforo, a esto se suma que las aves en condiciones de elevada temperatura tienden a limitar el consumo de alimento y esto contribuye a que no sea posible cubrir el requerimiento diario de Calcio y Fósforo, lo cual se verá reflejado en alteraciones en la producción como en la calidad de los huevos.

Aunque la suplementación en codornices con minerales en este estudio no arrojó resultados significativos, y que probablemente se pueden atribuir a la capacidad de adaptación de las codornices a las condiciones de altas temperaturas a las cuales estaban expuestas, y por ende no generó una necesidad de suplementos o aditivos que contrarrestan los efectos del calor; permite considerar la inclusión de estos minerales en aves alimentadas con concentrado comercial y que podrían contribuir a cubrir las necesidades de minerales como el calcio y fósforo en la dieta de codornices en condiciones de clima cálido- tropical, que contribuyan a mejorar la calidad del huevo producido y conservar la producción en aves de más de 40 semanas de edad.

Recomendaciones

La inclusión de los minerales de uso común en la dieta de codornices presenta un buen potencial, especialmente para aves en zonas tropicales, por lo cual, realizar una evaluación que involucre un periodo de valoración más largo, es decir que la adición se realice en un grupo homogéneo etariamente, de manera tal que se puedan obtener más resultados y así poder analizar y evaluar con más contundencia.

El número de animales evaluados con los tratamientos puede ser una muestra mayor, de manera tal que se obtengan más datos en los que se alcance un punto de referencia más asertivo, con respecto a la postura de las aves.

No se cuenta con investigaciones suficientes y en condiciones similares a las de este estudio que permitan confrontar los datos obtenidos, por lo cual es de gran valor realizar investigaciones respecto a este tema.

Referencias Bibliográficas

- Acuña Robayo, LL, Hurtado Nery, VL y Torres Novoa, D (2014). Evaluación de la calidad del huevo de codornices (*Coturnix coturnix* japónica) utilizando algunos alimentos energéticos. Universidad de los Llanos. Rev Sist Prod Agroecol. 5(2): 30-43.
<https://revistas.unillanos.edu.co/index.php/sistemasagroecologicos/article/view/653>
- Aguiluz Novoa, Y.L, Cortez Escobar, A.A, & Urrutia Arevalo, C.J (2013). Alimentación de codorniz (*coturnix coturnix* japónica), en la fase de postura con cuatro concentrados comerciales, santiago nonualco 2011. Universidad de el salvador, tesis de grado, pp. 83. <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/3575/>
- Arias Torres, A. (2016). Factores relacionados con el metabolismo y suplementación con calcio en gallinas ponedoras. Universidad de La Salle, Ciencia Unisalle, 255.
<https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1254&context=zootecnia>
- Arrieta, A. (2005). Comunidad de Criadores de Codornices.
<http://codornices.blogspot.com>
- Bardají. JM. (2018). Anatomía y Fisiología de las Aves.
https://www.mendeley.com/catalogue/726e66e4-9711-3620-95ff-8e2889d9afca/?utm_source=desktop&utm_medium=1.19.4&utm_campaign=open_catalog&userDocumentId=%7Bb925f0e6-f06a-33de-ad0d-2f579c66a27f%7D
- Ballesteros Chavarro, H. H. (2018). *La cría de codornices: (Coturnicultura)*. Produmedios. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/13273>

- Bisson, E. 1996. Cría de la codorniz. Editorial Albatros SACI. P. 150-168.
- Campos Granados, C. (2015). El impacto de los micronutrientes en la inmunidad de los animales. Universidad de Costa Rica. Rev. Nutrición animal tropical, 9 (1): 1-23.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5166282>
- Ciriaco C, P & Escalante A, V. (2014). Evaluación de calcio y fósforo fino y grueso en la dieta de gallinas ponedoras en dos frecuencias de suministro sobre la calidad de la cáscara de huevo. Anales Científicos, 75 (1): 239 - 244.
- Cigoy, ML, Huberman Y, y Terzolo, HR (2016). Coriza Infecciosa. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Balcarce (INTA EEA Balcarce), Argentina. <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/coriza-infecciosa-t33283.htm>
- Cuellar, J.A (30/12/2021). Importancia de los minerales en la nutrición animal. Veterinaria Digital. <https://www.veterinariadigital.com/articulos/importancia-de-los-minerales-en-la-nutricion-animal/>
- Grimaldos, P.D (2020). Guía para la producción de codornices y sus derivados. Trabajo de grado, Universidad Cooperativa de Colombia, Bucaramanga.
http://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/20353/4/2020_guia_produccion_codornices.pdf
- Hurtado, V, Carreno, N, Murillo, G, & Granados, J. (2008). Efectos de la inclusión de harina de ripio de sangre sobre los parámetros productivos de codornices (*Coturnix coturnix japonica*). Orinoquia. 12 (1): 57-66.
- Hurtado Nery, V.L., Torres Novoa, D.M., & Ocampo -Durán, Á (2013). Efecto de los niveles de proteína sobre el desempeño de codornices japonesas en fase de

postura. *ORINOQUIA*, 17(1), 30-37. Retrieved April 22, 2023, from

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-37092013000100004&lng=en&tlng=es

Hurtado Nery, V.L., Guevara Paez, J.F., & Forero Osuna, D.J. (2017). Niveles de calcio para codornices en postura. *Orinoquia*, 21(2), 46-50.

<https://doi.org/10.22579/20112629.417>

Instituto de Estudios del Huevo (2023).

https://www.institutohuevo.com/formacion_huevo/

Jijaba Benavides, Darío Augusto. (2011). Niveles de calcio en la producción de huevos de codorniz (*Coturnix coturnix* japónica). Quevedo. UTREQ. 74 p.

<https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/2201>

Linnaei. C. (1758). *Systema naturæ per regna tria naturæ, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis*. pp. 161.

<http://www.biodiversitylibrary.org/item/10277#page/180/mode/1up>

Lucotte. G. (1985). *La codorniz- Cría y Explotación*, ediciones Mundi-Prensa. Versión española Diaz. R. G.

Melo, T., Ferreira, R., Oliveira, V., Carneiro, J., Moura, A., Silva, C., & Nery, V. (2008).

Calidad del huevo de codornices utilizando harina de algas marinas y fosfato monoamónico. *Archivos de Zootecnia*, 57(219): 313-319.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49515005004>

Moreno. J. *Aparato reproductor de las aves. Órganos y formación del huevo*

<https://aves.paradais-sphynx.com/temas/aparatoreproductor-de-las-aves-organos-y-formacion-del-huevo.htm>

National Research Council. 1994. Nutrient Requirements of Poultry: Ninth Revised Edition, 1994. Washington, DC: The National Academies Press.

<https://doi.org/10.17226/2114>.

Oriol, A. (1990). Usted puede criar codornices, faisanes y perdiz. El Ateneo, Madrid España.

Obregón Heredia, Robinson Olger (2012). 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. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2275>

Oróstegui P., César; Parraguez G., Víctor; Cepeda C., Raquel (1990). Ultraestructura del epitelio de folículos ováricos de la codorniz japonesa *Coturnix Coturnix Japonica*: Adaptaciones celulares que contribuyen a la formación del vitelo. Avances en Medicina Veterinaria, 5(2).

http://web.uchile.cl/vignette/avancesveterinaria/CDA/avan_vet_simple/0,1423,SCID%253D10791%2526ISID%253D423%2526PRT%253D8898,00.html

Ortega. M, G. (2013). Aparato reproductor de los animales vertebrados - Escolar - ABC Color [Imagen]. Imagen formación del huevo: <https://www.abc.com.py/edicion-impresas/suplementos/escolar/aparato-reproductor-de-los-animales-vertebrados-564111.html>

Pataron Andino, S.P. (2014). Dietas con diferentes niveles de proteína más aminoácidos sintéticos en el comportamiento productivo de codornices de postura. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba.

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3848>

Peralta. M. (2017). Bases de la Reproducción Aviar.

https://www.mendeley.com/catalogue/85da0c48-6149-3e77-a3ad2e558bd80f6f/?utm_source=desktop&utm_medium=1.19.4&utm_campaign=open_catalog&userDocumentId=%7Ba4aac525-3bdd-483a-8322-f8bbd976fe4c%7D

Pérez, P. F. (1973). Coturnicultura, Cría y Explotación industrial de codornices. Segunda edición. Editorial Científico Medico, Barcelona- Madrid.

Quintanilla García, JR (2012). Niveles de calcio en la calidad del huevo de codorniz (*coturnix coturnix japónica*) en santo domingo de los tsáchilas. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Tesis de grado, pp. 97.

<https://repositorio.utec.edu.ec/bitstream/43000/2503/1/T-UTEQ-0085.pdf>

Rodríguez Sinche, B.A (2022). Comportamiento productivo de codornices japónicas en ceba con la inclusión de harina de cabeza de camarón, Caridea, en el cantón Salinas. La Libertad. UPSE, Matriz. Facultad de Ciencias Agrarias. pp. 54.

<https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/7568>

Rosario, Jose & Nieves, Duilio. (2015). Producción y calidad de huevos de codornices alimentadas con dietas con harina de residuos aserrados de carnicerías. Revista Científica, XXV(2): 139-144. <https://www.redalyc.org/pdf/959/95935857008.pdf>

Rostagno HS, Albino LFT, Donzele JL, Comes PC, Oliveira RF, Lopes DC, Ferreira AS, Barreto SLT . (2011). Tablas Brasileiras para aves e suínos. Composigao de alimentos e exigencias nutricionais. 2 ed. Vigosa:UFV, pp. 186

Rostagno, H. (Ed.). (2017). Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos. Composición de Alimentos y Requerimientos Nutricionales, 4a Edición. Universidade Federal de

Lavras. Departamento de Zootecnia. Viçosa-Brasil.

<https://eliasnutri.files.wordpress.com/2018/09/tablas-brasilec3b1as-aves-y-cerdos-cuarta-edicion-2017-11.pdf>

Sánchez, C. (2004). Crianza y comercialización de codorniz, Colección Granja y Negocio. Lima Edición Ripalme, pp 3-45.

Torres. C. (2013). Evaluación de Calidad del Huevo de Codorniz (*Coturnix coturnix*) comercializado en el municipio de pasto, departamento de Nariño. Vol 85, Applied Microbiology and Biotechnology.

<https://doi.org/10.1016/j.bbapap.2013.06.007>

UCO.ES (s.f). Aula virtual UCO-6, Lección 11: Los minerales de los alimentos.

Macrominerales. Producción animal y gestión de empresas. Universidad de

Córdoba. <https://www.uco.es/zootecniaygestion/menu.php?tema=130>

Vásquez, R. E, & Ballesteros, H, H. (2007). La Cría de Codorniz: Produmedios, Producciones de Medios de Comunicación, pp.7.

<https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/13273>

Villacis Vivar, L.P. & Vizhco Minchala, C.I (2016). Evaluación de dos tipos de fitasa sobre la productividad y calidad del huevo en codornices. Universidad de cuenca, Ecuador, Trabajo de tesis, pp. 111.

<https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23619/1/Tesis-Fitasa-Codorniz.pdf>