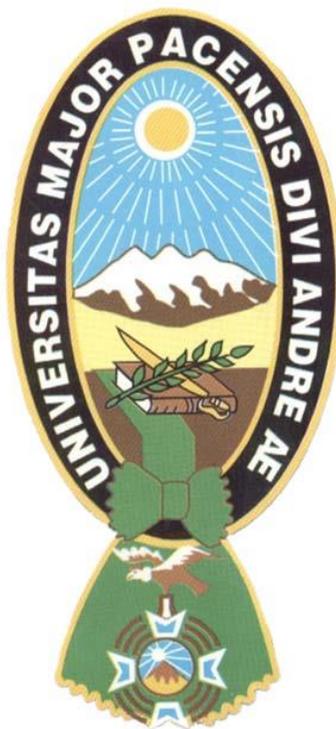


**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



TRABAJO DIRIGIDO

EFFECTO DE TRES NIVELES DE HARINA DE WALUSA (*Xanthosoma sagittifolium* sp.) EN LA PRODUCCIÓN DE CODORNICES DE POSTURA (*Coturnix Coturnix Japónica*) EN LA PROVINCIA MURILLO

BORIS ALEJANDRO VEIZAGA PEREDO

La Paz - Bolivia
2016

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

“EFECTO DE TRES NIVELES DE HARINA DE WALUSA (*Xanthosoma sagittifolium* sp.) EN LA PRODUCCIÓN DE CODORNICES DE POSTURA (*Coturnix Coturnix Japónica*) EN LA PROVINCIA MURILLO”

*Trabajo Dirigido presentado como requisito parcial
para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo*

Boris Alejandro Veizaga Peredo

Asesor:

Ing. PH. D. Carmen del Castillo

Revisores:

Ing. Víctor Castañón

Ing. Héctor Cortes

Aprobado

Presidente Tribunal Examinador

La Paz – Bolivia
2016

Agradecimiento

El presente trabajo va dirigido con una expresión de gratitud, afecto y mis mejores sentimientos, a todos mis seres queridos.

Doy gracias al divino creador a la Virgen de Copacabana y al Tata Lagunas por mantener viva la llama de esperanza y voluntad para poder culminar mis estudios académicos.

Doy gracias a Dios por otórgame la dicha de contar con unos padres maravillosos como Víctor Veizaga Frontanilla, quien con sus palabras, consejos y apoyo incondicional a logrado que pueda culminar una etapa más en la vida. A mi querida Mamá Lola Peredo Sánchez quien con su afecto, ternura, cariño incondicional a motivado en mi a darle la satisfacción de ser `profesional. Gracias mis queridos papas.

A mi esposa Sheila Quinteros Prudencio por su apoyo, ánimo que me brinda día con día para alcanzar nuevas metas, tanto profesionales como personales.

A mi querida hermana Jaqueline Veizaga que con su apoyo desinteresado ha coadyuvado a que yo termine con mis estudios académicos.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

DEDICATORIA:

A Dios.

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres, Víctor y Lola.

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha

*permitido ser una persona de bien, pero
más que nada, por su amor.*

CONTENIDO

INDICE DE TEMAS.....	I
INDICE DE CUADROS.....	II
INDICE DE FIGURAS.....	III
RESUMEN.....	IV
ABSTRACT.....	V

INDICE

RESUMEN	4
1. INTRODUCCIÓN	6
1.1 Antecedentes.....	7
1.2 Planteamiento del problema.....	7
1.3 Justificación.....	8
2. OBJETIVOS	9
2.1 Objetivo general.....	9
2.2 Objetivos específicos.....	9
2.3 Metas.....	9
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	9
3.1. Características generales de la codorniz.....	9
3.2. Características del huevo de codorniz.....	11
3.3. Alimentación.....	18
3.4. Características del cultivo de walusa.....	21
4. MATERIALES Y MÉTODOS	23
4.1. Localización.....	23
4.2. Materiales.....	24
4.3. Metodología.....	24
4.4. Diseño Experimental.....	29
5. SECCIÓN PROPOSITIVA	34
5.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
5.2. Consumo de alimento total.....	36
5.3. Conversión alimenticia.....	37
5.4. Porcentaje de postura.....	39
5.5. Porcentaje de mortandad.....	40
5.6. Peso al final de las codornices.....	42
5.7. Porcentaje de huevos rotos.....	43
5.8. Evaluación económica.....	45
6. SECCIÓN CONCLUSIVA	46
7. RECOMENDACIONES	48
8. BIBLIOGRAFÍA	49

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Análisis comparativo de la composición.....	13
Cuadro 2. Composición química del huevo de codorniz.....	15
Cuadro 3. Requerimiento nutricional de la codorniz.....	19
Cuadro 4 Análisis químico de los cormos de la walusa.....	23
Cuadro 5. Ración utilizada para cada tratamiento.....	26
Cuadro 6 Descripción de cada uno de los tratamientos.....	30
Cuadro 7. ANVA para el peso al inicio de la postura.....	34
Cuadro 8. Peso al inicio de la postura por niveles de walusa.....	35
Cuadro 9. Peso al inicio de la postura en densidades.....	35
Cuadro 10. ANVA para el consumo de alimento total.....	36
Cuadro 11. Consumo de alimento total por niveles de walusa.....	37
Cuadro 12. Consumo de alimento total en densidades.....	37
Cuadro 13. ANVA para la conversión alimenticia.....	37
Cuadro 14 Conversión alimenticia por niveles de walusa.....	38
Cuadro 15. Prueba de Duncan para la conversión alimenticia en densidades.....	39
Cuadro 16. ANVA para el porcentaje de postura.....	39
Cuadro 17. Porcentaje de postura por niveles de walusa.....	40
Cuadro 18. Porcentaje de postura en densidades.....	40
Cuadro 19. Porcentaje de mortandad por tratamiento.....	41
Cuadro 20 Peso al final del estudio por niveles de walusa.....	43
Cuadro 21. Peso al final del estudio en densidades.....	43
Cuadro 22. ANVA para el porcentaje de huevos rotos.....	43
Cuadro 23. Porcentaje de huevos rotos por niveles de walusa.....	44
Cuadro 24. Porcentaje de huevos rotos en densidades.....	44
Cuadro 25. Detalle del movimiento económico del estudio.....	45
Cuadro 26 Detalle del cálculo del beneficio costo obtenido por ración.....	46

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Morfología del huevo de codorniz	13
Figura 2. Líneas de codornices (Wikipedia, 2011)	16
Figura 3. Vista frontal de la batería de cría de codorniz	25
Figura 4. Programa de iluminación, durante los cuatro meses y medio de trabajo	27
Figura 5. Detalle del croquis experimental	300
Figura 6. Porcentaje de mortandad para cada tratamiento	411

RESUMEN

El trabajo de estudio se desarrolló en la ciudad de La Paz, Provincia Murillo, con la finalidad de evaluar dos densidades poblacionales de codornices de postura en baterías (jaulas) con la suplantación de harina de walusa como insumo energético en la ración alimenticia.

Los objetivos fueron evaluar el nivel óptimo de la harina de walusa en la alimentación de codornices de postura, identificar la densidad apropiada para la explotación de huevos de codorniz, determinar la conversión alimenticia para la producción de huevos, por cada tratamiento y calcular los costos parciales de producción.

Los resultados mostraron diferencias estadísticas para las variables cuantitativas, en donde: para el peso al inicio de la postura no existen diferencias significativas entre los bloques, la variación en el peso de los animales no presentó diferencias estadísticas. El análisis de varianza para el consumo de alimento total, muestra que existen diferencias significativas entre los bloques, y no así entre niveles, para la conversión alimenticia, muestra que existen diferencias significativas entre las densidades de 7 y 8 aves por jaula, y no así entre niveles, bloques ni en la interacción nivel*densidad, para el porcentaje de postura, muestra que existen diferencias altamente significativas entre bloques, y no así entre niveles, densidades, ni entre las interacciones nivel*densidad, para el peso al final del estudio, muestra que no existen diferencias significativas entre bloques, niveles, densidades, ni en la interacción nivel*densidad, esto quiere decir que: la producción para codornices de postura, en el tratamiento T₂ en cuanto al peso al inicio de la postura, conversión alimenticia y porcentaje de postura, resultó ser el más adecuado para la explotación coturnícula en condiciones de altura (ciudad de La Paz – Prov. Murillo), Los egresos económicos fueron calculados por tipo de ración la ración con 5% de harina de walusa y la ración con 10% de harina de walusa, tienen un beneficio costo de 1.21, lo que quiere decir que si hipotéticamente invirtiésemos 1000,00 Bs en la producción de codornices, lograríamos ganar 210,00 Bs, por lo tanto podemos indicar que la producción de codornices en la ciudad de La Paz es rentable al 21%.

SUMMARY

The research was conducted in the city of La Paz, Murillo Province, in order to evaluate two quail population densities stance batteries (cages) with impersonation walusa flour as energy input in the diet.

The objectives were to evaluate the optimal level of flour walusa in quail feeding posture, identify the appropriate density for the exploitation of quail eggs, determine the FCR for the production of eggs, for each treatment and calculate the partial costs of production.

The results showed different statistics for quantitative variables, wherein: for the weight at the beginning of posture no significant differences between the blocks, the variation in the weight of the animals do not show statistical differences. The analysis of variance for total consumption of food, shows that there are significant differences between the blocks, and not between levels to feed conversion, shows that there are significant differences between the densities of 7 and 8 birds per cage, and not between levels, blocks or the level * density interaction for laying percentage shows that there are highly significant differences between blocks, and not between levels, densities, or between level * density interactions for weight at end of study shows that there are no significant differences between blocks, levels, density, or the level * density interaction, this means that: production for quail position in the treatment T2 in weight at the beginning of posture, feed conversion and percentage of posture, turned out to be the most suitable for exploitation coturnícula in high altitude conditions (city of La Paz - Prov. Murillo), economic expenditures were calculated by type of ration ration with 5% flour walusa and the ration with 10% flour walusa, cost benefit of 1.21, which means that if we were to invest hypothetically 1000.00 Bs in producing quail, would achieve win 210,00 Bs therefore we can say that the production of quails in the city of La Paz it is profitable to 21%.

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los grupos vertebrados que el hombre a domesticado son las aves, a este grupo pertenecen las codornices; especie que se ha convertido en un recurso para obtener alimento y generar una forma de producción (Oriol, 1987).

La codorniz es muy apreciada por sus huevos ya que tienen bajo contenido de colesterol y alto índice proteico, haciéndolos muy recomendables para la alimentación de niños y ancianos; por otra parte, tienen mejor sabor que los de gallina (Vida rural, 2002).

Esta ave tiene un período de vida abierta (un solo ciclo de postura que no presenta fluctuaciones en la producción), que abarca los meses de otoño y parte del invierno. Su presencia en el mercado está asegurada durante todo el año, debido a su crianza masiva en granjas, donde crecen y se alimentan de igual modo que los pollos y las aves domésticas (Vida rural, 2002).

La coturnicultura es una rama de la avicultura, cuya finalidad es criar, mejorar y fomentar la producción de codornices para aprovechar sus productos: huevos, carne, codornaza, entre otros. Este tipo de explotación ha alcanzado su cúspide en el mercado, mostrando perspectivas amplias de comercialización e industrialización, en particular de las razas: japónica, coreana, faraónica, entre otras, las cuales son de gran interés zootécnico, por sus características de precocidad y alta producción de huevos (Vásquez y Ballesteros, 2007).

La incorporación de harina de walusa en su dieta, podría aminorar los costos de producción, para una producción de animales menores, en este caso, es necesario preparar dietas con alimentos de alta calidad y que cubran los requerimientos nutricionales de la especie. Los alimentos destinados para los animales pueden ser de origen animal y/o vegetal, siendo estos últimos los más utilizados, por las características nutricionales de los animales y el costo de producción (Quispe, 2006).

1.1 Antecedentes

Estudios realizados en Maracay, con harina de walusa, indican que tienen enormes posibilidades para ser empleadas en la dieta alimenticia de los animales, por sus características de toda la planta de la walusa, ya que puede ser comestible, es así que tanto el cormo, el cormelo de la walusa constituye excelentes fuentes de proteína y energía, más ricos en carbohidratos no muy exploradas para ser utilizadas como fuente de alimentación humana y animal. La walusa tiene un alto contenido de tiamina, riboflavina, vitamina C hierro; posee un contenido de almidón superior al de la yuca, proteínas y minerales (Montaldo, 1991).

Nuñes del Prado indica: Emplear harina de walusa como alimento energético en raciones balanceadas para animales menores, en remplazo de aquellos cereales que tradicionalmente son usados como fuente de energía. En la cual sugiere realizar estudios, utilizando harina de walusa en las raciones balanceadas, con el fin de obtener mejores resultados en parámetros productivos. (Nuñes del Prado 2007)

1.2 Planteamiento del problema

Después de la soya, el maíz es el cultivo que mayor superficie ocupa en Bolivia y representa aproximadamente el 36 por ciento de la producción total de cereales. Los departamentos de Santa Cruz y Tarija son los principales productores de maíz, con el 65 por ciento y 9 por ciento respectivamente. (Bolivia Rural 2012).

Según datos de la FAO, el rendimiento del cultivo de maíz en el país es uno de los más bajos de la región 2,8 kg/ha, comparado por ejemplo con rendimientos de 10,5 kg/ha en Chile. Los principales problemas para el bajo rendimiento de maíz en Bolivia, en comparación con los países vecinos, residirían en suelos poco fértiles, el uso de semilla de baja calidad, insuficiente infraestructura de riego, escaso uso de tecnologías de control de plagas, problemas fitosanitarios y el mal manejo del cultivo (FAO, 2014).

La Seguridad Alimentaria en Bolivia es un tema de vital importancia. Cada vez se evidencia, con mayor frecuencia, que son más los sectores de la población boliviana que todavía sufren los efectos de una alimentación insuficiente o inadecuada, la cual se expresa principalmente en las altas tasas de desnutrición crónica y/o la presencia de déficits específicos de algunos. Contradictoriamente, la mayoría de esta población es indígena y campesina, o sea, productora agropecuaria. (PROCOSI, 2013).

La walusa o papa yungueña es una fuente de energía que se puede aprovechar como insumo de alimentos balanceados en animales menores, con el fin de reducir los costos de producción, e incrementando los ingresos económicos del sector rural.

1.3 Justificación

El presente estudio propone una alternativa que mejore la calidad de vida de los agricultores, la misma que está orientada a mejorar el rendimiento productivo de las codornices (huevo), en dos densidades poblacionales con la suplantación de harina de walusa.

El alimento esencial de cualquier producción avícola es el maíz, el cual en nuestro medio (La Paz) es costoso y en algunas épocas del año no es fácil de conseguir, por la gran demanda que se tiene, dicho producto, es usado de manera ocasional para la alimentación de la población rural. Por eso es que se quiere dar un valor agregado a la producción de walusa.

Así mismo mediante el trabajo de investigación se pretende evaluar el comportamiento de la harina de walusa en la alimentación de codornices, que sustituirá en porcentajes considerables al maíz, con el fin de probar la postura de esta especie y tener una alternativa alimenticia para animales menores, que cumpla con los requerimientos nutricionales de la especie.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de tres niveles de harina de walusa (*Xanthosoma sagittifolium* sp.) en la producción de codornices de postura (*Coturnix coturnix japónica*), en la provincia Murillo.

2.2 Objetivos específicos

- Evaluar el nivel óptimo de la harina de walusa en la alimentación de codornices de postura.
- Identificar la densidad apropiada para la explotación de huevos de codorniz.
- Determinar la conversión alimenticia para la producción de huevos, por cada tratamiento.
- Calcular los costos parciales de producción del presente estudio.

2.3 Metas

- Calculo de raciones utilizando como insumo la walusa, para los distintos tratamientos; en tablas dinámicas utilizando programas de Microsoft Excel para los distintos tratamientos.
- Implementar un manual de manejo, de codornices, usando como insumo en la ración la harina de walusa,

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. Características generales de la codorniz

3.1.1. Origen e importancia

Las codornices son originarias de Europa, Norte de África y Asia y pertenecen al grupo de las Gallináceas, a la familia Phasianidae, subfamilia Perdicionidae (Lucotte, 1985). La codorniz europea (*Coturnix coturnix coturnix*) se introdujo en Japón en el siglo XI donde se cruzó con especies salvajes dando lugar a la codorniz doméstica

(*Coturnix coturnix japonica*), la cual es una especie japonesa que anida en la isla de Sakhaline y en el archipiélago del Japón.

Se tiene la referencia de que la codorniz emigra a Siam, Indochina y Taiwán y que en el siglo XIX fue introducida a Europa y a Estados Unidos como ave de investigación y de ornamento, llegando luego a alcanzar importancia en la producción avícola (Bertechini, 2003).

La codorniz es un ave que pesa al nacer aproximadamente 7g. y que requiere de 5 a 6 semanas para llegar a ser adulta; edad en la que se comercializa su carne y comienza a producir huevo, el cual representa el 10% de su peso corporal, lo que demuestra su excepcional capacidad de conversión de alimento, que supera por mucho a las gallinas de postura (3%), es por esta y otras razones que la codorniz es un buen prospecto de explotación pecuaria (Pérez y Pérez, 1974).

3.1.2. Descripción morfológica

La codorniz es un ave que está cubierta de plumas; extremidades anteriores convertidas en alas, de habitual adaptación al vuelo, extremidades posteriores que le sirven para andar, pasearse o nadar, generalmente con cuatro dedos; boca modificada en un pico sin dientes; cráneo con un cóndilo occipital; pelvis soldadas a numerosas vértebras; corazón con cuatro cámaras; pulmones compactos, con sacos aéreos; sin vejiga para la orina y temperatura corpórea regulada (Pérez y Pérez, 1974).

3.1.3. Clasificación taxonómica de la codorniz

El FDA (1997), indica la clasificación taxonómica de la codorniz (*Coturnix coturnix japonica*) de la siguiente forma:

Reino: Anima
Tipo: Vertebrado
Clase: Ave
Subclase: Carenadas
Orden: Gallináceas
Familia: Phasianidae
Género: Coturnix
Especie: *Coturnix japónica*
Nombre común: Codorniz

3.1.4. Países de explotación

En algunos países de Sudamérica, la coturnicultura está incrementándose por presentar las condiciones climatológicas apropiadas para la especie, como es el caso de Colombia, Venezuela, Brasil y Argentina, donde se han multiplicado los centros de producción durante la última década, al igual que en México, en este último la codorniz representa una agradable opción para acompañar los platos típicos (García, 2002).

3.2. Características del huevo de codorniz

El Huevo de codorniz es ovoide en el 80% de los casos, excepcionalmente de forma alargada, redondeada o tubular, debido a deficiencias y deformaciones en el aparato reproductor, el diámetro transversal es de 2,41 cm y el diámetro longitudinal de 3,25 cm aproximadamente.

El huevo tiene un peso promedio de 11,40 g aproximadamente, pues el grosor de la cáscara, la alimentación de las reproductoras, la humedad y la temperatura ambiente principalmente, hacen que varíe en el peso (Ramírez, 2001).

3.2.1.1. Características cuantitativas

Terán (2014) indica que las características cuantitativas de producción se rigen por:

- Precocidad
- Peso al nacer (6 – 12 g)
- Peso adulto (45 – 50 g)
- Inicio de postura: a los 35 días
- Rápido desarrollo embrionario (Incubación 16 – 17 días)
- Tamaño pequeño
- Hembra: 150 gramos
- Macho: 130 gramos
- Buena conversión 1,5 a 2,5 g alimento/g ave
- Alta producción: 240-320 huevos/ave/año
- Peso de los huevos: 7 a 14 gramos
- Longevidad 2 a 3 años de producción
- Madurez sexual precoz

3.2.1.2. Características de la temperatura

En la cría de codorniz, inicialmente y durante los primeros siete días, la temperatura debe oscilar entre los 35–38 grados centígrados; desde el inicio de la cuarta semana en adelante ya no necesitan calor salvo que estén en lugares cuya temperatura ambiente sea inferior a veinte grados, en cuyo caso se mantendrán los 24–25 grados (Vásquez y Ballesteros, 2007).

- De 1 a 3 días 40° C a 38° C
- De 4 a 7 días 37° C a 35° C
- De 7 a 14 días 34° C a 30° C
- De 15 a 25 días 29° C a 25° C

La temperatura ambiente debe oscilar en el rango de: 18 a 20° C durante todo el año, aunque este valor medio puede ser más bajo durante el invierno y más alto

durante el verano. La importancia radica en la no existencia de cambios bruscos de temperatura que provoquen la muda forzada de los animales y el paro en la puesta.

La edad del inicio de la postura es de 6 a 8 semanas con un peso de 130 a 200 g por lo que produce entre 300 a 400 huevos por año. Para la etapa de crianza, siempre deberá existir iluminación indirecta, pero constante, sea natural o artificial. Un foco de 60 watts, es suficiente para iluminar un rodete de 2,80 m, a una distancia de 2,50 m (Vásquez y Ballesteros, 2007).

3.2.1.4. Morfología del huevo de codorniz

La estructura del huevo de codorniz, en términos generales, es la misma que el huevo de gallina, como se muestra en el cuadro 1 al comparar la composición con el de la gallina.

Cuadro 1. Análisis comparativo de la composición

Composición	Gallina	Codorniz
Peso promedio	67.8	11.4
Porción	88.4	88.59

Fuente: Closa y Cabrera (1999).

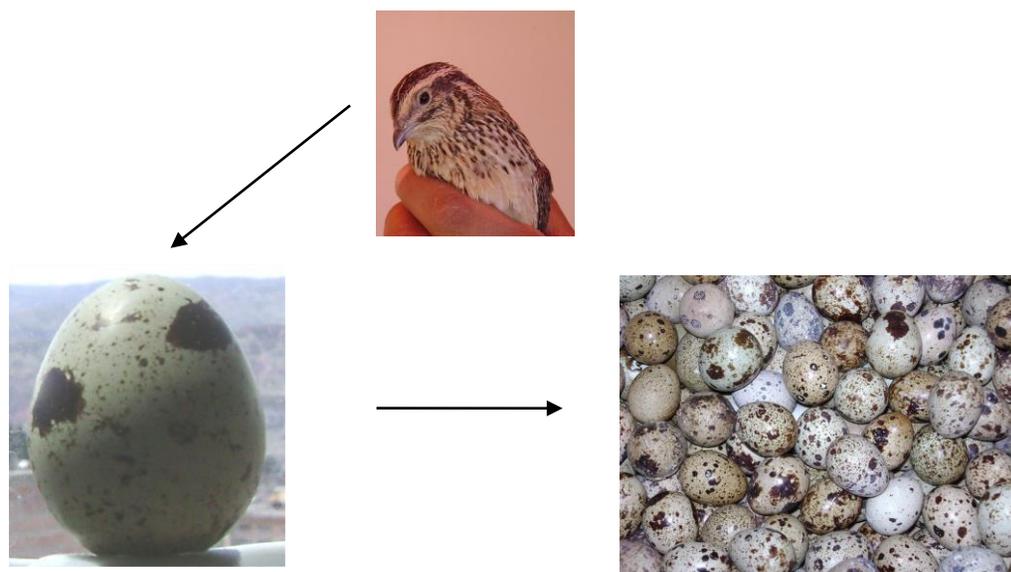


Figura 1. Morfología del huevo de codorniz

La cáscara limita físicamente el contenido del huevo, al ambiente que rodea y constituye una barrera protectora contra la penetración de microorganismos; está dividida en cutícula, cáscara propiamente dicha y membranas (clara y yema):

a) La cutícula, es poco soluble en agua, posee una estructura parecida a la del colágeno, se encuentra atravesada por una infinidad de poros y está compuesta aproximadamente de 90% de proteína; entre los aminoácidos que la componen están: glicina, lisina, cistina y tirosina (Stadelman y Cotterill, 1995).

b) La cáscara, conocida también como estrato calcario, limita exteriormente con la cutícula e interiormente con las membranas, está compuesta principalmente por cristales de carbonato de calcio, es permeable a los gases, porque en el almacenamiento del huevo penetra aire y el volumen de la cámara de aire (formada entre la cáscara y las membranas) aumenta, lo que constituye un indicio de mayor frescura (Cheftel, 1989).

c) La clara, está constituida por cuatro capas distintas que son: externa fluida, densa, Interna fluida y chalazas. La proporción de cada una de estas capas es variable, atribuyéndose esto a la raza, condiciones ambientales, tamaño del huevo y nivel de producción. El componente mayoritario de estas capas es el agua, descendiendo ligeramente su contenido desde las externas hacia las internas (Stadelman y Cotterill, 1995).

d) La yema, consiste en una dispersión de partículas en una fase acuosa o plasma, sus componentes mayoritarios son proteínas y lípidos, existiendo cantidades menores de carbohidratos y minerales. Contienen la mayoría de los lípidos del huevo, siendo estos principalmente triglicéridos y fosfolípidos. La intensidad del color de la yema depende del contenido de carotinoides, lo cual está relacionado con la alimentación de la codorniz (Cheftel, 1989).

El F.D.A. (1997) reporta la composición del huevo de codorniz como sigue: Clara, 47.4%, - Yema 31.9% y - Cascara 20.7%

3.2.1.5. Composición química del huevo

Características cuantitativas del huevo de codorniz

Contenido proteico

Respecto al contenido proteico se ha comprobado que un huevo de codorniz es equivalente a 100 gramos de leche, conteniendo además, una mayor cantidad de hierro que este producto. Este alto contenido proteico se debe fundamentalmente a la alta porción de yema que contiene el huevo de codorniz.

El huevo de codorniz se destaca por el alto contenido de proteína, así como también la cantidad de calcio, fosforo, potasio y magnesio que hace un adecuado suplemento de minerales, esta cualidad además del alto porcentaje de digestibilidad (95%), se convierte en un alimento ideal para la dieta de niños y ancianos como se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Composición química del huevo de codorniz.

Elemento	Porcentaje (%)	Elemento	Porcentaje (%)
Agua	71	Sodio	0.24
Proteína	16	Fosforo	0.12
Grasa	11.50	Cloro	0.18
Sales	0.08	Azufre	0.03
Calcio	0.04	Hierro	0.32
Magnesio	0.12	Magnesio	0.24

Fuente: FDA (1997).

Se ha comprobado que un huevo de codorniz equivale a 100 gramos de leche, además contiene mayor cantidad de hierro. Este alto contenido proteico se debe fundamentalmente a la alta porción de yema que contiene el huevo de codorniz.

3.2.2. Líneas de crianza

Wikipedia (2011), menciona que Existen diferentes líneas de crianza de codorniz:

Japónica (*Coturnix coturnix* Japónica)



Africana (*Coturnix coturnix* Africana)



Australiana (*Coturnix pectoralis*)



Común o silvestre (*Coturnix coturnix* Coturnix)



De Cabo Verde (*Coturnix coturnix* Inopinata)



Figura 2. Líneas de codornices (Wikipedia, 2011)

3.2.3. Anatomía y fisiología del aparato digestivo de la codorniz

Según Vásquez y Ballesteros (2007), el aparato digestivo de la codorniz cumple la función de transformar los alimentos y está constituido por:

a) Boca, este órgano está formado por el pico, el cual actúa a manera de tijera y tiene la función fisiológica de aprehender los alimentos.

b) Esófago y buche, el esófago de la codorniz tiene una longitud de 10 a 14 cm y el buche es una dilatación del esófago, cuya finalidad es la de almacenar el alimento consumido; es bastante grande en los polluelos, en animales en cautiverio presenta un menor desarrollo y muestran hipertrofias cuando son alimentadas con dietas de harinas.

c) Proventrículo o molleja, es el verdadero estómago, tiene forma fusiforme y su desarrollo está relacionado con el régimen alimenticio; la molleja es un órgano redondeado y de paredes musculares, las cuales realizan movimientos contráctiles para triturar el alimento.

d) Hígado y vesícula biliar, el hígado es grande y bilobulado, con conductos que se dirigen directamente hacia el duodeno a través de la vesícula biliar, cuya secreción es ácida, muy rica en amilasa y lipasa, por lo tanto eficiente en la digestión de grasas y proteínas.

e) Ciegos, se encuentran situados en los límites del intestino grueso, constituye dos formaciones simétricas de igual longitud, juegan un papel importante en la síntesis de vitamina B cuando las condiciones biológicas son adecuadas.

f) Intestino delgado, es el segmento más largo del aparato digestivo.

g) Intestino grueso, es muy corto y no se puede diferenciar la línea de separación entre segmentos (colon mayor, colon menor y recto).

h) Cloaca, es un órgano que puede considerarse como vestíbulo del aparato genital (oviducto) y, a la vez, desembocadura del aparato digestivo y del aparato urinario, por donde se evacúan los excrementos sólidos y líquidos simultáneamente durante la defecación y sirve también como prolapso del oviducto, acompañando al huevo hasta el exterior. El oviducto es un conducto largo y contorneado, a lo largo de este se va formando el huevo antes de ser expulsado por la cloaca. Sin embargo, el oviducto tiene un pobre desarrollo en las primeras semanas de vida y sólo se puede observar mediante el microscopio.

3.3. Alimentación

Una buena dieta es aquella que cumple todos los requerimientos nutricionales del animal, tanto para su desarrollo como para la producción de huevos. La deficiencia de algún nutriente, puede ser causante de retraso en el desarrollo, disminución en la postura y hasta puede provocar susceptibilidad contra enfermedades (García, 2002).

El requerimiento nutricional de la codorniz es mayor al de la gallina de postura, quizás esto se deba a la mayor actividad física de esta especie. Con el tiempo se han definido niveles de 25% de proteína en la dieta, con el fin de mejorar el desempeño de las codornices japónicas.

Es importante considerar el hecho de que las codornices, han mostrado serios trastornos digestivos y reproductivos al ingerir alimento no especificado, que no solo disminuye hasta la totalidad la postura, sino que puede incluso ocasionar la muerte del animal (Vásquez y Ballesteros, 2007).

3.3.1. Requerimiento nutricional

Las codornices son animales precoces y de alto rendimiento en la producción de carne y huevo, requiere una dieta con valores proteicos que varíen desde el 22 % al 24 % como mínimo; es indispensable que dispongan de agua limpia y fresca durante todo el tiempo (Cuadro 3). Cada codorniz consume 23 gramos de concentrado, en granulado pequeño o harina preferentemente (N.N.R.C., 2000).

Cuadro 3. Requerimiento nutricional de la codorniz

Nutriente	Cantidad	Nutriente	Cantidad
E.M/kg	2800	Yodo	%0.3
Proteína	24 %	Glic +	%0.5
Calcio	%2.3	Lisina	%0.64
Fósforo	%0.5	Met +	%0.55
Sodio	%0.15	Acid.Linol	%1.0
Cloro	%0.11	Colina	1999 mg

Fuente: Nutrición National Research Council (2000).

Es de destacar la baja cantidad de publicaciones sobre nutrición de esta especie en los últimos 10 años, así como la ausencia de datos publicados sobre la composición del canal, que reduce nuestros conocimientos y dificulta centrar las especificaciones nutricionales en formulación práctica, por tanto la información existente sobre requerimientos nutricionales de las codornices es escasa y poco actual.

3.3.1.1. Determinación de los requerimientos nutricionales

Los requerimientos nutritivos para una sustancia en particular se determinan hallando la cantidad máxima de este principio, que permita el desarrollo pleno de la función fisiológica o de las características económicas que interesen.

Algunos alimentos son más valiosos que otros; es importante conocer la medida de su utilidad relativa.

3.3.1.2. Insumos que se utilizan en las raciones para aves de corral

Para FAO (2014), los insumos principales que se usan para la formulación de raciones en aves de corral son los siguientes.

✓ **Alimentos energéticos:**

La principal fuente energética para aves son los granos de cereales y sus subproductos y grasas. El grano más importante es el maíz, ya que aporta la tercera parte, del total del alimento que las aves ingieren. El trigo ocupa el segundo lugar y el tercero son los granos de sorgo. En la actualidad se ocupa mucho las grasas de animales y vegetales en los alimentos para aves ya que las grasas se tornan menos

polvorizadas a la mezcla de alimentos, les confiere mejor sabor y mejoran su estructura u aspecto. Sin embargo, la incorporación de grasas en los alimentos para aves requiere de buenos equipos de mezclado.

✓ **Suplementos proteicos:**

Por lo general al administrar varias fuentes de proteínas se obtiene mejores resultados que con una sola. La mayoría de los suplementos proteicos de origen animal aportan minerales y vitaminas que afectan mucho el valor de la ración de aves, pero por lo general su composición es más variable que la de los suplementos vegetales.

Entre los suplementos de origen animal que se emplean comúnmente, están los subproductos de la carne y la leche, productos del mar (harina de pescado) y subproductos animales tales como harina de sangre, plumas de ave de corral hidrolizadas y harina de subproductos de ave.

Los suplementos proteicos vegetales más frecuente utilizados son la harina de soja, de algodón, de maní, girasol y limitadas cantidades de harina de lino; harina de gluten de maíz y harina de alfalfa.

✓ **Suplementos minerales:**

Las aves de corral requieren suplementos minerales para la formación del esqueleto cuando están en crecimiento, para la formación del huevo.

Los suplementos de calcio que se emplean comúnmente, son piedra caliza molida, conchilla aplastada o harina de la misma; harina de huesos y calcita, tiza y mármol molido. En los casos de que se tenga que agregar calcio y fósforo a la ración, se emplea harina de hueso, fosfato dicálcico, fosfato desfluorado y fosfato coloidal.

3.3.1.3. Aditivos no alimenticios

De acuerdo al N.N.R.C.,(2000).los aditivos más comunes son los siguientes:

✓ **Antibióticos:**

Se usa en los alimentos para su efecto estimulante de crecimiento. Si bien es cierto que aún no se conoce con certeza la causa de los efectos estimulante.

Por lo general se dan antibióticos a las aves a razón de 5 a 10 g por tonelada de alimento, según el antibiótico que se trate.

✓ **Antioxidantes:**

Son compuestos químicos capaces de inhibir transitoriamente los efectos del oxígeno sobre los ingredientes sensibles de los alimentos.

3.3.1.4. Enfermedades más comunes

En general las codornices no necesitan vacunas ni medicamentos: a lo sumo pueden padecer coriza infecciosa *Haemophilus paragallinarum*. originada en un golpe de frío, la resistencia de la codorniz a las enfermedades se debe a su reproducción poligamia, que evita el emparentado que fija falta de resistencia de los animales. Al ser de clima subtropical, cuando quedan expuestas a corrientes de aire frío pueden contraer Coriza, una virosis similar a la gripe humana. Suele darse sulfas en el agua para controlar las bacterias de las mucosas. Esta ave es muy resistente al coriza. Raramente afectan más de 5 % del plantel y en general a las muy viejas. No es una enfermedad sino el cambio de plumas lisas, frescas, de verano que cambian por plumas abrigadas para invierno. Al replumar, destinan las proteínas del alimento para generar plumas en desmedro de la postura de huevos y concluye en pocos días. Coriza y replume no ocurren cuando se las tienen abrigadas. (Pérez y Pérez, 1974).

3.4. Características del cultivo de walusa

3.4.1. Origen y distribución

CORPOICA (2012), señala que el origen de la walusa *Xanthosoma sagittifolium* sp son los trópicos americanos y específicamente en las Islas Antillas, y que este cultivo se trasladó al oeste del continente Africano. Cuando los europeos llegaron al Continente Americano, encontraron este producto desde el sur de México hasta Bolivia.

Entre los países de América central o del Sur, en la zona de las Antillas se ha encontrado la mayor cantidad de eco tipos de walusa. En Bolivia el cultivo de walusa se realiza principalmente en los Yungas del Departamento de La Paz, en el trópico de Cochabamba, denominándola “papa yungueña”, y en pocas cantidades en el Departamento del Beni. Actualmente se presume una superficie cultivada de 300 ha, con rendimientos que bordean las 3 y 5 t/ha (M.D.S.P., 2002).

3.4.2. Clasificación taxonómica

Terán (2014), presenta la siguiente clasificación taxonómica:

Reino: Vegetal

Clase: Angiosperma

Orden: Spathiflorea

Familia: Araceae

Género: Xanthosoma

Especie: Saguittifolium

Nombre Científico: Xanthosoma saguittifolium sp.

3.4.3. Composición química y valor nutricional de la walusa

En el análisis químico realizado por Schultz (1993), se determinó que los tallos subterráneos (cormos), presentan valores alimenticios mayores a los que tienen la papa y otros tubérculos en lo que respecta a carbohidratos, proteínas, vitaminas y minerales.

El análisis químico para la walusa, fue realizado a partir de la pulpa, cáscara, y del cormo total, confirmando que los cormos de la walusa son altamente energéticos por la cantidad de carbohidratos que posee, además de contener cantidades importantes de proteína, fibra, vitamina y minerales (Cuadro 4).

Cuadro 4. Análisis químico de los cormos de la walusa

Composición	Cormelos pulpa	Cormelos cáscara	Cormo total
Proteína cruda	6,0 – 8,9 %	5,1 – 9,6 %	10,2 – 19,5 %
Extracto etéreo	0,4 – 0,7 %	0,5 – 0,9 %	0,5 – 1,3 %
Fibra cruda	1,5 – 2,4 %	4,1 – 6,8 %	5,2 – 7,4 %
Carbohidratos	81,9 – 85,9 %	71,4 – 80,9 %	64,7 – 78,3 %
Ceniza	4,7 – 5,9 %	8,2 – 11,7 %	5,5 – 8,8 %
Calcio	0,3 – 0,9 %	0,1 – 0,2 %	0,2 – 0,3 %
Fósforo	0,2 – 0,6 %	0,1 – 0,3 %	0,4 – 0,6 %
Potasio	1,1 – 2,0 %	1,5 – 3,1 %	1,1 – 2,1 %
Magnesio	0,1 – 0,1 %	0,1 – 0,9 %	0,1 – 0,5 %
Sodio	0,2 – 0,3 %	0,1 – 0,2 %	0,2 – 0,4 %
Hierro	100 – 285 (ppm)	87.7 – 2.107 (ppm)	114 - 309 (ppm)
Zinc	24 – 43 (ppm)	11 – 45 (ppm)	50 - 178 (ppm)
Cobre	8 – 20 (ppm)	16 – 22 (ppm)	22 - 24 (ppm)

Fuente: Schultz (1993).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Localización

4.1.1. Ubicación geográfica

El trabajo se realizó en la Ciudad de La Paz, provincia Murillo, situada en las siguientes coordenadas geográficas 16°29'40.86" Latitud Sur y 68°06'42.91" Longitud Oeste, distante a 22,3 km del centro, a una altitud de 3445 m.s.n.m. (Google Earth, 2001).

4.1.2. Características climáticas

La Provincia Murillo del Departamento de La Paz tiene un clima de montaña con inviernos secos y fríos con nevadas ocasionales y veranos frescos debido a las lluvias. La temperatura media durante el día se encuentra entre los 15 a 20 °C, pero con el verano tropical y el sol las temperaturas pueden llegar a 27 °C. Sin embargo justo después de anochecer el aire conserva poco calor, en la noche las temperaturas caen drásticamente y se sitúan justo por encima de cero grados, La Paz tiene una precipitación promedio de 512 milímetros por año (SENAMI, 2015)

4.2. Materiales

4.2.1. Material biológico

El trabajo se realizó con 120 codornices en etapa de cría, las mismas han sido compradas en Cochabamba.

4.2.2. Material de campo

- 4 comederos divididos en 4
- 16 bebederos
- 1 balanza electrónica
- 2 criaderos térmicos (eléctricos)
- 16 planilla de registros
- 1 cuaderno de campo
- 1 cámara fotográfica
- 4 focos de 100 w

4.2.3. Material de gabinete

- Computadora
- Material de escritorio
- Libros de consulta

4.3. Metodología

4.3.1. Material biológico

Para el estudio se emplearon 120 codornices (*Coturnix coturnix japonica*), secas divididas en 16 grupos de 8 y 7 aves en etapa de postura (7 semanas de edad) provenientes de la ciudad de Cochabamba, de la comunidad Villa Tunari y ambientadas en la ciudad de La Paz durante 40 días.

4.3.2. Infraestructura

El ensayo se desarrolló en una infraestructura acondicionada, con paredes de ladrillo revestidas con cal para su fácil desinfección, un techo de policarbonato para aumentar la temperatura ambiente en el día y para la noche se armaron criadores térmicos, eléctricos con sensores digitales; dentro de dicha instalación se colocó una batería de 4 pisos o niveles, dividida en 16 unidades experimentales, construida de hierro y revestida con pintura anticorrosiva, incluyendo comederos y bebederos para cada unidad experimental como se ve en la Figura 3.



Figura 3. Vista frontal de la batería de cría de codorniz

4.3.3. Procesamiento de la harina de walusa

Para la obtención de harina de walusa, se quitó de cada uno de los tubérculos la cascara, para posteriormente cortarlo en rodajas delgadas; una vez obtenidas las rodajas se cubrió todas estas con una tela blanca, con el fin de evitar la desnaturalización del producto a causa de los rayos directos del sol. El secado de la walusa demoró una semana, luego se procedió a moler el producto con la ayuda de una moledora manual, y así, obtener la harina de walusa que se utilizó para añadirla al alimento balanceado para conformar cada uno de los tratamientos.

4.3.4. Formulación de las raciones

Para la formulación de raciones, se empleó matrices en una hoja de cálculo de Microsoft EXCEL, según los requerimientos nutricionales de las codornices y una base de datos para los valores nutricionales de los insumos (cuadro 5).

Cuadro 5. Ración utilizada para cada tratamiento.

INSUMO	Ración testigo	Ración 5% H. Walusa	Ración 10% H. Walusa	Ración 15% H. Walusa
	Cantidad (kg)	Cantidad (kg)	Cantidad (kg)	Cantidad (kg)
Maíz grano	60.00	57.00	54.00	51.00
Torta de soya	15.00	15.00	15.00	15.00
Soya Integral	7.00	7.00	7.00	7.00
Conchilla	5.00	5.00	5.00	5.00
Harina de Sangre	6.00	6.00	6.00	6.00
Calcita o CaCO ₃	2.00	2.00	2.00	2.00
Sorgo	5.00	5.00	5.00	5.00
Walusa	0.00	3.00	6.00	9.00
Costo por kg de Alimento	2.23	2.25	2.27	2.30
Costo por 100 kg de alimento	223.04	225.23	227.42	229.61

4.3.5. Alimentación

La alimentación se realizó con alimento concentrado, balanceado adecuadamente para las codornices de postura, en el que uno de los insumos utilizados como fuente de energía fue la harina de walusa. Las aves por naturaleza comen más al atardecer y por la mañana, es así que se decidió proporcionar el alimento de la siguiente manera:

Se les proporcionó el alimento a las aves 3 veces al día; la primera distribución y la más importante se realizó a hrs. 6:00am, la segunda a hrs. 12:00am, y la última a hrs 17:00pm. La cantidad de alimento suministrado cada día fue de 23 gramos por ave.

4.3.6. Actividades de campo y registro de datos

Las actividades realizadas fueron las siguientes:

1. Durante el traslado de las aves es muy importante considerar que estos se deshidratan y se estresan bastante, es por esta razón que al llegar al galpón se les suministro abundante agua durante tres horas.
2. Se realizó el pesaje inicial correspondiente, de todas las codornices.
3. Se comenzó a distribuir a los animales de manera aleatoria a cada unidad experimental.
4. Para estimular el crecimiento, la madurez sexual y el consumo de alimento, se efectuó el siguiente programa de iluminación, con los arreglos correspondientes a los cambios de la duración natural del día.

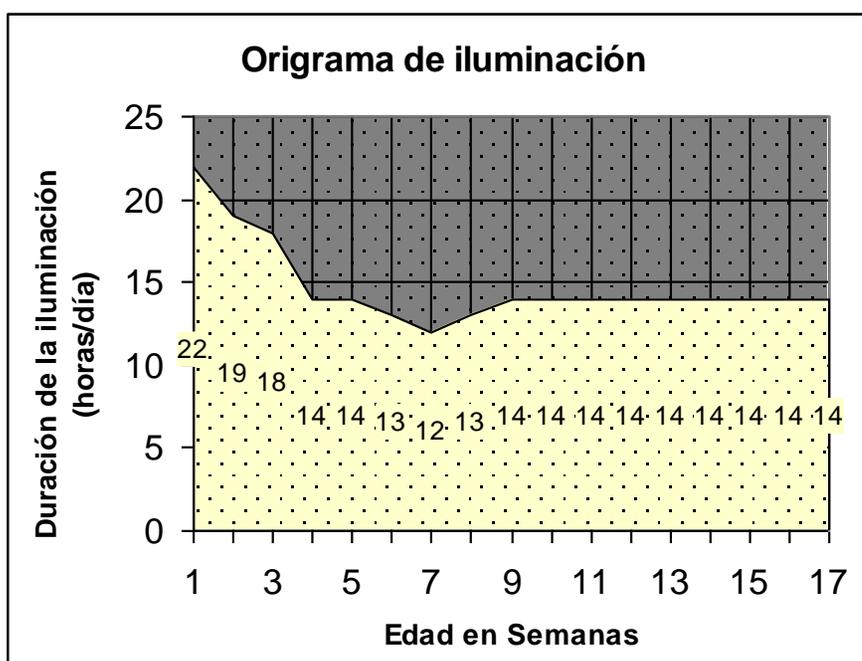


Figura 4. Programa de iluminación, durante los cuatro meses y medio de trabajo

En la Figura 4, podemos apreciar el programa de iluminación que se aplicó durante la investigación, el cual indica que en una etapa inicial (3 semanas) se aplicó de 22 a 18 horas de luz; en la etapa de crecimiento (4 semanas) se aplicó de 14 a 12 horas de luz; en la etapa de pre-postura (1 semana) se aplicó de 12 a 13 horas de iluminación; y por último, en la etapa de postura (a partir de la semana 8) se comenzó con 13 horas de iluminación y hasta la conclusión de la investigación se aplicó 14 horas de iluminación por día.

Esta metodología de utilización de las horas luz, se debe a que el periodo de iluminación al que están expuestas las codornices, influye marcadamente en el consumo de alimento.

El pesaje del alimento rechazado, se realizó cada semana, almacenando el alimento rechazado por cada uno de los tratamientos, y así obtener el promedio correspondiente para cada uno de los tratamientos.

El pesaje de la codornaza, se realizó todos los días con el fin de prevenir enfermedades y por razones de bioseguridad, calculando el promedio semanal para cada tratamiento.

El control del peso corporal de todas las aves, se realizó una vez cada semana, calculando el promedio de peso para cada tratamiento.

El registro de la temperatura ambiente, se realizó al instante de suministrar el alimento, esto significa, tres veces cada día, obteniéndose un promedio de 18 °C.

Se les proporcionó agua constantemente, puesto que el consumo de agua es de suma importancia, y su suministro se realizó *ad libitum*. Una vez a la semana se les proporcionó agua con azúcar morena ($\frac{1}{2}$ cucharilla por 2 litros), esto con el fin de relajar a los animales.

4.3.7. Sanidad e higiene

Para la prevención de enfermedades, se realizó la limpieza de las unidades experimentales una vez cada día con agua hasta la culminación de la investigación. La limpieza del piso del galpón (cemento), se realizó una vez al día con agua, generalmente al medio día, al mismo tiempo de refrescar el ambiente.

Debido a estas tareas de limpieza y desinfección del galpón, no se registraron problemas de patógenos durante toda la investigación. En cuanto a las enfermedades propias de la codorniz, no se evidenció su presencia, esto quizás se deba a la resistencia de los animales, o al estar en una zona libre de enfermedades aviares e incluso al manejo del galpón; exceptuando la presencia irrelevante de trastornos gastrointestinales.

4.4. Diseño Experimental

Para el análisis estadístico, se empleó el Diseño de Bloques Completamente al Azar con arreglo factorial (Rodríguez, 1991).

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_j + \alpha_i + \delta_k + \alpha\delta_{ik} + \varepsilon\varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Observación cualquiera

μ = Media general del experimento

β_j = Efecto del j – esimo bloque

α_i = Efecto del i – esimo nivel de harina de walusa

δ_k = Efecto de la k – esima densidad poblaciond

$\alpha\delta_{ik}$ = Interacción entre el i – esimo nivel de harina de walusa
con la k – esima densidad poblaciond

$\varepsilon\varepsilon_{ijk}$ = Error experimentd

4.4.1. Factores de Estudio

Factor A: Niveles de harina de walusa en la dieta:

a₁ = testigo 0% de harina de walusa

a₂ = 5 % de harina de walusa

a₃ = 10 % de harina de walusa

a₄ = 15 % de harina de walusa

Factor B: Densidad poblacional:

b₁ = 7 aves

b₂ = 8 aves

4.4.2. Tratamientos

El Cuadro 6, muestra los tratamientos aplicados durante toda la investigación.

Cuadro 6 Descripción de cada uno de los tratamientos.

Tratamiento	Combinación	Descripción
T ₁	a ₁ b ₁	0% harina de walusa y 7 aves/jaula
T ₂	a ₂ b ₁	5% harina de walusa y 7 aves/jaula
T ₃	a ₃ b ₁	10% harina de walusa y 7 aves/jaula
T ₄	a ₄ b ₁	15% harina de walusa y 7 aves/jaula
T ₅	a ₁ b ₂	0% harina de walusa y 8 aves/jaula
T ₆	a ₂ b ₂	5% harina de walusa y 8 aves/jaula
T ₇	a ₃ b ₂	10% harina de walusa y 8 aves/jaula
T ₈	a ₄ b ₂	15% harina de walusa y 8 aves/jaula

4.4.3. Croquis experimental

El detalle del croquis experimental se muestra en la Figura 5.

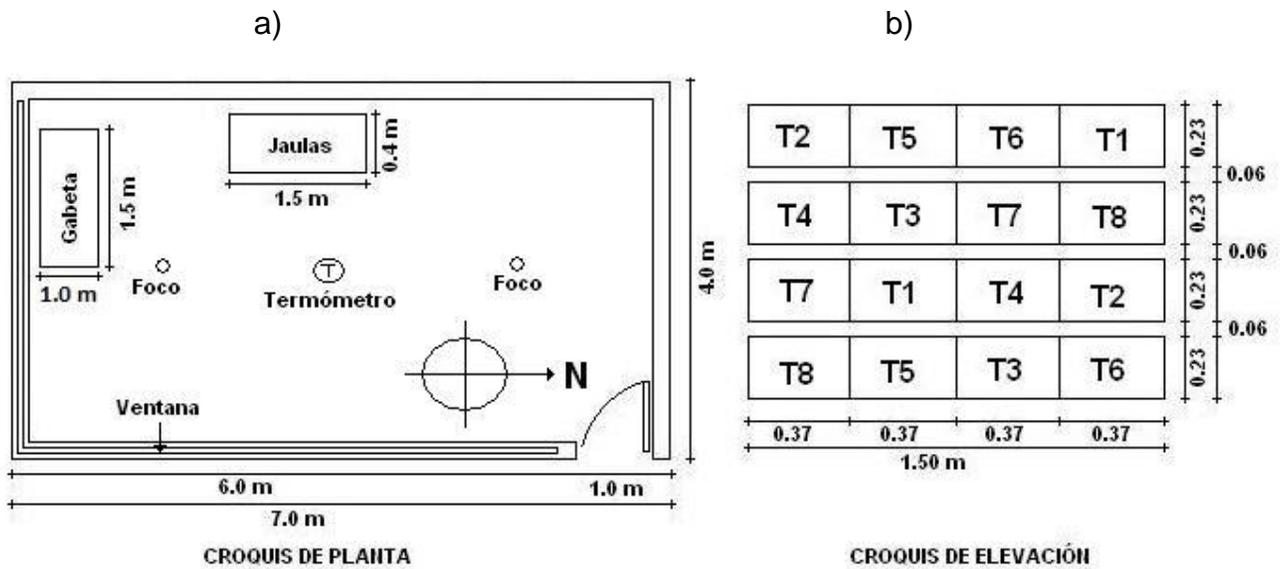


Figura 5. Detalle del croquis experimental.

- a) Croquis del ambiente atemperado
- b) Disposición de las bandejas de estudio dispuestas en columnas (vista frontal)

4.5. Variables de respuesta

Alcázar (2002), indica que las variables de respuesta a considerarse en un trabajo de investigación para aves de postura son las que se explican en los siguientes acápite, los mismos que han servido para responder los objetivos planteados

4.5.1. Peso al inicio de la postura

El peso al inicio de la postura, se obtuvo mediante el pesaje de cada uno de los animales a las 7 semanas de edad, esto mediante la utilización de una balanza electrónica digital. Una vez pesados todos los animales, se registraron cada uno de estos pesos en las planillas de registro, para su posterior análisis estadístico.

4.5.2. Consumo de alimento total

El consumo de alimento total, se determinó mediante la acumulación del alimento suministrado durante toda la etapa productiva de las codornices. La cantidad de alimento balanceado suministrado a las codornices, fue de 23 g de alimento por día para cada ave. Para su registro en las planillas de control, se sumó semanalmente el alimento suministrado para cada uno de los tratamientos, esto para realizar su respectivo análisis estadístico.

4.5.3. Conversión alimenticia

Para la conversión alimenticia en las codornices de postura, se aplicó la siguiente ecuación:

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{Total alimento consumido}}{\text{Peso total de huevos}}$$

La conversión alimenticia es igual al cociente del alimento consumido entre el peso total de huevos; ambos valores se determinó, para cada uno de los tratamientos, registrando los valores en las planillas de datos correspondientes.

4.5.4. Porcentaje de postura

El porcentaje de postura se calculó mediante la aplicación de la siguiente ecuación:

$$\text{Porcentaje de postura} = \frac{\text{Total de huevos}}{\text{N}^\circ \text{ de ponedoras}} \times 100$$

En la que el total de huevos, corresponde a los huevos producidos durante las 10 semanas de edad, ósea el valor de los huevos totales se dividió entre 70 días, para de esta manera conocer el número total de huevos, para luego dividirlo entre el número de codornices presentes en cada uno de los tratamientos.

4.5.5. Porcentaje de mortandad

Para el porcentaje de postura se consideró la siguiente ecuación:

$$\text{Porcentaje de mortandad} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de aves muertas}}{\text{N}^\circ \text{ total de aves al inicio}} \times 100$$

En la anterior ecuación, se utilizaron los datos de todos los animales que murieron durante el estudio para cada uno de los tratamientos, y se obtuvo su relación porcentual, considerando el número de aves que se utilizó en cada uno de los tratamientos.

4.5.6. Producción total de huevos

La producción total de huevos, se la determino mediante la adición de los huevos producidos diariamente, seguidamente se registraron el número total de huevos producidos en las planillas de producción; al terminar cada una de las semanas se sumo los huevos producidos, y de la misma manera se sumo la producción de huevos durante toda la etapa productiva y se registraron los datos.

4.5.8. Porcentaje de huevos rotos

Para conocer el porcentaje de huevos rotos, se registraron los mismos en las planillas correspondientes para posteriormente aplicar la siguiente ecuación:

$$\text{Porcentaje de huevos rotos} = \frac{N^{\circ} \text{ de huevos rotos}}{N^{\circ} \text{ de huevos producidos}} \times 100$$

En la cual los huevos rotos en cada tratamiento, se acumuló hasta el final del estudio; de la misma manera al conocer el número total de huevos producidos en cada tratamiento.

4.5.9. Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza (ANVA) con el programa estadístico SAS System, para cada variables de repuesta de acuerdo al modelo lineal planteado; en cada ANVA se utilizó la prueba de medias Dúncan al 5% de significancia, en caso de obtener diferencias significativas en el ANVA.

4.5.10. Evaluación económica

Para calcular esta variable de respuesta, se consideraron los costos parciales de producción para 120 codornices, ya que si se toma en cuenta costos fijos ocasionaría que el estudio no sea rentable por el número de aves utilizadas.

Se utilizó la relación beneficio/costo para cada ración aplicada en el estudio, puesto que la dieta que se les suministro a las codornices es el parámetro a ser evaluado en cuanto a los costos parciales de producción, esto se logro utilizando la siguiente ecuación:

$$B/C = \frac{\text{Ingresos totales}}{\text{Egresos totales por ración}}$$

Donde: B/C = Relación Beneficio / Costo

5. SECCIÓN PROPOSITIVA

5.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1.1 Peso al inicio de la postura

El análisis de varianza para el peso al inicio de la postura se muestra en el cuadro 7.

Cuadro 7. ANVA para el peso al inicio de la postura.

Fuentes de Variación		GL	SC	CM	FC	Pr > F
Bloque		1	0.00002500	0.00002500	0.16	0.6973 NS
Nivel		3	0.00048600	0.00016200	1.06	0.4230 NS
Densidad		1	0.00014400	0.00014400	0.95	0.3630 NS
Nivel*densidad		3	0.00052400	0.00017467	1.15	0.3942 NS
Error		7	0.00106500	0.00015214		
Total		15	0.00224400			

GL = Grados de Libertad

CM = Cuadrado Medio

** = Diferencias significativas

Coefficiente de Variación = 9,60%

SC = Suma de Cuadrados

FC = F Calculado

NS = Diferencias No Significativas

Promedio General = 0,128 kg

El análisis de varianza para el peso al inicio de la postura, muestra que no existen diferencias significativas entre los bloques, niveles, densidades e incluso en la interacción nivel*densidad, a un nivel de confianza del 0.5%, x 1% por lo que podemos indicar que la variación en el peso de los animales al comenzar el estudio no presento diferencias estadísticas.

El coeficiente de variación es del 9.60%, que se encuentra por debajo del 30% requerido para trabajos de investigación en campo. Además se indica que el promedio general para el peso al inicio de la postura es de 0.128 kg valor aceptable, puesto que el peso al inicio de la postura es de 120 g (Vásquez y Ballesteros, 2007). Resultados que coinciden con lo referido por diferentes autores (Dalmau, 1994; Obregón y Montoya, 1993), quienes coinciden en que ha medida que aumenta el tiempo de engorde disminuye la eficiencia de los parámetros productivos y por consiguiente la rentabilidad de una explotación se deteriora. (Cuadro 8).

Cuadro 8. Peso al inicio de la postura por niveles de walusa.

Niveles de Walusa (%)	Promedios de peso (g)
0	134,5
15	132,0
10	127,5
5	120,0

De acuerdo al cuadro 8, podemos indicar que los cuatro niveles de walusa aplicados en la ración, presentan pesos similares unos con otros, por lo que el estudio comenzó con pesos bastante uniformes, siendo el nivel de walusa del 0% el que presentó mayor peso al inicio de la postura, y el menor peso al inicio de la postura corresponde al nivel de walusa del 5% cuyo peso se aproxima bastante a los 100 g de peso que menciona Sánchez (2004).

De acuerdo al cuadro 9, podemos indicar que la densidad de 8 codornices por jaula, presentó pesos mayores a la densidad de 7 codornices por jaula, lo que indica que las aves con la menor densidad presentan mejor peso al inicio del estudio.

Cuadro 9. Peso al inicio de la postura en densidades.

Densidad	Promedios de peso (g)
8 codornices por jaula	131,5
7 codornices por jaula	125,5

Las variantes en peso a la edad de postura, se relacionan con densidad y cantidad de alimento suministrado con las restricciones pertinentes en términos de energía pueden estar ligados a las características genéticas de las codornices, las cuales no son las adecuadas, de la misma forma las condiciones ambientales de la zona donde se realizó el estudio, por lo tanto es necesario estudios similares al presentado en esta ocasión, que incluyan las variaciones para la densidad y la cantidad de alimento suministrado.

5.2. Consumo de alimento total

El Análisis de Varianza para el consumo de alimento total se muestra en el cuadro 10.

Cuadro 10. ANVA para el consumo de alimento total.

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Bloque	1	59.94630625	59.94630625	7.88	0.0263 *
Nivel	3	1.67056875	0.55685625	0.07	0.9725 NS
Densidad	1	41.63475625	41.63475625	5.47	0.0519 NS
Nivel*densidad	3	15.00916875	5.00305625	0.66	0.6036 NS
Error	7	53.2641437	7.6091634		
Total	15	171.5249438			

GL = Grados de Libertad

CM = Cuadrado Medio

* = Diferencias significativas

Coeficiente de Variación = 16,75%

SC = Suma de Cuadrados

FC = F Calculado

NS = Diferencias No Significativas

Promedio General = 16,47 kg

El análisis de varianza para el consumo de alimento total, muestra que existen diferencias significativas entre los bloques, y no así entre niveles, densidades e incluso en la interacción nivel*densidad, a un nivel de confianza del 0.5%, x 1%, por lo tanto si existen diferencias en el consumo de alimento con walusa.

El cuadro 10 reporta que, los datos obtenidos en campo son lo suficientemente confiables, ya que el coeficiente de variación es del 16,75%, que se encuentra por debajo del 30% requerido para trabajos de investigación en campo. Además podemos indicar que el promedio general para el consumo de alimento total fue 16.47 kg, el cual se asemeja a los valores descritos por Sánchez (2007) quien indica que el alimento consumido en total para las codornices es de 300 g para producir una docena de huevos.

Cuadro 11. Consumo de alimento total por niveles de walusa.

Niveles de Walusa (%)	Consumo de alimento (g)
10	16,79
15	16,79
5	16,14
0	16,14

El cuadro 11, rescata del cuadro 8 los niveles de walusa aplicado en la ración, presentan resultados similares en cuanto al consumo de alimento total, y que el consumo de alimento para los niveles del 10 y 15 % es el más sobresaliente, dejando en segundo plano los niveles del 5 y 0 %.

Cuadro 12. Consumo de alimento total en densidades.

Densidad	Consumo de alimento (g)
8 codornices por jaula	18,08
7 codornices por jaula	14,85

Por otra parte en el cuadro 12, se nota que la densidad de 8 codornices por jaula presenta un mayor consumo de alimento en comparación a la densidad de 7 codornices por jaula.

5.3. Conversión alimenticia

El Análisis de Varianza para la conversión alimenticia se muestra en el cuadro 13.

Cuadro 13. ANVA para la conversión alimenticia.

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Bloque	1	1.15562500	1.15562500	1.92	0.2087 NS
Nivel	3	1.58512500	0.52837500	0.88	0.4976 NS
Densidad	1	5.04002500	5.04002500	8.36	0.0233 *
Nivel*densidad	3	1.59972500	0.53324167	0.88	0.4941 NS
Error	7	4.22027500	0.60289643		
Total	15	13.60077500			

El análisis de varianza para la conversión alimenticia, muestra que existen diferencias significativas entre las densidades de 7 y 8 aves por jaula, y no así entre niveles, bloques ni en la interacción nivel*densidad, a un nivel de confianza del 95%, por lo tanto existen diferencias en cuanto a la conversión de alimento por parte de las codornices.

Los datos obtenidos en campo son confiables, ya que el coeficiente de variación aunque sea muy alto (29.48%) no supera el 30% que es el tolerable en este tipo de trabajos de investigación. Además podemos indicar que el promedio general de conversión alimenticia en las aves es de 2.63, que se aproxima mucho al valor de 2,17 el cual es mencionado por Sánchez (2004).

Cuadro 14 Conversión alimenticia por niveles de walusa.

Niveles de Walusa (%)	Conversión alimenticia
0	3.085
15	2.770
10	2.368
5	2.312

El cuadro 14, señala que el tratamiento con 0% de walusa (testigo), presenta el mayor valor para la conversión alimenticia, lo que indica que por cada 3.085 kg de alimento que consume la codorniz se producirá 1 kg de huevos, de acuerdo a lo ya mencionado podemos indicar que el mejor resultado corresponde al nivel de walusa del 5% que es el más sobresaliente entre los tratamientos aplicados, pues su conversión es de 2.31, lo que significa que por cada 2.31 kg de alimento este tratamiento producirá 1 kg de huevos que se aproxima a lo mencionado por Sánchez (2004), quién presenta el valor de conversión alimenticia de la codorniz de 2.17.

Este resultado es aproximado a lo obtenido por Vásquez (2007) quien indica que las hembras que poseen un gramo extra de peso a la postura tardaran 0.52 días más en lograr la primera postura; sin embargo, este efecto podría ser producto de condiciones de manejo alimentación deficitaria, por lo cual es necesario, realizar estudios posteriores donde se suplan los requerimientos nutricionales para determinar con mayor exactitud el efecto estudiado.

Cuadro 15. Prueba de Duncan para la conversión alimenticia en densidades.

Grupo	Promedio	N	Densidad
A	3.195	8	8 aves por jaula
B	2.072	8	7 aves por jaula
Error del cuadrado medio		0.603	

De acuerdo al cuadro 15, podemos indicar que las densidades utilizadas en codornices (7 y 8 aves por jaula), presentan valores que son estadísticamente diferentes entre sí, en la cual destaca la densidad de 7 aves por jaula que presenta el menor valor de conversión alimenticia, es por esta razón que esta densidad de aves por jaula es la más eficiente a lo hora de producir huevos.

5.4. Porcentaje de postura

El Análisis de Varianza, para el porcentaje de postura se muestra en el cuadro 16.

Cuadro 16. ANVA para el porcentaje de postura.

Fuentes de variación	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Bloque	1	2490.259506	2490.259506	20.63	0.0027 **
Nivel	3	450.933519	150.311173	1.25	0.3635 NS
Densidad	1	1487.066406	1487.066406	12.32	0.0099 NS
Nivel*densidad	3	142.055869	47.351956	0.39	0.7626 NS
Error	7	844.974444	120.710635		
Total	15	5415.289744			

GL = Grados de Libertad

CM = Cuadrado Medio

** = Diferencias altamente significativas

Coefficiente de Variación = 17,14%

SC = Suma de Cuadrados

FC = F Calculado

NS = Diferencias No Significativas

Promedio General = 64,08%

El análisis de varianza para el porcentaje de postura, muestra que existen diferencias altamente significativas entre bloques, y no así entre niveles, densidades, ni entre las interacciones nivel*densidad, a un nivel de confianza del 95%, por lo que podemos indicar que la variación en el porcentaje de postura requiere obligatoriamente una prueba de medias para corroborar dichos resultados.

Del ANVA descrito anteriormente, también podemos indicar que los datos obtenidos para el porcentaje de postura son bastante aceptables, puesto que el coeficiente de

variación corresponde a 17,14%, que se encuentra por debajo del 30% requerido para este tipo de investigación. Además podemos indicar que el promedio general para el porcentaje de postura es del 64.08%, este valor es bajo como lo menciona Castañeda (1999), quien indica que el porcentaje de postura de la codorniz es del 80 % en condiciones de temperatura mayores o iguales a 20 – 22 °C y a una altura promedio de 2500 m.s.n.m.

Cuadro 17. Porcentaje de postura por niveles de walusa.

Niveles de walusa (%)	Porcentaje de postura (%)
5	69,48
10	68,63
15	61,70
0	56,51

El porcentaje de postura del nivel de walusa del 5 %, es el que presentó mayor cantidad de huevos (Cuadro 17).

Cuadro 18. Porcentaje de postura en densidades.

Densidad	Porcentaje de postura (%)
7 codornices por jaula	73,72
8 codornices por jaula	54,44

De acuerdo al cuadro 18, reporta que la densidad de 7 codornices por jaula presentó el mayor porcentaje de postura; quizás esta diferencia la razón principal para que en el ANVA se haya obtenido diferencias altamente significativas entre bloques.

5.5. Porcentaje de mortandad

Los resultados para el porcentaje de mortandad, se presentan a continuación en el cuadro 19.

Cuadro 19. Porcentaje de mortandad por tratamiento.

Tratamiento	Descripción	% Mortandad
T ₁	0% harina de walusa y 7 aves/jaula	28,57
T ₂	5% harina de walusa y 7 aves/jaula	14,29
T ₃	10% harina de walusa y 7 aves/jaula	14,29
T ₄	15% harina de walusa y 7 aves/jaula	14,29
T ₅	0% harina de walusa y 8 aves/jaula	6,25
T ₆	5% harina de walusa y 8 aves/jaula	18,75
T ₇	10% harina de walusa y 8 aves/jaula	18,75
T ₈	15% harina de walusa y 8 aves/jaula	12,5

En el cuadro 19 presenta el porcentaje de mortandad en el presente estudio, es bajo, lo que indica que existió un adecuado manejo, puesto que el porcentaje de mortandad debe ser menor al 30 % como lo indica Castañeda (1999), quién además menciona que mantener dicho porcentaje es un rasgo visible de un buen manejo de bioseguridad, ya que superar este porcentaje traería como consecuencia grandes pérdidas económicas e indica un mal manejo sanitario.

La figura 6 representa el porcentaje de mortandad en los ocho tratamientos.

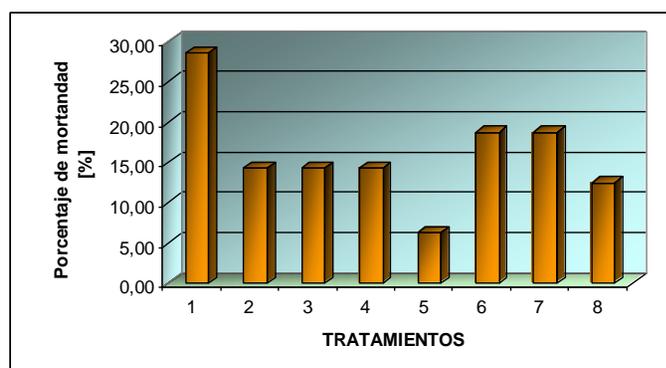


Figura 6. Porcentaje de mortandad para cada tratamiento.

La figura 6 presenta el porcentaje de mortandad más alto registrado en el presente estudio, corresponde al tratamiento 1, el cual está constituido por 0% de harina de walusa y una densidad de 7 aves/jaula; a continuación le siguen los tratamientos 6 y 7, seguidos por los tratamientos 2, 3, 4 y 8; hasta llegar al tratamiento 5 (0% harina

de walusa y densidad 7 aves/jaula), que presentó el más bajo valor para porcentaje de mortandad, por lo que podemos indicar que la aplicación de mayor o menor cantidad de walusa en la dieta de las codornices no afecta en la mortandad de las mismas.

5.6. Peso al final de las codornices

El Análisis de Varianza para el peso al final de las codornices de estudio se resume en el cuadro 20.

Cuadro 20. ANVA para el peso al final del estudio.

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Bloque	1	0.00004900	0.00004900	0.57	0.4764 NS
Nivel	3	0.00006350	0.00002117	0.24	0.8628 NS
Densidad	1	0.00000400	0.00000400	0.05	0.8359 NS
Nivel*densidad	3	0.00019850	0.00006617	0.76	0.5491 NS
Error	7	0.00060600	0.00008657		
Total	15	0.00092100			

GL = Grados de Libertad

CM = Cuadrado Medio

** = Diferencias significativas

Coeficiente de Variación = 5,20%

SC = Suma de Cuadrados

FC = F Calculado

NS = Diferencias No Significativas

Promedio General = 0,179 kg

El análisis de varianza para el peso al final del estudio, muestra que no existen diferencias significativas entre bloques, niveles, densidades, ni en la interacción nivel*densidad, a un nivel de confianza del 95%, por lo que podemos decir que ningún tratamiento presentó diferencias de pesos al finalizar el estudio, por lo tanto todas las aves tuvieron las mismas condiciones de estudio.

También podemos indicar que los datos obtenidos para el peso al final del estudio, son apropiados, puesto que el coeficiente de variación es del 5,20%, que se encuentra por debajo del 30% requerido para este tipo de investigación. Además que el promedio general para el peso al final del estudio es de 0,179 kg, que concuerda con los valores de peso al final de la postura en las codornices (Vásquez, 1999).

Cuadro 20 Peso al final del estudio por niveles de walusa.

Niveles de Walusa (%)	Peso al final del estudio (kg)
0	0,182
15	0,179
5	0,177
10	0,177

El cuadro 21, indica que los cuatro niveles de walusa aplicados en la dieta son bastante similares en cuanto al peso al final del estudio.

Cuadro 21. Peso al final del estudio en densidades.

Densidad	Peso al final del estudio (kg)
7 codornices por jaula	0,179
8 codornices por jaula	0,178

El cuadro 21, reporta la similitud de datos para el peso de las aves al final del estudio, por lo tanto esto demuestra que no existe diferencia estadística en cuanto a esta variable se refiere.

5.7. Porcentaje de huevos rotos

El Análisis de Varianza, para el porcentaje de huevos rotos se muestra en el cuadro 22.

Cuadro 22. ANVA para el porcentaje de huevos rotos.

Fuentes de variación	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Bloque	1	0.73530625	0.73530625	0.78	0.4067 NS
Nivel	3	2.94071875	0.98023958	1.04	0.4325 NS
Densidad	1	0.48650625	0.48650625	0.52	0.4960 NS
Nivel*densidad	3	4.64581875	1.54860625	1.64	0.2650 NS
Error	7	6.60674375	0.94382054		
Total	15	15.41509375			

GL = Grados de Libertad

CM = Cuadrado Medio

** = Diferencias significativas

Coefficiente de Variación = 46,03%

SC = Suma de Cuadrados

FC = F Calculado

NS = Diferencias No Significativas

Promedio General = 2,11 %

El análisis de varianza para el porcentaje de huevos rotos, muestra que no existen diferencias significativas entre bloques, niveles, densidades e incluso en la interacción nivel*densidad, a un nivel de confianza del 95%, por lo que podemos indicar que los tratamientos no presentan diferencias entre sí.

Los datos obtenidos, no son lo suficientemente confiables, puesto que el coeficiente de variación es del 46,03%, que se encuentra por encima del 30% requerido para trabajos de investigación en campo. Además podemos indicar que el promedio general para el porcentaje de huevos rotos es de 2.11% siendo un valor elevado, pues Vásquez (2007), señala que un indicador adecuado para los huevos rotos deberá ser menor a 0,57%, así mismo indica que los factores de rotura de huevos se debe a un mal diseño de baterías o exceso de aves por superficie.

Cuadro 23. Porcentaje de huevos rotos por niveles de walusa.

Niveles de Walusa (%)	Porcentaje de huevos rotos (%)
0	2,618
5	2,310
15	2,065
10	1,450

Por otra parte en el cuadro 24, se observe que los cuatro nivel de walusa aplicados en la ración, presentan porcentajes de huevos rotos bastante dispersos, por lo que el estudio presenta variación en los resultados, sin embargo el tratamiento de 10% de walusa tiene el menor porcentaje de ruptura de huevos.

Cuadro 24. Porcentaje de huevos rotos en densidades.

Densidad	Porcentaje de huevos rotos (%)
8 codornices por jaula	2,285
7 codornices por jaula	1,936

Las densidades de codornices (7 y 8 aves por jaula), presentan porcentajes de huevos rotos que varían, y que son la causa para tener un alto coeficiente de variación, siendo la diferencia entre ambos datos del 0.35%, (cuadro 24)

5.8. Evaluación económica

Los resultados obtenidos al realizarse la evaluación económica de los costos parciales por tratamiento son los que se muestran en el cuadro 25

Cuadro 25. Detalle del movimiento económico del estudio.

	Detalle	Unidad	Cantidad	Precio Unit. (Bs)	Total (Bs)
Egresos	Alquiler jaulas	bateria	1	100	100.00
	Alimento crecimiento	kg	45	2.39	107.55
	Alimento pre postura	kg	63.48	2.39	151.72
	Comederos	pieza	1	36	36.00
	Bebederos	pieza	16	3	48.00
	Codornices	ave	120	6	720.00
	Costo ración testigo	qq	4.2	102.58	430.84
	Costo ración al 5% de walusa	qq	4.2	103.5	434.70
	Costo ración al 10% de walusa	qq	4.2	104.42	438.56
	Costo ración al 15% de walusa	qq	4.2	105.8	444.36
	Registros	gral.	16	0.5	8.00
	Mano de obra	jornal	1.428	60	85.68
	Sistema eléctrico	m lineal	12	1.2	14.40
	Soquets	Pieza	2	6	12.00
	Focos	pieza	2	2.5	5.00
Egr./ración	Total costo para Testigo				1719.18
	Total costo para 5% de walusa				1723.05
	Total costo para 10% de walusa				1726.91
	Total costo para 15% de walusa				1732.71
Ingresos	Venta de huevos	unidad	5329	0.29	1545.41
	Venta de estiércol de codorniz	qq	3.57	10	35.70
	Venta de aves al final del estudio	ave	101	5	505.00
	Total Ingresos (Bs)				2086.11

De acuerdo al Cuadro 25, podemos explicar que los egresos económicos fueron calculados por tipo de ración, pues es necesario conocer el costo por ración utilizada en el estudio, y así comparar el beneficio costo por raciones, para de esta manera respaldar los resultados obtenidos anteriormente.

Cuadro 26 Detalle del cálculo del beneficio costo obtenido por ración.

Detalle	Total (Bs)
Total Ingresos	2086.11
Total egresos para ración testigo	1719.18
Total egresos para ración 5% de walusa	1723.05
Total egresos para ración 10% de walusa	1726.91
Total egresos para ración 15% de walusa	1732.71
Beneficio/costo por ración	
Beneficio/costo ración testigo	1.21
Beneficio/costo ración 5% de walusa	1.21
Beneficio/costo ración 10% de walusa	1.21
Beneficio/costo ración 15% de walusa	1.20

El cuadro 26, señala que la ración testigo, la ración con 5% de harina de walusa y la ración con 10% de harina de walusa, tienen un beneficio costo de 1.21, lo que quiere decir que si hipotéticamente invirtiésemos 1000,00 Bs en la producción de codornices, lograríamos ganar 210,00 Bs, por lo tanto podemos indicar que la producción de codornices en la ciudad de La Paz es rentable al 21%.

6. SECCIÓN CONCLUSIVA

Se logró determinar el efecto en la producción para codornices de postura, llegando a encontrar que el tratamiento T2 en cuanto al peso al inicio de la postura, conversión alimenticia y porcentaje de postura, resulto ser el más adecuado para la explotación coturnícula en condiciones de altura (ciudad de La Paz – Prov. Murillo), y en cuanto a los beneficios económicos que se obtienen al utilizar la ración con 5% de harina de walusa son bastante aceptables por lo que se concluye en que: la densidad más adecuada para la explotación de codornices es de 7 aves/jaula (82,26 aves /m²), y la cantidad ideal de harina de walusa en la ración es del 5% necesario para sustituir la energía que aporta el maíz.

Se logró evaluar la aplicación de harina de walusa como alimento complementario al maíz, para la utilización de sus características nutricionales en la formulación de la dieta para las codornices de postura, en una zona con clima templado a una altitud de 3600 m.s.n.m. Comprobando que la aplicación de este tubérculo (cormo) que es producido en la región de los Yungas paceños, es una fuente importante de nutrientes que se pueden aplicar en la formulación de raciones para animales de granja. Una vez realizado el análisis de resultados se logro conocer que la producción de huevos de codorniz mejora cuando se aplica la harina de walusa como suplemento energético en la ración.

Se logró determinar el porcentaje de postura en cada uno de los tratamientos utilizados durante el estudio, llegando a la conclusión de que al aplicar una densidad de 82.26 aves /m² (7 aves por jaula) se logra un 73.72% de postura; y al aplicar el 5% de harina de walusa como sustituto de energía se logra obtener un 69.48% de postura, por lo tanto el tratamiento que mejores resultados demostró durante el estudio en cuanto al porcentaje de postura es el tratamiento “T₂” (5% harina de walusa y 7 aves/jaula).

La densidad más apropiada para la explotación de huevos de codorniz es la densidad de 7 aves/jaula, ya que comenzó el estudio con pesos de 125.5 g, que es el más apropiado para este tipo de explotación, también podemos indicar que la conversión alimenticia a esta densidad es de 2.072 la cual demostró ser la mejor, de igual forma el porcentaje de postura fue el más idóneo llegando a ser del 73.72% y finalmente el porcentaje de huevos rotos que presento esta densidad es el más bajo siendo de 1.936 unidades.

No se logro identificar ninguna enfermedad infecto-contagiosa durante el estudio, sin embargo se presentaron laceraciones en la parte blanda de la pata de las aves, debido a la malla metálica de la base.

La conversión alimenticia para la producción de huevos en cada tratamiento, identificando que la densidad con mejores resultados corresponde a 7aves/jaula, con un valor de 2.072, la cual expresa que con 2.072 kg de alimento se produce 1 kg de

huevos de codorniz, lo que equivale a 87 huevos en promedio; de igual forma se logro identificar que el nivel de walusa más apropiado corresponde al 5%, que presenta una conversión alimenticia de 2.312, que es un valor bastante aceptable en las condiciones climáticas de la ciudad de La Paz (Provincia Murillo), ambos resultados obtenidos para dicha conversión corresponden al tratamiento "T₂" (5% harina de wualusa y 7 aves/jaula).

Los costos parciales de producción para cada ración de estudio, se comparó el valor de beneficio costo de 1.21, lo que representa el 21% de ganancia en las raciones de 0.5 y 10% de harina de walusa, corroborando de esta manera que la ración con 5% de harina de walusa es la más adecuada para la producción de codornices.

7. RECOMENDACIONES

Utilizar la harina de walusa, sustituyendo el 5% de la energía suministrada en la dieta de las codornices en galpones que tengan la capacidad de producir 2000 aves o más, puesto que de esta manera se lograría obtener mayores ingresos económicos y aprovechar los beneficios nutricionales que nos otorga esta raíz.

Utilizar la harina de walusa en codornices de engorde, puesto que durante el estudio se observó que cuanto mayor es el nivel de walusa aplicado en la dieta de dichas aves su incremento de peso es mayor.

Realizar más estudios en codornices, puesto que es un ave que se adapta muy bien a las condiciones ambientales de la ciudad de La Paz, gracias a su rusticidad y la capacidad de resistencia al mal de altura, que es el principal problema para la producción de aves de consumo humano en nuestras condiciones climáticas.

8. BIBLIOGRAFÍA

ANUARIO ESTADÍSTICO DE LA FAO 2014 La Alimentación y la Agricultura en América Latina y el Caribe

ALCAZAR, J.F. 2002 Ecuaciones simultaneas y programación lineal como instrumentos para la formulación de raciones. 1º edición, La Paz Bolivia. La Palabra Editores. 215p

Bertechini, A. G. Avisite reportagens especiais. En <http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/> CORPOICA 2012, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria,

Bolivia Rural. Bolivia Importador neto de mais Amarillo 2012.

Closa, S. J. Cabrera, M. 1999 Composición del huevo de gallina y codorniz.

Castañeda P. Ciriaco Crianza de Codornices. Ediciones Agraria. UNALM. 1999 Lima Perú.

Cheftel, J. C. 1989 Proteínas alimentarias. Edición Acrivia. Zaragoza España. 175 P. Economía Agrícola. La producción de grano 2011.

FDA Fundación del Desarrollo Agropecuario, Inc. 1997 Serie pecuaria Guía técnica N° 3 Santo domingo Republica dominicana Mayo 1997.

García E. A. 2002 Codorniz para producción de carne Simposio internacional de coturnicultura.

Lázaro, R M.P. Serrano y J. Capdevila 2005 Curso de especialización FEDNA, Madrid España

Lucotte, G. La codorniz, cria y explotación 1085. Ed. Mundi Pilsensa 2da ed. Pp. 23-54 Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación, boletín informativo agrícola, 2002.

Oriol L. 1987 Producción de aves de postura (Coturnix Coturnix Japónica). La Molina Perú

MONTALDO, A. 1991 Cultivos de raíces y tubérculos tropicales 2º Edición.

Nutrición National, Research Council 2000, Requerimiento Nutricional para Aves. Novena Edición, 14. Subcomité on Poultry

NUÑES DEL PRADO, A., 2007 Evaluación de la harina de walusa en la alimentación de cuyes mejorados, Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia

Pérez y Pérez, 1974 tratado de coturnicultura. Ed. Científico – medica. Zaragoza España. 7ª edición. pp. 14-58.

PROCOSI, 2013 Programa de coordinación en salud integral, Presencia en Bolivia

QUISPE, W., 2006 Manual de nutrición y alimentación animal

Ramírez, O. L. 2001 Alternativas para la industrialización del huevo de codorniz

SENAMI, 2015 Sistema nacional de meteorología e hidrología

SCHULTZ,R. 1993 Cultivos tropicales. La Habana Cuba, Cultural. Pp. 471-475.

Stadelman, W. J. y Cotterill, O. J. 1995 Egg science and technology. Ed. Haworth Press, Inc. New York, Usa. pp. 105 – 106.

Sánchez R.M. 2007 Archivos latino americanos de nutrición pp 181-185.

Tesis de Licenciatura. Facultad de química. Universidad Nacional Autónoma de México.

Sánchez C. 2007 Granjas y Negocios Impreso en ediciones Ripalme Lima Perú.

Programa de Coordinación en Salud Integral (PROCOSI). 2013 Seguridad alimentaria en Bolivia

Vásquez Romero R.E.y Ballesteros Chavarro H.H. 2007 La cria de codornices Bogota D.C. Colombia, Ed. Produmedios. pp. 15-50.

Produmedios Bogotá Colombia

Vida Rural Suplemento, 2002 Ing. Zootecnista Alejandro Burdisso, Argentina

Terán Rosero Gustavo Msc. 2014, Tesis de grado, negociación comercial Nariño Colombia.

Wikipedia 2007, es.wikipedia.org, Producción avícola (codorniz)

www.avisite.com.br/reportagem/simp_coturnicultura/default.asp; consultado el 28 de Septiembre de 2009.

<http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Archivos/Publicaciones/CodornicesNo1.pdf> 2007

GUIA PRÁCTICA PARA LA CRIA DE CODORNICES



Egresado: Boris Alejandro Veizaga Peredo
La Paz - Bolivia

1. MANEJO Y ALIMENTACION

Se puede definir como alimento a toda sustancia o materia que sea susceptible de servir económicamente para la nutrición de las aves y su aprovechamiento industrial. Es así como el objetivo del programa de alimentación es la transformación de los alimentos en productos útiles, como la carne y los huevos, cuidando de satisfacer las necesidades de crecimiento, de mantenimiento y de producción de los animals.

Es necesario recordar cuál es la diferencia que existe entre un alimento simple y otro balanceado. El grano de maíz es un alimento simple (insumo), pues no contiene la proporción suficiente de todos los nutrientes que permiten a un ave producir huevos en forma continua. El maíz es un cereal rico en carbohidratos y pobre en proteínas, vitaminas y minerales; para compensar estas deficiencias, se deben agregar otros alimentos simples, ricos en proteínas, como la harina de soja, de girasol y de hueso, que aportan calcio y fósforo. De la mezcla correcta en distintas cantidades de alimentos simples se obtiene el alimento balanceado.

Las codornices, por ser animales muy precoces y de alto rendimiento productivo (carne y huevos), necesitan un alimento que sea rico en proteínas (mayor a 22%), según el tipo y la edad del ave, con consumo promedio de 20-23 g de presentación granulada pequeña (harina), dar a las aves una dieta alimenticia sana, económica, bien equilibrada y que reúna las necesidades según la edad y los fines que busca la explotación, se traducirá siempre en una ganancia económica positiva para el productor.

2. CICLO DE VIDA

Es el período comprendido entre el nacimiento de la codorniz y el final de su producción de huevos; consta de tres 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.

2.1 Cría.

Se puede realizar tanto en el suelo como en criadora de batería, pero se recomienda este último método por ser más higiénico y ágil.

Cría en criadora: Para realizar la cría en baterías se utilizan aquellas que se consiguen en el comercio para la cría de pollos, salvo que deben modificarse colocándoles en los lados, donde van los comederos y bebederos, así como en el piso, alambre tejido; esto es indispensable para que no se salgan y puedan caminar bien en el piso de la criadora.

La temperatura inicial de la criadora, y durante los primeros siete días, debe variar entre 35 y 38 °C; a partir del comienzo de la cuarta semana los pollos no necesitan más calor, a no ser que estén en lugares con una temperatura ambiente de 20 °C o menos, siendo necesario mantenerlos entre 24 y 25 °C.

Es indispensable que la criadora disponga de alimento y agua en forma permanente. En relación con el agua, y durante la primera semana, recordar

que en los bebederos se deberán colocar piedras pequeñas para evitar ahogamientos.

En la primera semana, 200 codornices necesitan 1m^2 de criadora; en la segunda semana, $1,5\text{m}^2$ y en la tercera semana, $2,0\text{m}^2$.

Cría en piso: En este caso se utilizan bombillos infrarrojos (Criadores) colgando, de tal manera que queden a una altura adecuada durante los primeros 15-21 días. El piso del ambiente se debe de cubrir con cáscara de arroz o viruta de madera y se debe tener mucho cuidado con las corrientes de aire. Para evitarlas, es necesario contar con cuartos con paredes cerradas hasta una altura de 80-100 cm o, en su defecto, colocar alrededor del bombillo teniéndolo como centro un círculo de 1,5 - 2,0 m de radio y 40-50 cm de altura, hecho de cartón u otro material laminado.

No olvidar que los polluelos necesitan tener alimento a su disposición durante todo el tiempo, y el agua se les debe cambiar a diario, un tema muy importante. Finalmente, como medida de precaución para evitar contaminaciones, no se debe permitir la entrada de personas extrañas dentro de los cuartos de cría.

Cuando las codornices se aglomeran debajo de la fuente de calor, indican una baja temperatura, y si se ubican lejos de la criadora indican una temperatura elevada. A un lado del encierro evidencian una corriente de aire y distribuidas uniformemente, una temperatura adecuada.

Lo importante es que no haya cambios bruscos de temperatura. Si se presentan, implicarían necesariamente la muda de los animales y la

consecuente interrupción de la postura que habitualmente acompaña la muda.

Recomendaciones para la cría

- Cada lote de codornices de reemplazo se cría separadamente de otros lotes y de las aves adultas.
- Las aves de distintas edades deben ser manejadas preferiblemente por personas diferentes.

En lo posible, no se debe tener codornices de diferentes edades en un mismo galpón.

2.2 Aves para postura

Levante (4ª a 7ª semana)

Para este período se deben tomar medidas relativas al cuidado, sanidad y control de las aves. Cualquier muerte por descuido es una merma en la producción.

Levante en jaula.

Este sistema se usa en todo tipo de explotaciones. Su gran ventaja consiste en que simplifica considerablemente todas las labores de manejo y de control; además, permite alojar un mayor número de aves por metro cuadrado. Los costos son elevados al inicio de la explotación.

Durante este período, es posible alojar 250-300 aves por metro cuadrado, dependiendo del tamaño de las jaulas.

Postura (8ª a 60ª semana)

Al concluir la etapa de levante, comienza el período de producción o postura.

En esta etapa es donde se debería trasladar a las aves a diferentes galpones o baterías, o en algunos casos viajaran largas distancias, si fuera el caso se tiene que seguir los siguientes pasos para evitar mermas por transporte.

Suspender la alimentación en el último periodo del día una noche antes.

No sobre saturar las cajas de transporte considerando la distancia versus densidad

Al momento de la llegada a las nuevas instalaciones administrar suficiente agua con electrolitos por un periodo de tres horas como mínimo

La alimentación debe ser acorde con el período, pues una dieta mal balanceada causará mermas en la producción (el alimento deberá contener un mínimo de 22% de proteína). Aunque el concentrado comercial incluye una cantidad de calcio, si se observan cáscaras muy débiles, es posible adicionar cada día un gramo de carbonato de calcio (calcita), por cada animal para mejorar la calidad de la cáscara.

Durante este período es más importante mantener una densidad apropiada de aves, pues si alojan demasiadas aves, aumenta la mortalidad por ahogamientos, picajes, trastornos nerviosos y fisiológicos, causados por problemas de estrés, considere que estas aves son muy irritantes.

Alimentación

Las exigencias nutricionales de las codornices son mayores que las de las gallinas ponedoras, tal vez por su mayor actividad física. Se han definido niveles de 25% de proteína en el alimento para un mejor desempeño de las codornices japonesas.

Es importante considerar el hecho de que las ponedoras han mostrado serios trastornos digestivos y reproductivos al ingerir comidas no especificadas para codorniz, que, no sólo disminuyen totalmente la postura, sino que pueden incluso ocasionarles la muerte. Un programa de alimentación para ponedoras debe llenar ciertos requisitos:

- Suplir en forma adecuada las necesidades del ave, para cada uno de los nutrientes durante todo el período productivo.
- Promover al máximo los rendimientos de la ponedora en cuanto a: producción sostenida, tamaño del huevo, calidad de las cáscara, total de huevos producidos y excelente eficiencia alimenticia.
- Disminuir los problemas fisiológicos y patológicos durante la etapa productiva.

Cantidad de energía de la ración: el ave consume alimento para satisfacer básicamente sus necesidades de mantenimiento y crecimiento y, luego, para su producción.

Peso corporal: aves con mayor peso tienen mayores necesidades nutritivas.

Temperatura ambiente: cualquier desviación de la temperatura ambiente dentro del galpón, ya sea por encima o por debajo del rango óptimo ocasionara estres

termico y afectará los requerimientos de energía y como consecuencia, los consumos diarios de alimento.

Pérdida de alimento: se debe considerar el desperdicio causado por las aves, que afecta los datos de consumo y de conversión.

El ciclo productivo de la codorniz tiene dos fases, para las que existen dos tipos de alimento:

1. El alimento requerido desde el primer día hasta alcanzar un 5% de la postura.

Si se está en posibilidad de fabricar el concentrado, se recomienda hacer un análisis muy estricto a cada tipo y lote de alimento producido, no sólo en lo relativo a su capacidad nutricional, sino también en lo referente a la calidad bacteriológica, con el fin de asegurarse de que es un alimento apto para el consumo. Se suministra de forma permanente, con un consumo promedio de 19-20 g. La dieta requerida para esta fase es:

Proteína	Mínimo	24%
Calcio	Mínimo	1%
Fósforo	Mínimo	0,60%
Grasa	Mínimo	2%
Humedad	Máximo	12%
Cenizas	Máximo	12%
Fibra	Máximo	6%
Presentación	Harina	

2. El alimento requerido a partir del momento en que se alcance el 5% de la postura hasta el final de ésta, con un consumo promedio de 23 g diarios por animal. La dieta requerida para esta fase es:

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

3. Manejo de la ponedora

El peso corporal debe verificarse dos semanas después de recibir las ponedoras, es decir, al momento de iniciar la postura. El peso promedio a esta edad debe ser de 110-115 g; las aves por debajo de este peso, deben separarse en una jaula aparte, con el fin de crear grupos homogéneos.

Si las aves están demasiado pesadas, se debe hacer una reducción en la ración de 10%-15%; si, por el contrario, están livianas, se debe hacer un aumento en la ración de 10% para obtener el peso corporal deseado. La distribución del alimento se debe hacer cuatro raciones, por lo general, temprano en la mañana a medio día, cuatro de la tarde y después de la recolección de los huevos diarios.

Siempre se debe manejar agua potable con pH 7,2 (recomendado)

Recomendaciones para la postura

- Tener listos y desinfectado el galpón, las jaulas, los comederos y los bebederos, con 14 días de anticipación. Dos días antes del arribo de las codornices, se debe comprobar el funcionamiento correcto de los equipos y la iluminación, entre otros.
- La codornaza se limpiará y retirará fuera del galpón cada dos o tres

días, con el fin de evitar la acumulación de gases, como amoníaco, que afectan el aparato respiratorio de las aves. Se puede utilizar cascarilla de arroz o viruta revuelta con cal en las bandejas de excrementos, para utilizar mejor el abono.

- Una vez por semana se agrega azúcar morena al agua (1 g/litro) como laxante.
- El estrés se elimina agregando un suplemento vitamínico al agua durante tres a cinco días seguidos, una vez por mes.
- Lo ideal es mantener la temperatura a 21 °C; sin embargo, son aceptables márgenes entre 19,5 y 24 °C.
- La codorniz no necesita vacunas, pero existen patologías que pueden ser transmitidas por otras aves. Por esta razón, es conveniente conocer la incidencia de enfermedades en la zona.
- Es importante la presencia del macho durante la producción de huevos (4 machos en jaulas contiguas/1.000 ponedoras).
- Los trabajos diarios de revisión, limpieza y lavado de bebederos, evacuación de excrementos y recolección de huevos deben efectuarse a la misma hora, preferiblemente temprano en la mañana.
- Las labores de manejo se deben realizar de forma tranquila y sin ruidos para evitar condiciones de estrés.
- La codorniz no requiere despique.
- El sistema de bebederos automáticos es muy recomendable para agilizar el manejo de la instalación.

- Un bebedero de copa para cada 15 ponedoras es lo recomendable.
- La persona que maneja las ponedoras debe usar el vestido de un mismo color (plomo) para que las aves se acostumbren a él.

4. BIOSEGURIDAD

LIMPIEZA DE EQUIPO Y DESINFECCIÓN DE GALPONES

Uno de los fundamentos del desarrollo de esta industria lo constituye el complejo de técnicas, prácticas de manejo, en el que merece destacarse la sanidad y todo aquello que tiene relación directa con la prevención y control de las enfermedades en las aves. A todo esto se le denomina bioseguridad.

La desinfección puede definirse como la aplicación correcta de métodos físicos o químicos tendientes a eliminar todas las fuentes de infección por microorganismos dentro de una explotación pecuaria.

Los agentes físicos son:

- La luz solar, que posee rayos ultravioleta de acción bactericida, desinfectante, limitada. Se considera como un factor complementario en la desinfección de equipos.
- El fuego y el calor que se utilizan para calentar agua.

Al implementar un plan de bioseguridad, el objetivo será el de mantener a las aves lejos de los visitantes, las aves silvestres, los insectos, los ratones y otros animals, (estres). Con el mantenimiento del área lo más limpia posible, se reducen drásticamente las oportunidades de un brote de enfermedad; para ello es necesario realizar prácticas de desinfección con formaldehído, ya sea fumigado o en aerosol. Hay que tener mucho cuidado cuando se usa este

producto pues es extremadamente tóxico y peligroso y, por lo tanto, se deben tomar medidas preventivas, como el uso de un equipo de protección.

Antes de introducir un nuevo lote de aves se debe:

- Lavar el equipo con una solución de agua y formol al 10%.
- Realizar una limpieza minuciosa en seco, con cepillo y escoba resistentes, que comprenda el raspado, la barrida y el aseo total de pisos, paredes, mallas, techos y vigas; elementos que recogen y acumulan gran cantidad de polvo, telarañas y secreciones con una alta contaminación bacteriana. A continuación, lavar todas estas superficies con agua a presión y cepillos apropiados hasta dejarlas muy limpias.
- En lo posible, flamear el galpón y algunos equipos.
- Por otra parte, se debe eliminar las causas de estrés y mantener el galpón en excelentes condiciones, de tal modo que las aves puedan crecer y producir adecuadamente.

5. DATOS TÉCNICOS Y ECONÓMICOS

Hay factores más importantes que el terreno o la inversión en capital para garantizar el éxito del negocio. En realidad, el negocio de codornices es rentable si se tiene un adecuado manejo de la parte productiva. Una gran inversión en terreno y número de aves puede resultar inútil si no se tiene el manejo técnico adecuado para mantener a las aves.

Sin embargo, hay una escala mínima del negocio para empezar a ver los beneficios, por lo general, el negocio empieza a ser rentable y cubrir costos fijos

cuando se manejan volúmenes superiores a 1.000 aves. Para este volumen de aves se requiere un área mínima de 7 m × 3,5 m, exclusivamente para aves ponedoras en jaula.

REGISTRO DE PRODUCCION DIARIO							
Día	Numero de huevos /dia	% de postura	Huevos rotos	% de huevos rotos	Aves muertas	% de mortalidad	Aves actuales
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
27							
28							
29							
30							

Este registro se deberá completar con 11 registros más que, en conjunto, mostrarán el comportamiento pro- ductivo total del lote en un año