

**EVALUACIÓN DE GERMINADOS DE MAÍZ (*Zea mays*), QUINUA  
(*Chenopodium quinoa*) Y LENTEJA (*Lens culinaris*) Y SU INFLUENCIA EN  
ÍNDICES PRODUCTIVOS EN LA PRIMERA FASE DE POSTURA EN  
CODORNICES (*Coturnix coturnix japónica*)**

**ANDREA PATRICIA GARCÉS BENAVIDES**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
PROGRAMA DE ZOOTECNIA  
PASTO – COLOMBIA  
2008**

**EVALUACIÓN DE GERMINADOS DE MAÍZ (*Zea mays*), QUINUA  
(*Chenopodium quinoa*) Y LENTEJA (*Lens culinaris*) Y SU INFLUENCIA EN  
ÍNDICES PRODUCTIVOS EN LA PRIMERA FASE DE POSTURA EN  
CODORNICES (*Coturnix coturnix japónica*)**

**ANDREA PATRICIA GARCÉS BENAVIDES**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de  
zootecnista**

**Presidente  
EDMUNDO APRÁEZ GUERRERO  
Zoot. M.Sc, Ph.D**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
PROGRAMA DE ZOOTECNIA  
PASTO- COLOMBIA  
2008**

**“Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado son responsabilidad exclusiva de los autores”.**

**Artículo 1° del acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.**

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

---

**Dr. EDMUNDO APRÁEZ GUERRERO**  
Presidente

**Dr. ARTURO GÁLVEZ CERÓN**  
Jurado delegado

**Dr. LUÍS ÁNGEL ECHEVERRI V.**  
Jurado

**San Juan de Pasto, Mayo de 2008**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado a Dios, por ser el promotor de todos mis triunfos con los que brindo hoy, felicidad a mi familia.

A mi hija Valeria, mi mayor motivación, quien me acompañó y esperó paciente sin protestar.

A mi madre Esperanza, quien con sus esfuerzos y lucha incansable logró hacer de mí lo que soy.

A mis hermanos Jimena y Camilo que con su buen humor y sabios consejos me dieron la fortaleza suficiente para continuar.

A Juanma mi amigo, novio y confidente quien con su perseverancia, paciencia y dedicación no me permitió desfallecer y me dio el ánimo necesario para seguir adelante hasta alcanzar mis sueños.

A toda mi familia, quienes siempre están pendientes de mí y de mi felicidad.

**ANDREA GARCÉS BENAVIDES**

## GLOSARIO

**Alimentación:** actividad que comprende acciones diversas, como el reconocimiento del alimento y los movimientos como aprehensión, la iniciación de la comida y la ingestión necesaria para que funcione un organismo vivo.

**Alimento:** comida que satisface el apetito, compensando las necesidades fisiológicas del crecimiento y de los procesos que ocurren en el organismo, y suministrar la energía necesaria para mantener la actividad y la temperatura corporal.

**Análisis bromatológico:** conjunto de técnicas y procedimientos empleados para identificar y cuantificar los principios nutritivos de un alimento.

**Carotenoides:** pigmentos orgánicos que se encuentran de forma natural en plantas y otros organismos fotosintéticos. Son el grupo más representativo de los tetraterpenos, compuestos que se caracterizan por una estructura con 40 átomos de carbono, aunque no todos los carotenoides se ajustan estrictamente a esta regla. A los carotenoides que contienen átomos de oxígeno se les conoce más específicamente como xantofilas. Los restantes constituyen el grupo de los llamados carotenos.

**Cereales:** semillas de ciertas gramíneas que, en conjunto, constituyen el producto alimenticio más importante del mundo.

**Conversión alimenticia:** cantidad de alimento necesario para producir un kilogramo de peso vivo.

**Cotiledón:** hoja seminal embrionaria, producida por el embrión de una planta con semilla. Sirven para reservar y absorber nutrientes ubicados en la semilla hasta que la plántula puede producir sus hojas verdaderas y realizar la fotosíntesis. Su número sirve para la identificación de los grandes grupos de plantas con flor, son dos en las Dicotiledóneas y uno en las Monocotiledóneas.

**Coturnaza:** heces de la codorniz que se emplea principalmente como subproducto para alimentación de cerdos, novillos y aplicación como abono orgánico.

**Coturnicultura:** aprovechamiento industrial de la cría de codornices.

**Extracto etéreo:** este método permite determinar el contenido en materias grasas brutas de los piensos y materias primas.

**Germinación:** conjunto de fenómenos por los que el embrión contenido en una semilla recobra su actividad vital para dar lugar a una plántula.

**Germinador:** cámara acondicionada para la germinación de semillas.

**Heces:** materiales residuales de desecho eliminados por el intestino, mediante los movimientos peristálticos y la digestión de los alimentos.

**Incremento de peso:** kilogramos de carne que se pueden producir con un alimento en un tiempo determinado.

**Pseudocereal:** plantas de hoja ancha (no gramíneas), que son usadas de la misma manera que los cereales. Su semilla puede ser molida a harina, y así utilizada. Ejemplos de pseudocereales son el amaranto y la quinua,

**Requerimientos nutricionales:** necesidades nutritivas de los seres vivos para cumplir con su normal desarrollo, mantenimiento y productividad durante las 24 horas del día.

**Saponinas:** se considera aplicable a dos grupos de glucósidos vegetales, uno de ellos compuesto por los glucósidos triterpenoides de reacción ligeramente ácida, y el otro por los esteroides derivados del perhidrol 1,2 ciclopentanofenantreno. Tienen como propiedad la de formar una abundante espuma en solución acuosa y son también solubles en alcohol absoluto y otros solventes orgánicos.

## AGRADECIMIENTOS

EDMUNDO APRÁEZ GUERRERO	Zootecnista Ph.D
ARTURO GÁLVEZ CERÓN	Zootecnista M.Sc
LUÍS ÁNGEL ECHEVERRI VALENCIA	Zootecnista
CARLOS SOLARTE PORTILLA	Zootecnista Ph.D
DIEGO FERNANDO ZÚÑIGA ROSALES	Administrador de empresas
OSCAR ANTONIO MONCAYO PORTILLA	Zootecnista
LUÍS ALFONSO SOLARTE PORTILLA	Secretario académico
SANDRA ESPINOSA NARVÁEZ	Tec. Química
PILAR NARVÁEZ	Zootecnista
ANA JULIA MALLAMA GOYES	Zootecnista
LEIDY JOHANA ORDÓÑEZ BOLAÑOS	Zootecnista
MIRIAM LOZANO LASSO	Secretaria



## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	21
1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	22
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	23
3. OBJETIVOS	24
3.1 OBJETIVO GENERAL	24
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	24
4. MARCO TEÓRICO	25
4.1 GENERALIDADES DE LOS GRANOS GERMINADOS	25
4.2 FASES DE GERMINACIÓN	26
4.2.1 Absorción del agua	26
4.2.2 Movilización de nutrientes	26
4.2.3 Crecimiento	26
4.2.4 Diferenciación	27
4.3 VENTAJA DEL GERMINADO	27
4.4 RENDIMIENTO	27
4.5 PROCEDIMIENTO PARA LA GERMINACIÓN	28
4.6 CEREALES PARA GERMINAR	28
4.7 EXPERIENCIAS REALIZADAS EN LA ALIMENTACIÓN DE ANIMALES CON GRANOS GERMINADOS	28
4.8 GRANOS EMPLEADOS	29

4.8.1	Maíz	29
4.8.2	Quinoa o quínoa	30
4.8.3	Lenteja	31
4.9	ASPECTOS GENERALES DE LA CODORNIZ	31
4.10	CONDICIONES DE PRODUCCIÓN	33
4.10.1	Fase de cría	34
4.10.2	Fase de levante	34
4.10.3	Fase de prepostura y postura	34
4.11	REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES	35
4.11.1	Necesidades de proteína	35
4.11.2	Necesidades de energía	36
4.11.3	Necesidades de grasa	36
4.11.4	Necesidades de agua	36
4.11.5	Necesidades de minerales	36
4.11.6	Necesidades de vitaminas	36
5.	DISEÑO METODOLÓGICO	38
5.1	LOCALIZACIÓN	38
5.2	ANIMALES	38
5.3	ALIMENTO Y ALIMENTACIÓN	38
5.4	INSTALACIONES Y EQUIPOS	39
5.5	PROGRAMA SANITARIO	40
5.6	ETAPA PREEXPERIMENTAL	41
5.7	ETAPA EXPERIMENTAL	42

5.8	TRATAMIENTOS	42
5.9	DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	42
5.10	FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	43
5.11	TÉCNICAS DE LABORATORIO	43
5.12	VARIABLES EVALUADAS	43
5.12.1	Productividad de los germinados	43
5.12.2	Consumo de alimento	43
5.12.3	Incremento de peso	43
5.12.4	Conversión alimenticia	44
5.12.5	Porcentaje promedio de postura	44
5.12.6	Huevos por ave alojada	44
5.12.7	Peso promedio del huevo	44
5.12.8	Color de yema	44
5.12.9	Análisis parcial de costos	44
6.	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	45
6.1	VARIACIÓN BROMATOLÓGICA DE GRANOS Y GERMINADOS	45
6.2	PRODUCTIVIDAD DE LOS GERMINADOS	46
6.2.1	Tiempo	47
6.2.2	Rendimiento	47
6.3	CONSUMO DE ALIMENTO	49
6.4	INCREMENTO DE PESO	51
6.5	CONVERSIÓN ALIMENTICIA	52
6.6	PORCENTAJE PROMEDIO DE POSTURA	53

6.7	HUEVOS POR AVE ALOJADA	55
6.8	PORCENTAJE DE MORTALIDAD	55
6.9	PESO PROMEDIO DEL HUEVO	56
6.10	COLOR DE YEMA	57
6.11	ANÁLISIS PARCIAL DE COSTOS	58
6.11.1	Costo de producción por huevo	58
6.11.2	Rentabilidad	58
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64
7.1	CONCLUSIONES	64
7.2	RECOMENDACIONES	64
	BIBLIOGRAFÍA	65
	ANEXOS	69

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Características de la codorniz japónica	33
Tabla 2. Requerimientos nutricionales de la codorniz en su diferentes fases	37
Tabla 3. Balance de raciones por tratamiento	41
Tabla 4. Rendimiento	48
Tabla 5. Consumo de alimento	49
Tabla 6. Incremento de peso	51
Tabla 7. Conversión alimenticia	52
Tabla 8. Porcentaje promedio de postura	54
Tabla 9. Huevos por ave alojada	55
Tabla 10. Peso promedio del huevo	56
Tabla 11. Color de yema	57
Tabla 12. Análisis económico T0	59
Tabla 13. Análisis económico T1	60
Tabla 14. Análisis económico T2	61
Tabla 15. Análisis económico T3	62
Tabla 16. Análisis económico T4	63

## LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro1. Composición bromatológica de granos y granos germinados de maíz, quinua y lenteja	45
Cuadro 2. Tiempo de germinación	47
Cuadro 3. Cantidad de grano sembrado y cosechado	48

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Jaulas empleadas en la investigación	39
Figura 2. Modelo de germinador empleado	40
Figura 3. Proceso de germinación de granos	46
Figura 4. Germinados suministrados	47
Figura 5. Consumo de alimento	50
Figura 6. Recolección por tratamientos	53

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Tiempo	69
Anexo B. Rendimiento	69
Anexo C. Consumo de alimento	70
Anexo D. Incremento de peso	70
Anexo E. Conversión alimenticia	71
Anexo F. Porcentaje promedio de postura	71
Anexo G. Huevos por ave alojada	72
Anexo H. Peso promedio del huevo	72
Anexo I. Color de yema	73



## RESUMEN

Esta investigación se realizó en la ciudad de Pasto, a una altitud de 2559 msnm, temperatura promedio de 14 °C, precipitación anual de 700 mm y humedad relativa de 88 %.

Para el ensayo se utilizaron 250 codornices hembra (*Coturnix coturnix japónica*), provenientes del Valle del Cauca. Con peso aproximado de 140 gramos. La duración del trabajo de campo fue de 90 días.

Se empleó un diseño completamente al azar, conformado por cinco tratamientos y cinco réplicas por tratamiento, cada réplica constituida por 10 codornices, para un total de 250 animales. Se realizaron los respectivos análisis de varianza para las variables productividad de los germinados, consumo de alimento, incremento de peso, conversión alimenticia, porcentaje promedio de postura, huevos por ave alojada, peso del huevo y color de yema.

La recolección de los datos de campo se realizó mediante registros diarios y posteriormente se tabuló en hoja electrónica para facilitar el cálculo de cada una de las variables a evaluar. Los datos obtenidos fueron procesados mediante el paquete estadístico SAS (Statistic Analysis System), utilizando los procedimientos proc anova; la comparación de medias ante la presencia de diferencias estadísticas se realizó mediante la prueba de Tukey.

Las dietas experimentales evaluadas fueron las siguientes: T0: concentrado comercial, T1: concentrado comercial + germinado de maíz + germinado de lenteja, T2: concentrado comercial + germinado de quinua + germinado de lenteja, T3: concentrado comercial + germinado de lenteja, T4: concentrado comercial + germinado de quinua.

Durante todo el periodo experimental el proceso germinativo de los granos mantuvo una productividad determinada por tiempo y rendimiento con diferencias ( $P < 0,01$ ) entre tratamientos, resultado de la variedad de granos germinados, su presentación física y capacidad de retención de líquido.

El consumo de alimento (AC) reveló diferencias ( $P < 0,01$ ), presentándose el mayor consumo en el T4 con 27.87g, seguido del T3 y T1 con 26.63g y 26.54g respectivamente, y T0 y T2 con 23.82g y 23.26g/animal/día.

El incremento de peso (IP) indicó diferencias ( $P < 0,01$ ), en donde el mayor incremento se presentó en T3 y T1 con 58.26g y 57.04g respectivamente,

seguidos de T2 con 53.82g, T4 con 53.04g y el menor incremento en T0 con 45.96g/ave/día.

La conversión alimenticia (CA) reportó diferencias ( $P<0,01$ ), el T2 con 1.93 y T0 con 1.98 tuvieron la mejor conversión, seguidos de T3 con 2.18 y T1 con 2.23 y la peor conversión en T4 con 2.31.

El porcentaje promedio de postura (PPP) presentó diferencias ( $P<0,01$ ) entre tratamientos, el mayor porcentaje lo obtuvo el T0 con 64.69% y T4 con 60.68%, seguidos de T2 con 54.04%, y con el menor porcentaje el T3 y T1 con 43.24 % y 42.85% respectivamente.

En la variable huevos por ave alojada (HAA) se presentaron diferencias ( $P<0,01$ ) entre tratamientos, encontrando los siguientes resultados: los valores más altos estuvieron en T0 con 58.24 y T4 con 54.62, seguidos de T2 con 49.12, y el menor valor en T3 y T1 con 38.92 y 38.58 respectivamente.

En el desarrollo de esta investigación no existió mortalidad, razón por la cual no se pudo procesar información que permitiera obtener las diferencias estadísticas pertinentes.

Para el peso promedio del huevo (PH) se obtuvieron diferencias entre los tratamientos ( $P<0,01$ ), ubicándose el mayor peso en T3 con 10.96g y T4 con 10.84g, seguidos de T2, T0 y T1 con 10.52, 10.49, 10.43 gramos.

En el color de yema se encontraron diferencias ( $P<0,01$ ), en donde la mejor coloración la obtuvo el T0 y T1 con 12.4, seguidos de T3 con 10.2 y T4 con 8.8, y la menor coloración en T2 con un valor de 6.0 en el abanico de Roche.

Los costos de alimentación más bajos se dieron en las dietas T1, T0, T3 y T2 (\$121.046,29, 131.370,5, 138.216,11 y 185.298,17) respectivamente, en comparación al T4 (\$278.227,35), el mayor ingreso neto lo obtuvieron los tratamientos T0 (\$291.200) y T4 (\$282.000), seguidos del T2 (\$245.600) y los más bajos ingresos T3 y T1 con (\$203.000 y 199.200) respectivamente. La mejor rentabilidad se presentó en el T0 (34.58%), los demás tratamientos no presentaron rentabilidad positiva.

## ABSTRACT

This investigation was made in Pasto city, at an altitude of 2559 meters above sea level, an average temperature of 14°C, an annual precipitation of 700 mm and relative humidity of 88%.

In this test were used 250 female partridges (*Coturnix coturnix japonese*), they were from Cauca's Valley and they each weighed 140 grams. The duration of the field work was approximately 90 days.

A random selection of food was used in five different treatments, with treated giving a different result. They were made five replies by treatment, and every reply formed with 10 partridges, for a total of 250 animals. They were made the analysis of variance for the next variables: animal's productivity, food's consumption, weight's increase, nutritious conversion, average percentage of posture, eggs by lodged bird, weight by egg and egg's yolk color.

The collecting of the data field were realized with the help of daily register and posterior they were put in an electronic leaf to facilitate the calculate to every one of the variables to evaluate. The data gotten were processed using the statistics procedure SAS (Statistic analysis system), and the using of the proc anova procedures; the mean's compare in the presence of statistical differences were made using the Tukey's test.

The experimental diets evaluated were the following: T0: commercial food + quinoa's germinate; T2: commercial food + quinoa's germinate + lentil's germinate; T3: commercial food + lentil's germinate; T4: commercial food + quinoa's germinate.

All the time round, the seed's germinate process kept a productivity with differences ( $P < 0.01$ ) between treatments as a result of the variety of seeds germinated, their physics presentation and liquefier's retention capacity.

The food's consumption (AC) have differences ( $P < 0.01$ ), where the biggest consumption is the T4 with 27.87g, the following are the T3 and T1 with 26.63g and 26.54g each one; and finally, T0 and T2 with 23.82g and 23.26g/animal/day.

The weight's increase (WI) showed differences ( $P < 0.01$ ) where the biggest increase were T3 and T1 with 58.26g and 57.04g each one; the following are T2 with 53.82g, T4 with 53.04g; and the smallest increase was T0 with 45.96g/bird/day.

The nutritious conversion (CA) have differences ( $P < 0.01$ ), the best conversion were T2 with 1.93 and T0 with 1.98, followed by T3 with 2.18 and T1 with 2.23 and the worst increase was T4 with 2.31.

The posture's average percentage (PPP) showed differences ( $P < 0.01$ ) between treatments, the biggest percentage were T0 with 64.69% and T4 with 60.68%; the following was T2 with 54.04% and the smallest percentage were T3 and T1 with 43.24% and 42.85% each one.

The variable: eggs by lodged bird (HAA) showed differences ( $P < 0.01$ ) between treatments, where were found the following results: the highest values were T0 with 58.24 and T4 with 54.62, the following was T2 with 49.12, and the lowest values were T3 and T1 with 38.92 and 38.58 each one.

In the development of this investigation didn't exist mortality; for this reason, we couldn't process information to find the adequate statistics differences.

The egg's average weight (PH) showed differences between the treatments ( $P < 0.01$ ), where the highest weight were T3 with 10.96g and T4 with 10.84g, the following were T2, T0 and T1 with 10.52, 10.49 and 10.43 grams.

Into the egg's yolk coloring were found differences ( $P < 0.01$ ), where the best color was got by T0 and T1 with 12.4, the following were T3 with 10.2 and T4 with 8.8, and the lowest coloring was T2 with a value of 6.0 into the Roche's fan.

The feeding's cost lowest were found in the diets T1, T0, T3 and T2 (\$121.046,29, 131.370,5, 138.216,11 and 185.298,17) each one, if we make a comparison with T4 (\$278.227,35), the biggest net income were showed by the treatments T0 (\$291.200) and T4 (\$282.000), followed by T2 (\$245.600) and the lowest incomes T3 and T1 with (\$203.000 and 199.200) each one. The best rentability has been found in the treatments T0 (34.58%), and the other treatments don't showed a positive value.

## INTRODUCCIÓN

Bajo las actuales condiciones del mercado a las que se ve enfrentada la industria avícola, es necesario acoger alternativas que favorezcan la competitividad ante la presencia de mejores posibilidades para el consumidor. Es por esta razón que, en búsqueda de incrementar la productividad, ofrecer nuevas opciones de diversificación y disminuir los costos que genera un plantel de este tipo, se hace necesario brindar al productor la posibilidad de adoptar dentro del plan de alimentación una fuente alimenticia importante que apoyada en procesos biotecnológicos de fácil implementación, como los germinados elaborados con materias primas de fácil consecución en la zona y precio razonable, que adicionalmente garanticen un aporte nutricional adecuado para la especie y un aporte económico rentable para el sector.

Los alimentos germinados brindan adicionalmente la oportunidad de ser producidos en la ciudad, adecuándose a espacios reducidos, con la posibilidad de utilizar mano de obra familiar y generar un ingreso adicional con expectativa de crear microempresa fomentando, de esta manera, la producción limpia con la garantía de un proceso productivo sano.

Las condiciones edafoclimáticas del trópico de altura, aunadas a restricciones geográficas, limitan las posibilidades de disponer de una amplia variedad de recursos alimentarios para las especies pecuarias; por ello la producción de germinados de cereales, pseudocereales y algunos granos, constituyen una fuente alimenticia importante.

Atendiendo a lo anterior, esta investigación planteó la valoración de los germinados de maíz, quinua y lenteja, establecer su rendimiento productivo en biomasa germinada y determinar su contribución en la alimentación de codornices, a fin de dilucidar el aporte de estas fuentes alimenticias al mejoramiento de los indicadores de producción en la fase de postura.

## **1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

Los productores pecuarios permanecen en la búsqueda de alternativas alimenticias que mejoren los índices productivos y la calidad final de los productos sin incurrir en gastos elevados. Una posibilidad es el uso de granos germinados en la alimentación que, producidos de una forma adecuada, pueden contribuir positivamente en el desarrollo de los animales.

Los germinados son una fuente óptima de nutrientes con características apreciadas por el animal, por lo cual la implementación de este tipo de alimentación en la coturnicultura busca incrementar los índices productivos con la garantía de producción sana y a bajo costo.

## 2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente, los mayores costos en la industria avícola están representados en la alimentación, lo que conlleva a que los productores tengan que recurrir a la utilización de alternativas alimenticias que permitan mejorar el aprovechamiento de la materia prima.

El uso de germinados en la avicultura representa una opción que permite a los productores mejorar la rentabilidad de su plantel haciendo uso de materias primas altamente digestibles, que expresan sus características en los índices productivos de las aves. Los germinados contienen propiedades nutritivas que son difíciles de superar, llegando a ser considerados una fuente alimenticia óptima que garantiza que su utilización sea confiable.

No obstante su reconocido valor como alimento para humanos, se conoce muy poco acerca del valor nutricional de los germinados de quinua y lenteja, por ello esta investigación evaluó los germinados de maíz (*Zea mays*), quinua (*Chenopodium quinoa*), lenteja (*Lens culinaris*) y su contribución a los índices productivos en la primera fase de postura en codornices (*Coturnix coturnix japónica*).

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el aporte nutritivo de los germinados de maíz (*Zea mays*), lenteja (*Lens culinaris*) y quinua (*Chenopodium quinoa*) en la primera fase de postura de codornices (*Coturnix coturnix japónica*).

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer la productividad de los germinados de maíz (*Zea mays*), lenteja (*Lens culinaris*) y quinua (*Chenopodium quínoa*).
- Determinar la variación en la composición bromatológica de los granos y los germinados
- Valorar el efecto de la incorporación de los germinados en dietas sobre los índices productivos de codornices de postura (*Coturnix coturnix japónica*)
- Realizar un análisis parcial de costos



## 4. MARCO TEÓRICO

### 4.1 GENERALIDADES DE LOS GRANOS GERMINADOS

Carballo<sup>1</sup> afirma que se llama germinación al proceso por el que se reanuda el crecimiento embrionario después de la fase de descanso. Este fenómeno no se desencadena hasta que la semilla ha sido transportada a un medio favorable por alguno de los agentes de dispersión. Las condiciones determinantes del medio son: aporte suficiente de agua, oxígeno y temperatura apropiada para producir procesos biológicos que transforman favorablemente la composición de los granos.

García<sup>2</sup> menciona que cuando las semillas germinan, su contenido nutricional cambia, se mejora y aumenta. En cuanto la semilla entra en contacto con el agua, el oxígeno y el calor necesarios, empieza a desarrollarse y tienen lugar, entre otros, los fenómenos siguientes:

1. Mediante la absorción de agua, la semilla duplica su volumen y revienta la cáscara protectora.
2. Las enzimas se activan y provocan una serie de transformaciones:
  - Las sustancias de reserva son predigeridas y se transforman en ácidos aminados, algunos de los cuales son imprescindibles para el ser humano. El contenido proteico de la semilla queda presente en el germinado, pero de una forma más fácilmente asimilable.
  - Se sintetizan abundantes vitaminas y fermentos. Otras vitaminas como la vitamina C se multiplican (ver tablas adjuntas).
  - Las sales minerales (calcio, fósforo, hierro, potasio y magnesio) también se multiplican.

73\_\_\_\_\_

<sup>1</sup>CARBALLO, Carlos. Manual de procedimientos para germinar granos para la alimentación animal, [en línea]. Sinaloa (México). Disponible en línea <http://www.zoetecnocampo.com>. 2004-02-04.

<sup>2</sup> GARCIA, Roman David. Germinación [online]. Journal 2 ed. Argentina: Unión vegetariana internacional, rev. 29 mayo 2007 [citado en 2007-6-06]. Reed Mangels: V0053N. Disponible en Internet: URL: <http://www.uva.org.ar/germinados.html>.

- Las grasas se transforman en ácidos grasos y el almidón en maltosa y dextrina, azúcares más simples que exigen menos esfuerzo al aparato digestivo. Así pues, se reduce la naturaleza feculosa de la semilla.
- Se forma la clorofila.
- Los ácidos y las toxinas, que de forma natural acompañan a la semilla para su defensa, se descomponen.
- El volumen y el contenido de agua pasa de ser de un 5 -12% en la semilla a un 70% en el germinado (con 3 cucharadas de semilla puede obtenerse casi un litro de brotes o germinados).

Carballo<sup>3</sup> menciona que los germinados actúan regulando el equilibrio ácido-base del organismo, aportando fibra de calidad biológica. Su abundante contenido de vitaminas, minerales, enzimas, proteínas y clorofila, en proporciones equilibradas y su escasez de hidratos de carbono, los sitúan entre los alimentos más completos y mejor digeribles. La rica concentración de enzimas actúa sobre el metabolismo, favoreciendo la regeneración del torrente sanguíneo y del aparato digestivo. En el proceso de germinación, las enzimas se movilizan invadiendo el interior de la semilla y ocurre una disolución de las paredes celulares por la acción de ellas.

Posteriormente se liberan granos de almidón que son transformados en azúcares y así empieza el proceso de germinación, en el que podemos diferenciar cuatro fases que son:

## 4.2 FASES DE GERMINACIÓN

**4.2.1 Absorción del agua.** Se inicia la actividad vital de la semilla, se reanuda el metabolismo, para lo cual se necesitan condiciones adecuadas de humedad, temperatura y oxígeno. Una vez reunidos estos factores, el embrión se hincha, se reblandecen las cubiertas protectoras y las reservas alimenticias principian una serie de reacciones químicas y biológicas que hacen que el embrión se desarrolle.

**4.2.2 Movilización de nutrientes.** Los cotiledones se van reduciendo mientras la nueva planta consume sus reservas, el alimento almacenado en ellos es digerido por la acción del agua, se descompone mediante la respiración, o se usa en el desarrollo de nuevas estructuras.

**4.2.3 Crecimiento.** Se puede definir como la síntesis del material vegetal, que normalmente viene acompañada de un cambio de forma y un aumento irreversible de la masa del organismo, aumento de la longitud o de los diámetros del cuerpo

73\_\_\_\_\_

<sup>3</sup> CARBALLO, Op. cit. p.3.

del vegetal y su aumento en peso, el crecimiento de las diferentes partes de la planta suele determinarse por la altura, el área foliar o el peso seco, en relación con el tiempo transcurrido durante el ciclo de vida.

**4.2.4 Diferenciación.** En una planta, el crecimiento y diferenciación transcurren paralelamente y por eso parecería tratarse de un solo proceso denominado desarrollo. Una vez que han aparecido las raicillas y las primeras hojas, la planta está capacitada para realizar la fotosíntesis, motivo por el cual se debe exponer a condiciones óptimas de luminosidad, oxigenación y nutrientes.

De acuerdo con Rodríguez<sup>4</sup>, en el primer paso de la germinación, bajo la influencia de la enzima amilasa, el almidón se transforma en azúcares simples, la calidad de las proteínas se mejora gracias a la descomposición de las cadenas complejas de proteínas en aminoácidos libres y al aumento del contenido en aminoácidos esenciales (lisina), los carbohidratos son modificados en azúcares simples, las grasas se transforman en ácidos grasos libres. Gracias a todas estas modificaciones y al aumento del contenido en humedad, los granos germinados se digieren más rápidamente y son más ricos en vitaminas A, B, y E, calcio, potasio, magnesio y en oligoelementos: hierro, selenio y zinc.

### 4.3 VENTAJAS DEL GERMINADO

García<sup>5</sup> reporta las siguientes ventajas de la utilización del germinado:

- Sirve para toda clase de animales: monogástricos y poligástricos
- De 1,7 kilos de grano de maíz se obtienen hasta 12 kilos de grano germinado en ocho días después de sembrado
- Se puede producir durante todo el año
- Tiene un valor nutritivo alto

**4.4 RENDIMIENTO.** De acuerdo con Carballo, en el manual de procedimientos para germinar granos reporta que: “La producción de granos germinados para uso forrajero bajo control de temperatura y humedad relativa, densidad, humedad y buena calidad de la semilla, alcanza un rendimiento de 10 a 12 veces el peso de la semilla, en pasto fresco y una altura de 20 cm., aproximadamente en un período de 7 a 10 días”.<sup>6</sup>

73\_\_\_\_\_

<sup>4</sup> Rodríguez, José Ángel. Proceso de germinación en las semillas [online]. Alihuen 4 ed. Argentina: Parque Natural Granadino, rev. 12 Diciembre 2002 [citado en 2004-14-09]. Megawell: A2003N00. Disponible en Internet: <URL:http:// http://www.alihuen.org.ar>

<sup>5</sup> GARCIA, Op. cit. p.1.

<sup>6</sup> CARBALLO, Op. cit. p.4.

**4.5 PROCEDIMIENTO PARA LA GERMINACIÓN.** El mismo autor<sup>7</sup> contempla los siguientes pasos:

- Remojar y limpiar el grano, separando basura y granos quebrados
- Dejar reposar el grano por 24 horas en remojo, quitando el agua y se pondrá en reposo nuevamente
- A las 48 horas de reposo, sembrar en el lugar designado para ello
- Por dos días regar agua a los granos de 4 a 5 veces al día
- Los tres días siguientes regar agua de 3 a 4 veces al día
- El noveno día ya está el germinado para dar a los animales

**4.6 CEREALES PARA GERMINAR.** Buitrago, citado por Timarán y Ceballos,<sup>8</sup> menciona que un factor importante para el eficiente uso del recurso alimenticio es el conocimiento de la composición química de los alimentos, así como de los requerimientos nutricionales. En importancia después del maíz y sorgo, están el trigo, arroz y cebada en cuanto a calidad y cantidad de nutrientes.

A sí mismo menciona que: “El valor biológico de la proteína es moderado, con tendencia a una deficiencia de lisina y triptófano en la mayoría de los granos. El contenido de minerales es bajo, especialmente de calcio. Los granos de maíz y sorgo son más pobres en fósforo que la avena, el trigo, la cebada y el arroz. Todos los cereales son pobres en vitamina D y riboflavina”<sup>9</sup>.

#### **4.7 EXPERIENCIAS REALIZADAS EN LA ALIMENTACIÓN DE ANIMALES CON GRANOS GERMINADOS**

En la Universidad de Nariño, Timarán, Ceballos y Caycedo (1984) realizaron un trabajo para cuyes de engorde, utilizando cebada germinada (T1), trigo germinado (T2) y trigo y cebada germinados (T3) como suplemento a los pastos tetralíte y aubade, los granos germinados originaron mejores incrementos diarios de peso de 10.5 g (T1), 10.95 (T2), y 10.89 (T3)<sup>10</sup>.

73 \_\_\_\_\_  
<sup>7</sup> Ibíd., p.6.

<sup>8</sup> TIMARAN, Segundo y CEBALLOS, Héctor. Efectos de una dieta suplementaria con base en cebada y trigo germinados en la alimentación de cuyes. Tesis Zootecnia. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias, programa de Zootecnia. 1984. p. 9.

<sup>9</sup> Ibíd., p. 9.

<sup>10</sup> CAYCEDO, Alberto. Experiencias investigativas en la producción de cuyes. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias 2000, p. 196.

"Los granos germinados de trigo y cebada se constituyen en recursos alimenticios de adecuado valor nutricional para conejos en la fase de levante y engorde, que permiten minimizar las pérdidas en cuanto a rendimiento productivo ocasionadas por la escasez de alimentos tradicionales"<sup>12</sup>.

Los resultados de algunos trabajos recopilados por Carballo en el manual de procedimientos para germinar granos para alimentación animal<sup>11</sup> se mencionan a continuación

"A fines de los años treinta, en Inglaterra y Escocia se reporta el uso de cereales germinados en la alimentación del ganado con buenos resultados. La técnica utilizada era completamente rústica, obteniéndose una altura del pasto de 5 cm. y solamente se duplicaba el peso del forraje con relación al peso de la semilla".

"El germinado en aves domésticas se ha usado desde 1929, en que un alemán llamado Mangold, recomendó el uso del germinado de trigo para aumentar la producción de huevos".

"En otro trabajo se determinó que la fertilidad del huevo aumenta en un 3% sobre el testigo sin alimentarse con granos germinados. También la rotura del cascarón aumenta en un 4%. Los trabajos se hicieron con gallinas Leghorn".

"Por otra parte, con una ración base y dos tipos de grano (trigo y avena) y avena germinada de 4 días; esta última ración dio los mejores rendimientos. El peso de los huevos fue de casi un 20% superior a los testigos".

## 4.8 GRANOS EMPLEADOS

**4.8.1 Maíz** (*Zea mays*, L. var. *amylacea*). De acuerdo con Rincón y Ruiz, pertenece a la familia de las gramíneas, a esta variedad corresponden los maíces harinosos, almidonosos. Granos con alto porcentaje de almidón blando o suave y una pequeña porción en los lados de almidón duro, presenta en su estado tierno una proporción de agua del 78%, 16% de carbohidratos, 30% de proteínas y solo un 3.3% de lípidos. Aporta un 3.7% de fibra y solo 90 calorías por cada 100

73\_\_\_\_\_

<sup>12</sup> BURBANO, Dary y LUCERO, Rosa. Valoración nutritiva de cereales germinados de trigo (*Triticum ssp.*), cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) en la alimentación de conejos (*Oryctolagus cuniculus*). Pasto, Colombia. 2006. p.79. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño, Facultad de ciencias pecuarias, Programa de Zootecnia.

<sup>11</sup> CARBALLO, Op. cit. p.5.

gramos. Además es rico en sales minerales como magnesio y fósforo y es el único cereal rico en vitamina A<sup>13</sup>.

Los mismos autores<sup>14</sup> manifiestan que el maíz es apetecible y adecuado para toda clase de ganado. Es rico en calorías y pobre en fibra y minerales. El nivel de proteína es bajo y el valor biológico de la proteína escaso. Para aprovechar plenamente el elevado valor productivo del maíz, estas deficiencias tienen que contrarrestarse mediante un apropiado suplemento.

El pigmento colorante en el maíz amarillo tiene valor en las raciones para las aves de corral, ya que da a la carne y a las yemas de huevo el color deseado. Este pigmento se transforma, en parte, en vitamina A en el animal.

**4.8.2 Quinua o quínoa (*Chenopodium quinoa*).** De acuerdo con la FAO<sup>15</sup> y su sistema de información de los recursos del pienso, es un pseudocereal de la familia Chenopodiaceae que se produce en los Andes de Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador y Perú, además de los Estados Unidos; siendo Bolivia el primer productor mundial, seguido del Perú y los Estados Unidos. Se le denomina pseudocereal porque no pertenece a la familia de las gramíneas, en la que están los cereales "tradicionales" pero, debido a su alto contenido de almidón, su uso es el de un cereal.

Además plantean<sup>16</sup> que la quinua posee un excepcional balance de proteínas que se encuentra entre el 16 y el 23% con un alto grado de aminoácidos como lisina, metionina y cistina, grasa entre 4 y 9%, aceite, almidón y un alto nivel de calcio y fósforo.

Los mismos autores<sup>17</sup> reportan que en los ensayos de alimentación de aves de corral, los pollos que reciben una ración que contiene quinua cocida producen ganancias iguales a los que reciben maíz y leche desnatada, mientras que las raciones que contienen quinua sin cocer disminuyen el coeficiente de crecimiento tanto en los pollos como en los cerdos.

73

<sup>13</sup> RINCÓN, Ovidio y RUIZ, Rubén. Temas de Orientación Agropecuaria. Ministerio de Gobierno. Bogota – Colombia-2000. volumen 3.

<sup>14</sup> *Ibíd.*, p.75.

<sup>15</sup> Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación FAO. Sistema de información de los recursos del pienso. [online]. rev. 12 Noviembre 2007 [citado en 2007-12-07]. Disponible en Internet: [http://www.fao.org.ar/index\\_es.html](http://www.fao.org.ar/index_es.html)

<sup>16</sup> *Ibíd.*, p.1.

<sup>17</sup> *Ibíd.*, p.3.

“El motivo de esto es la presencia de saponinas de gusto amargo en el tegumento de la semilla de la quinua. Las saponinas pueden eliminarse del grano mediante un repetido lavado a fondo, tratamiento que se puede acortar si se añade cal al agua. La cocción también contribuye a eliminar tanto el sabor amargo como los efectos tóxicos”<sup>18</sup>.

**4.8.3 Lenteja** (*Lens culinaris*). Wikipedia<sup>19</sup> describe este grano como una planta herbácea, anual, de la familia de las Papilionáceas, con tallos de tres a cuatro decímetros, endebles, ramosos y estriados, hojas oblongas, estípulas lanceoladas, zarcillos poco arrollados, flores blancas con venas moradas, sobre un pedúnculo axilar, y fruto en vaina pequeña, con dos o tres semillas pardas en forma de disco de medio centímetro de diámetro aproximadamente. Es un alimento con una alta concentración de nutrientes, los hidratos de carbono son los más abundantes y están formados fundamentalmente por almidón, sus proteínas vegetales, aunque en buena cantidad, son incompletas, puesto que son deficitarias en metionina (aminoácido esencial), el contenido en lípidos es muy bajo, el aporte de fibra, aunque importante, es también inferior al de otras leguminosas.

También contiene vitaminas del grupo B (B1, B3 y B6), cantidades apreciables de ácido fólico y buenas dosis de zinc y potasio. Sus concentraciones en hierro rondan los 8 mg por 100 gramos de producto<sup>20</sup>.

De acuerdo con la FAO<sup>21</sup>, una característica común a todas las leguminosas es la presencia en las raíces de unos nódulos que encierran bacterias del género *Rhizobium*, capaces de transformar el nitrógeno atmosférico, que las plantas no pueden utilizar, en nitrógeno orgánico (nitrato), que sí pueden utilizar. Por ello, las leguminosas son ricas en proteínas, nutriente que contiene moléculas de nitrógeno en su composición. A menudo se plantan legumbres con el fin de reponer eso.

## 4.9 ASPECTOS GENERALES DE LA CODORNIZ

Dueñas menciona que “La codorniz es originaria de China y Japón. Se aprovecha actualmente en Francia, Alemania, Inglaterra, Italia, Estados Unidos, Venezuela y Colombia. Las codornices son aves de tamaño pequeño; el macho presenta la

73\_\_\_\_\_

<sup>18</sup> *Ibíd.*, p.4.

<sup>19</sup> *Lens culinaris* [online]. España: Wikipedia La Enciclopedia Libre, 2001. [citado el 20 de Abril de 2007]. Semanal. En internet: <http://es.wikipedia.org/wiki/Lenteja>.

<sup>20</sup> *Ibíd.*, p.2.

<sup>21</sup> FAO, Op. cit. p.1.

garganta de color canela intenso o marcada con algo de negro en la barbilla. La hembra es de color crema claro durante toda su vida”<sup>22</sup>.

Tobón *et al* afirman que “En Colombia se reportan más de 5 especies de codorniz, pero sólo tiene importancia económica la *Coturnix coturnix japónica*. Se trata de un ave pequeña que pesa aproximadamente 170 gramos la hembra y 150 gramos el macho en su edad adulta. Es un ave precoz que alcanza la madurez sexual en poco tiempo (35 – 42 días) y tiene una extraordinaria facultad de reproducirse, es rústica y fácil de criar Intensivamente”<sup>23</sup>.

Lucotte, citado por Lembcke *et al*, manifiesta que “En condiciones adecuadas de iluminación, el porcentaje de puesta es de 80 %, logrando aproximadamente 300 huevos por año para cada ponedora en promedio”<sup>24</sup>.

Agropecuaria Stypa<sup>25</sup> señala que las aves empiezan a poner huevos con pesos que oscilan entre 1 g a 24 g, debido a que aún no pueden regular las hormonas involucradas en el proceso.

El mismo autor<sup>26</sup> afirma que la codorniz incrementa su producción conforme crece. A los dos meses y medio a tres, la codorniz llega a su pico de postura. En este pico, una codorniz puede llegar a poner 1 a 2 huevos diarios, manteniendo este nivel de puesta por cuatro a seis semanas.

Echeverri, citado por Jurado y Vivas,<sup>27</sup> establece que las características de la codorniz japónica son las reportadas en la tabla 1.

73\_\_\_\_\_

<sup>22</sup> DUEÑAS GARZÓN, Luís Fernando. Cría de la codorniz. Manuales virtuales del SENA. Caldas – Colombia. [online]. 2000. [18 Agosto 2005]. Disponible en línea <http://www.geocities.com>

<sup>23</sup> TOBÓN M., Flor Ángela, ROMÁN, Maria Orfilia, MOLINA, Fado y BOTHERT, Janet. Determinación del perfil de ácidos grasos de la secreción de la glándula uropigial de la *Coturnix coturnix japónica* (codorniz doméstica). Colciencias. Medellín – Colombia-. [online]. 2002. Volumen15. [18 Agosto 2005]. Disponible en línea <http://kogí.udea.edu.co>.

<sup>24</sup> LEMBCKE, Carlos, FIGUEROA Edgardo, SULCA Patricia y FALCÓN Néstor. Efecto de la edad de las reproductoras sobre el peso del huevo, fertilidad, incubabilidad y peso al nacer de la codorniz, de la variedad japonesa (*Coturnix coturnix japónica*). Revista de investigación veterinaria del Perú. [online]. 2001. volumen 12. No.1. [18 Agosto 2005]. Disponible en línea <http://sisbib.unmsm.edu.pe>.

<sup>25</sup> Productividad de la codorniz ponedora [online]. Argentina: Agropecuaria Stypa, 2005 [citado el 18 de Agosto del 2005]. Semestral. En internet: <http://codornices.blogspot.com>.

<sup>26</sup> *Ibíd.*, p.1.

<sup>27</sup> JURADO, Liliana y VIVAS, Ricardo. Planificación del plantel avícola para la explotación comercial de codornices de postura (*Coturnix coturnix japónica*) en el departamento de Nariño.



**Tabla 1. Características de la codorniz japónica**

<b>Índice</b>	<b>Valor</b>
Peso promedio al nacer	10g
Peso macho adulto	90-110g
Peso hembra adulta	100-120g
Peso máximo del macho	123.0
Peso máximo de la hembra	157.0
Tiempo promedio inicio de postura	42 días
Porcentaje promedio de postura	80 %
Peso del huevo	10 – 12 g
Vida útil de la codorniz	4 años
Periodo rentable de la producción	2 años
Conversión alimenticia	3.04
Huevos por ave alojada	300
Porcentaje de uniformidad	85 %
Porcentaje de mortalidad	1-2 %
Consumo de alimento entre 2 – 15 días	8 – 10 g/día
Consumo de alimento entre 15 – 30 días	10 – 16 g/día
Consumo de alimento entre 30 – 45 días	20 – 22 g/día
Consumo de alimento adultos y ponedoras	20 – 25 g/día

Fuente: Echeverri, citado por Jurado y Vivas (2002)

#### **4.10 CONDICIONES DE PRODUCCIÓN**

Jurado y Vivas<sup>28</sup> mencionan que el ciclo de vida útil de la codorniz de postura comprende 3 fases:

1. Fase de cría (1 – 15 días)
2. Fase de levante (15 –30 días)
3. Fase de prepostura (30 a 45 días) y postura (a partir de los 45 días hasta que termine el ciclo de postura del ave).

Los mismos autores<sup>29</sup> establecen el plan de manejo para cada fase de producción:

---

Pasto, Colombia. 2002. p.44. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias, Programa de Zootecnia.

<sup>28</sup> JURADO, Liliana y VIVAS, Ricardo. Op. cit., p., 10.

<sup>29</sup> *Ibíd.*, p.95-97

#### **4.10.1 Fase de cría (1 – 15 días)**

- El piso del galpón debe ser forrado con 4 cm. de paja u otro material de la zona para aislar la humedad
- Se recibe a las codornices en un círculo hecho de cartón o lámina de zinc, provisto de una fuente de calor, la cual brindará una temperatura entre 33 y 35 °C. Algunas criadoras para pollitos de gallina, pueden adaptarse a las codornices
- Se suministra un multivitamínico en dosis de 1 c.c. por litro de agua durante la primera semana
- La alimentación debe hacerse en bandejas bajas, a razón de 2-3/100 aves. Los bebederos son de tipo vaso o depósito 2-3/100 aves
- Dos horas después del recibimiento, se suministra el alimento con un 25 – 27 % de proteína
- Se debe remover la cama cuando sea necesario.

#### **4.10.2 Fase de levante (15 – 30 días)**

- Dependiendo del clima, calido o frío, los círculos pueden ser retirados o ampliados. Durante este tiempo se reduce la temperatura a 24 – 26 °C
- Se cambia los comederos de bandeja baja por comederos tipo campana en una proporción de 1-2/100 aves y se utiliza los bebederos tipo campana en la misma proporción
- Se debe tener la precaución de regular la altura entre los bebederos y el piso
- Se utiliza la misma ración de la fase de cría
- Se realiza una selección del lote por tamaño antes de ser ubicadas en las jaulas
- Para evitar agresividad y desperdicio de alimento, se despica las codornices a los 25 días con una lámina caliente
- Entre los 26 – 30 días se instala las codornices en las baterías, a razón de 40 animales, divididas en dos compartimentos en cada jaula. Las medidas de la jaula son 1 m de longitud, 40 cm. de profundidad, 17 cm. de alto en la parte frontal, 15 cm. en la parte posterior y un desnivel del 15 % para la caída de los huevos.

#### **4.10.3 Fase de prepostura y postura**

La prepostura comprende del día 30 a 45, y la postura a partir de esta edad hasta que termine el ciclo de postura.

- La temperatura en esta fase es de 20 – 22 °C
- Una luminosidad de 14 horas diarias

- El alimento debe contener un valor proteico digerible de 22 – 24%. Este se suministrará tres veces al día
- Se debe mantener los animales tranquilos evitando al máximo el estrés
- La recolección de los huevos debe hacerse en horas de la mañana, manipulándolos con precaución
- El almacenamiento de los huevos se realiza en un lugar limpio y seco; haciendo una observación previa de los mismos
- Mantener una buena ventilación para evitar problemas respiratorios.

#### 4.11 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES

Comercialización y crianza de la codorniz japonesa<sup>30</sup> reporta que en el régimen alimenticio de la codorniz debe tenerse en cuenta las particularidades del animal; en efecto, la codorniz es sumamente precoz y alcanza rápidamente el estado adulto; por otra parte, la producción de huevos es muy alta puesto que llega a 300 – 400 huevos por año constituyendo cada huevo cerca de 1/10 del peso vivo del ave. De ahí que uno de los factores mas significativos de la producción sea la alimentación.

**4.11.1 Necesidades de proteína.** Según el documento Codornices, “Se necesita un 25 – 26% de proteína en las primeras semanas de vida. Las proteínas pueden reducirse a un 20% de 3 a 6 semanas, tanto en hembras como en machos”<sup>31</sup>.

Bissoni, citado por Papamija y Villareal<sup>32</sup>, afirma que la primera respuesta a la deficiencia de proteína es la pérdida de peso corporal, con una disminución del tamaño de los huevos, seguida por un descenso en el consumo de alimento y la producción de huevos.

Por su parte, Jensen, citado por los mismos autores, manifiesta que: “La concentración de proteína en la dieta, así como la concentración de ciertos aminoácidos esenciales, tienen un marcado efecto sobre el peso del huevo”<sup>33</sup>.

73\_\_\_\_\_

<sup>30</sup> Comercialización y crianza de la codorniz japonesa. [online]. España: Rincón del Vago, 1998. [citado el 19 Agosto 2005]. Semanal. En internet <http://html.rincondelvago.com>.

<sup>31</sup> Codornices. [online]. España: Rincón del Vago, 1998. [citado el 19 Agosto 2005]. Semanal. En internet <http://html.rincondelvago.com>.

<sup>32</sup> PAPANMIJA, Lucy y VILLAREAL, Alexander. Autobalanceamiento en alimentación de codornices (*Coturnix coturnix japónica*) en fase de producción. Pasto, Colombia. 1993. p.12. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias, Programa de Zootecnia.

<sup>33</sup> *Ibíd.*, p. 13.

**4.11.2 Necesidades de energía.** Checa y Patiño señalan que: “El consumo de alimento depende de la energía metabolizable de la dieta, la edad de las aves, estado reproductivo y temperatura ambiente. Para la codorniz en crecimiento se ha reportado un requerimiento de energía de 2600 – 3000 Kcal. de EM/Kg.”<sup>34</sup>.

**4.11.3 Necesidades de grasa.** El documento Codornices<sup>35</sup> sostiene que las grasas de los alimentos influyen sobre las características de la grasa corporal. Como las grasas y los hidratos de carbono deben servir de fuente de energía, el aporte insuficiente de estos principios nutritivos retarda el crecimiento o la producción de huevos. Las raciones deberán llevar un porcentaje de grasa entre 3 y 5%.

**4.11.4 Necesidades de agua.** Las aves deben tener acceso al agua potable y limpia en todo momento. Una codorniz, en condiciones comunes, consume unos 40 a 60 ml de agua aproximadamente; por supuesto, el consumo varía según la naturaleza del alimento, temperatura, humedad y la actividad de las aves.

**4.11.5 Necesidades de minerales.** Lo elemental para la codorniz es el calcio, fósforo, magnesio, manganeso, cinc, hierro, cobre, cobalto, yodo, sodio, cloro, potasio, azufre, molibdeno y selenio.

Zoo Wild, citado por Papamija y Villareal, manifiesta que: “En las raciones de ponedoras las exigencias de calcio se elevan, las dietas con baja cantidad de calcio y fósforo repercuten desfavorablemente en la puesta de huevos (huevos descalcificados, deformes, inservibles para la incubación y comercio)”<sup>36</sup>.

**4.11.6 Necesidades de vitaminas.** Para Lucotte, citado por los mismos autores<sup>37</sup>, las necesidades vitamínicas dependen, en la coturnicultura, más que en ninguna especie animal, de las condiciones de la instalación y el régimen alimenticio. En especial las vitaminas A, D, E y vitaminas del complejo B, deben hallarse en cantidades suficientes en las raciones.

73

<sup>34</sup> CHECA, Andrea y PATIÑO, María. Evaluación económica del engorde del macho de codorniz (*Coturnix coturnix japónica*) en condiciones de la Granja de Botana. Pasto, Colombia. 2003. p.41.

<sup>35</sup> Codornices. Op. cit. p., 16.

<sup>36</sup> PAPAMIJA, y VILLAREAL, Op. cit., p.16.

<sup>37</sup> Ibíd., p.16.

Los requerimientos nutricionales de la codorniz japonesa se reportan en la tabla 2.

**Tabla 2. Requerimientos nutricionales de la codorniz en sus diferentes fases.**

<b>Nutriente</b>	<b>Cría</b>	<b>Levante</b>	<b>Postura</b>
Proteína (%)	27-30	23 - 25	16-20
E.M (Kcal/Kg)	2950-3000	2800- 2900	2700-3000
Grasa Cruda (%)	2.5 - 4.2	1.0 - 5.0	2 - 3.5
Fibra (%)	3.9 - 5.0	5.0 - 7.0	4.5 - 6.0
Calcio (%)	0.8 - 1.0	1.0 - 2.0	2.3 - 3.7
Prot. Total (%)	0.65 -1.0	0.5 - 1.0	0.72 - 1.5
Prot.disponible (%)	0.42 -0.48	4.0 - 0.7	0.3 - 0.5
Sal (mg/Kg)	0.5 -1.5	0.5	0.25 - 0.5
Ceniza (%)	8.0	--	8.0

Fuente Barbosa y Meza (1991).

## 5. DISEÑO METODOLÓGICO

### 5.1 LOCALIZACIÓN

El trabajo se realizó en la ciudad de Pasto, a una altitud de 2559 msnm, temperatura promedio de 14 °C, precipitación anual de 700 mm y humedad relativa de 88 %.<sup>38</sup>

### 5.2 ANIMALES

Para el experimento se utilizaron 250 codornices hembra (*Coturnix coturnix japónica*), proveniente del Valle del Cauca, con una edad de 30 días y peso aproximado de 140 gramos.

### 5.3 ALIMENTO Y ALIMENTACIÓN

La alimentación se basó en dietas conformadas por concentrado comercial con un nivel de proteína de 23% y granos germinados de maíz, quínuva y lenteja que fueron ofrecidos en la etapa de inicio de postura, de acuerdo con los requerimientos del animal. Los granos para germinar fueron adquiridos en el mercado local y se prepararon siguiendo el protocolo contemplado por Carballo en el manual de procedimientos para germinar granos para la alimentación animal, realizando algunos cambios por la diferencia de granos, de la siguiente manera:

- Determinación del suministro de alimento de acuerdo al análisis bromatológico
- Remojo y limpieza del grano, separando basura y granos quebrados
- Reposo del grano por 12 horas en remojo, se quitó el agua y se puso en reposo nuevamente
- A las 12 horas de reposo, se sembró en el germinador, donde quedó listo para ser suministrado, tanto la lenteja como la quínuva
- Para el germinado de maíz se duplico el tiempo de remojo, y se realizó riego de tres a cuatro veces en el día hasta obtener el germinado el día quinto de siembra

El alimento se suministró 2 veces al día, a las 7:00 a.m. y 3:00 p.m.

73\_\_\_\_\_

<sup>38</sup> Conozcamos Nariño. Universidad Mariana. Pasto - Nariño. [online]. 2006. [10 Enero 2006]. Disponible en línea <http://www.umariana.edu.co/sanjuandepasto.htm>

## 5.4 INSTALACIONES Y EQUIPOS

Para el manejo de las aves se dispuso de un local cuyas medidas fueron 2.25 m. de ancho por 2.17 m. de largo y una altura de 2.30 m., piso en cerámica, con una ventana frontal de 1.55 m<sup>2</sup>., y techo de un agua en teja de Eternit. Tanto en la ventana como en la puerta se dispuso de cortinas para controlar mejor temperatura y ventilación.

Se utilizaron 13 jaulas, cada una de ellas dividida en dos compartimentos, y en cada uno de ellos se alojó 10 aves. Las medidas de cada jaula fueron 1,20 m. de longitud, 50 cm. de profundidad, 15 cm. de alto en la parte frontal, 15 cm. en la parte posterior y un desnivel del 15 % para la caída de los huevos. En cada jaula se instalaron dos comederos y bebederos lineales de 50cm. de largo, 5cm de ancho y 4cm. de alto.



**Figura 1. Jaulas empleadas en la investigación**

Además, fue necesario el uso de una balanza electrónica (1 g a 5 Kg.), termómetro, abanico de Roche, caja petri, baldes, registros.

Para la siembra de los germinados se elaboró un germinador en madera y plástico, a cada bandeja de germinados se incorporó medio de tubo de pvc que se empleó como canal de desagüe. Las medidas del germinador fueron 1.70 m de largo por 0.70 m de ancho.



**Figura 2. Modelo de germinador empleado**

## **5.5 PROGRAMA SANITARIO**

Las labores realizadas fueron:

- Desinfección total del galpón (barrido, lavado, aplicación de cal viva disuelta en agua a pisos y paredes).
- Desinfección de jaulas, bebederos y comederos con un producto yodado.
- Al recibimiento, se distribuyeron las aves en las jaulas al azar, se suministró alimento concentrado y agua con suplemento multivitamínico comercial. Esta práctica se realizó para recuperar a las aves del estrés causado por el transporte. El suministro del alimento, según los tratamientos establecidos, se realizó de manera paulatina cuando las aves alcanzaron el 5% de postura.

En lo relacionado al manejo, se realizaron las siguientes labores:



- Pesaje de los animales a su llegada, inicio y al final del periodo de investigación.
- Recolección y pesaje diario de los huevos.
- El suministro de alimento se realizó dos veces al día, a la misma hora, en las mañanas se hizo pesaje del alimento suministrado y rechazado.
- El agua se cambió dos veces al día (mañana y tarde).
- Se suministró tres horas de luz artificial después de las 6:00 p.m. con el propósito de estimular la postura.

## 5.6 ETAPA PREEXPIMENTAL

Esta etapa tuvo una duración de 15 días, en los cuales se determinó la cantidad de alimento a suministrar, teniendo en cuenta el aporte de proteína y energía de las fuentes alimenticias empleadas, humedad (germinados) y los requerimientos de las aves, se realizó el balance nutricional respectivo a cada tratamiento y se adaptó a los animales a su consumo.

En todos los tratamientos se suministro 23 gramos/ave/día.

Requerimiento de proteína: 4.6 gramos/día/ave

Requerimiento de energía: 1.587 Mcal/ED/23g

**Tabla 3. Balance de raciones por tratamiento**

	<b>Aporte de proteína (g)</b>				
	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
<b>Concentrado</b>	4.6	1.15	1.15	----	1.040
<b>Maíz</b>		1.19			
<b>Lenteja</b>		2.25	1.92	----	
<b>Quinoa</b>			1.52		3.56
	<b>Aporte de energía (Mcal/ED)</b>				
	<b>T3</b>				
<b>Lenteja</b>	0.963378				
<b>Concentrado</b>	0.6237				

Dentro de los tratamientos, existe solo uno que emplea como una de las fuentes alimenticias el maíz, debido a que este, en combinación con la lenteja suplen plenamente los requerimientos de las codornices.

## 5.7 ETAPA EXPERIMENTAL

Esta etapa tuvo una duración de 90 días, en los cuales se realizó el suministro del alimento de acuerdo con los tratamientos.

## 5.8 TRATAMIENTOS

Se utilizaron cinco tratamientos y cinco réplicas por tratamiento. Cada unidad experimental estuvo constituida por 10 animales, distribuidos aleatoriamente, sin restricciones, dada la homogeneidad de la unidad experimental. Los tratamientos a evaluar fueron:

**T0:** 23 g/ día/ animal de concentrado Comercial.

**T1:** 5 g de concentrado comercial + 13.09 g de germinado de maíz + 12.70 g de germinado de lenteja / día /animal.

**T2:** 5 g de concentrado comercial+ 17.18 g de germinado de quínua+ 10.83 g de germinado de lenteja / día / animal.

**T3:** 11.30 g de concentrado comercial + 18.16 g de germinado de lenteja / día / animal.

**T4:** 15.48 g de concentrado comercial+ 11.73 g de germinado de quínua / día / animal.

## 5.9 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se empleó un diseño completamente al azar (DCA), mediante el siguiente modelo matemático:

$$X_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

$X_{ij}$  = Variable de respuesta del tratamiento i, repetición j, medida como el valor medio de cada unidad experimental

$\mu$  = Media general del experimento

$T_i$  = Efecto del tratamiento i

$E_{ij}$  = Error experimental para el tratamiento i, repetición j

La recolección de los datos de campo se realizó mediante registros diarios y posteriormente se tabuló en hoja electrónica para facilitar el cálculo de cada una de las variables a evaluar. Los datos obtenidos fueron procesados mediante el paquete estadístico SAS (Statistic Analysis System), utilizando los procedimientos proc anova; la comparación de medias ante la presencia de diferencias estadísticas se realizó mediante la prueba de Tukey.

## 5.10 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

Se emplearon las siguientes hipótesis:

$H_0 = \mu T_1 = \mu T_2 = \mu T_3 = \mu T_4$ , hipótesis nula, no hay diferencias entre tratamientos  
 $H_1$  = Hipótesis alterna, por lo menos uno de los tratamientos producirá efectos diferentes.

## 5.11 TÉCNICAS DE LABORATORIO

El análisis de las muestras se realizó en los laboratorios de la Universidad de Nariño.

• **Procedimiento para determinar el valor nutricional.** Los análisis bromatológicos de los cereales germinados se realizaron teniendo en cuenta el análisis químico estandarizado en el laboratorio de bromatología. Los métodos utilizados para cada análisis fueron:

Materia seca :	Secado en estufa
Ceniza:	Incineración en mufla
Extracto etéreo:	Extracción soxhlet
Proteína cruda:	Método kjeldahl
Fibra cruda:	Hidrólisis ácida y alcalina

## 5.12 VARIABLES EVALUADAS

**5.12.1 Productividad de los germinados.** Se obtuvo teniendo en cuenta el tiempo de germinación y el rendimiento de cada grano.

**5.12.2 Consumo de alimento (AC).** Esta variable se midió estableciendo la diferencia entre alimento ofrecido (AO) y alimento rechazado (AR).

$$AC = AO - AR$$

**5.12.3 Incremento de peso (IP).** Se realizó el pesaje de los animales al inicio y al final, estableciendo la diferencia entre el peso inicial (PI) y el peso final (PF).

$$IP = PF - PI$$

**5.12.4 Conversión alimenticia (CA).** Se obtuvo aplicando la relación entre la cantidad de alimento consumido (AC) sobre el peso de una docena de huevos producidos (DH).

$$CA = AC / DH$$

**5.12.5 Porcentaje promedio de postura (PPP).** Corresponde al número de huevos (NH) por día sobre el número de aves (NA) multiplicado por 100.

$$PPP = (NH / NA) * 100$$

**5.12.6 Huevos por ave alojada (HAA).** Estuvo dado por el número de huevos puestos (NH) sobre la cantidad inicial de aves (QA).

$$HAA = NH / QA$$

**5.12.7 Peso promedio del huevo (PH).** Se calculó según la relación que existe entre el peso total de los huevos en kilogramos (PTH) sobre el número total de huevos puestos (NTH).

$$PH = PTH / NTH$$

**5.12.8 Color de la yema.** Se empleó la escala de color o abanico de Roche. Esta escala contiene un rango de 15 colores que van desde amarillo claro hasta el naranja rojizo. La medición se realizó disponiendo del huevo sobre cajas petri y en un lugar con buena iluminación.

**5.12.9 Análisis parcial de costos.** Se realizó un análisis parcial de costos, en el que se tuvo en cuenta los costos variables por tratamiento y se calculó la relación costo – beneficio.

## 6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Actualmente no existen trabajos en alimentación de codornices con germinados, por lo tanto, no existe información con la cual se pueda comparar los resultados de esta investigación, sin embargo en la discusión de resultados se citó autores relacionados con los germinados y la coturnicultura.

### 6.1 VARIACIÓN BROMATOLÓGICA DE GRANOS Y GERMINADOS

**Cuadro 1. Composición bromatológica de granos y granos germinados de maíz, quínua y lenteja**

Análisis bromatológico	Granos			Granos germinados		
	Maíz	Quínua	Lenteja	Maíz	Quínua	Lenteja
Materia seca %	87.89	87.65	87.4	66.71	44.10	44.80
Proteína %	10.89	8.56	26.88	12.17	13.83	27.57
Ceniza %	1.25	1.31	2.74	1.70	2.56	2.69
Extracto etéreo %	3.57	0.26	0.68	3.74	7.11	1.47
Fibra %	3.80	1.94	5.03	4.12	3.87	6.87
ELN%	80.49	87.93	64.67	78.27	72.63	61.41

Fuente: Laboratorio de Bromatología Universidad de Nariño 2007.

Como podemos ver los en el cuadro 1, los tres granos empleados tuvieron variaciones en toda su composición, mejorando su nivel de proteína principalmente en la quínua, de aproximadamente el doble de su contenido en grano, el contenido de fibra, al igual que el extracto etéreo, en donde el incremento mas representativo, se dio en el germinado de quínua originado por el aumento de temperatura en el proceso de germinación que descompone la cutícula del grano conformada por ceramidas, que con la hidratación, conlleva a que se liberen y se expresen en el resultado.

El análisis bromatológico nos confirma que la germinación por medio de procesos enzimáticos que provocan el desdoblamiento de las proteínas en aminoácidos, la transformación de almidón en azúcares simples y de las grasas en ácidos grasos libres, mejoro las características nutricionales, físicas y de aprovechabilidad de los granos empleados.

De acuerdo con lo anterior, Cabrera<sup>39</sup> afirma que, tras la germinación, una semilla se transforma y adquiere una composición con un porcentaje, en algunos casos, superior al doble de proteínas. Pero aún hay más, y es que estas proteínas son mucho más asimilables que las de una semilla seca, pues las complejas cadenas de proteínas se desdobl原因 en aminoácidos esenciales (entre otros, la lisina). Así mismo, son ricos en calcio, potasio, magnesio, hierro, selenio y zinc.

El mismo autor<sup>40</sup> afirma que en el proceso de germinación se detectan varias reacciones químicas, entre las cuales podemos destacar la síntesis de enzimas, con cambios químicos que no se supera en ningún estado posterior del grano por su riqueza en vitaminas, minerales, oligoelementos, aminoácidos, enzimas y demás sustancias biológicas.

## 6.2 PRODUCTIVIDAD DE LOS GERMINADOS

La productividad de los germinados se determinó teniendo en cuenta el tiempo medido en horas del proceso germinativo y su rendimiento, resultado de la cantidad sembrada y cosechada por área de cada grano.



**Figura 3. Proceso de germinación de granos**

<sup>39</sup> CABRERA, Ángel. Artículo. Germinado al alcance de todos.[online]. 2004. [10 Diciembre 2007]. Disponible en Internet [www.aviarioangelcabrera.com/articulos/germinados.htm](http://www.aviarioangelcabrera.com/articulos/germinados.htm).

<sup>40</sup> *Ibíd.*, p. 3.

### 6.2.1 Tiempo

El tiempo de germinación varía dependiendo principalmente del tamaño del grano y de su capacidad de retención de agua; por lo tanto, entre más agua absorba el grano menor será el tiempo de germinación.

#### Cuadro 2. Tiempo de germinación

Granos empleados	Replicas Tiempo (h)			Tiempo (h)
1 Maíz ( <i>Zea mays</i> )	108	110h 30m	109h 20m	109.2767 A
2 Quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> )	18	18	17	17.6667 B
3 Lenteja ( <i>Lens culinaris</i> )	18	17	17	17.3333 B

De acuerdo con la información del cuadro 2, obtenida de cada réplica por tratamiento, se realizó el análisis de varianza (Anexo A) el cual mostró diferencias ( $P < 0,01$ ) entre tratamientos.

El maíz (*Zea mays*) fue el grano con mayor tiempo en el proceso y la quínoa y lenteja utilizaron menos tiempo gracias a su mayor retención de humedad, acelerando el proceso germinativo de una manera notable, permitiendo que el material esté disponible en un periodo más corto para ser suministrado a las aves.

### 6.2.2 Rendimiento

Con la información del cuadro 3, se procedió a realizar el análisis de varianza, estos datos fueron tomados al azar en el desarrollo del trabajo de campo.



Figura 4. Germinados suministrados

**Cuadro 3. Cantidad de grano sembrado, cosechado y rendimiento por réplica**

<b>GRANOS EMPLEADOS</b>	<b>GRANO SEMBRADO (g)</b>	<b>GRANO COSECHADO (g)</b>	<b>RENDIMIENTO %</b>
<b>REPLICAS</b>			
<b>Maíz</b>	546.5	814	149
	546.5	884	161.83
	546.5	862	157.80
<b>Quinua</b>	932	1562	167.60
	932	1610	172.74
	932	1575	169
<b>Lenteja</b>	1590	3386	212
	1590	3437	216.16
	1590	3395	213.52

**Tabla 4. Rendimiento**

<b>Granos empleados</b>	<b>Rendimiento %</b>
1	156.333 C
2	170.000 B
3	214.000 A

El análisis de varianza (Anexo B) para esta variable, indicó diferencias ( $P < 0,01$ ).

De acuerdo con la tabla 4, podemos afirmar que la textura de los granos empleados intervino en esta variable, permitiendo así que la lenteja y la quinua, que presentan una corteza más blanda que el maíz, absorbieran con mayor facilidad el agua, provocando el abultamiento del grano y mayor aumento de peso representado en su rendimiento.

Al respecto, Carballo, citado por Burbano, Dary y Lucero, Rosa<sup>41</sup>, reporta que: "La producción de granos germinados para uso forrajero, bajo control de temperatura, humedad relativa, densidad, humedad y buena calidad de la semilla, alcanza un rendimiento de 10 a 12 veces el peso de la semilla en pasto fresco y una altura de 20 cm., aproximadamente en un periodo de 7 a 10 días".

73 \_\_\_\_\_  
<sup>41</sup> BURBANO y LUCERO, Op. cit., P. 38.



### 6.3 CONSUMO DE ALIMENTO

Los resultados se resumen en la tabla 5. El análisis de varianza (Anexo C) mostró diferencias ( $P < 0,01$ ) entre tratamientos, presentándose el mayor consumo en T4 que en T1, T3 y el menor se obtuvo en T0 y T2.

**Tabla 5. Consumo de alimento**

<b>Tratamientos</b>	<b>Consumo de alimento en m.s. (g/ave/día)</b>
0	23.82 C
1	26.54 B
2	23.26 C
3	26.63 B
4	27.87 A

Letras iguales en la misma columna no presentan diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ )

Estos resultados indican la relación directa con las propiedades organolépticas tales como color, olor agradable y consistencia blanda del grano, lo cual contribuyó a una adecuada aceptación del ave y por requerir menor esfuerzo al momento de ingerirlo; además las dietas estuvieron conformadas por materias primas con estructuras, colores y apariencia variada permitiendo que el ave tuviera mayores opciones para consumo.

Con estos resultados se puede afirmar que el proceso de germinación fue correcto ya que todos los granos germinados fueron consumidos con avidez por las codornices. Adicionalmente, su consistencia, mayor humedad y tamaño del grano germinado y digestibilidad del mismo, aunados al escaso control homeostático del consumo de las codornices, pudieron jugar un papel decisivo en los resultados de esta variable.

Para el caso, el mayor consumo encontrado con el germinado de quinua, obedeció fundamentalmente, a que por su rápida germinación pudo haber incorporado mayor cantidad de agua que incrementó su tránsito por el intestino y con él la evacuación pronta del contenido intestinal, adicionalmente la apariencia y fácil aprehensión, atrajo la atención de las aves incentivando el consumo.

Al respecto, Preston y Leng, citados por Calpa y Melo<sup>42</sup>, mencionan que “el consumo es uno de los mejores indicadores de la calidad del alimento y su digestibilidad”. El máximo nivel de consumo depende del equilibrio apropiado de nutrientes.

De otro lado, Valenzuela y Gómez<sup>43</sup> argumentan que cuando las semillas se germinan, su contenido nutricional cambia, se mejora y aumenta. En cuanto la semilla entra en contacto con el agua, el oxígeno y el calor necesarios, empieza a desarrollarse y tiene lugar, entre otros fenómenos, la predigestión de sustancias de reserva que se transforman en ácidos aminados, algunos de los cuales son imprescindibles. El contenido proteico de la semilla queda presente en el germinado, pero de una forma más fácilmente asimilable.

Jurado y Vivas<sup>44</sup> mencionan que a partir del día 46 en adelante se debe suministrar una cantidad diaria de 23 a 25 gramos de alimento por ave, valores inferiores a los encontrados en esta investigación, exceptuando el T0 y el T2.



**Figura 5. Consumo de alimento**

73

<sup>42</sup> CALPA QUETAMA, Alicia del Socorro y MELO IBARRA, Sandra Lusheny. Valoración nutritiva del ensilaje Obonuco triticales 98 (*triticum ssp*) y avena (*Avena sativa*) línea 15/85 y cayuse en la alimentación de vacas Holstein mestizo en producción en el altiplano de Pasto-Colombia. Pasto, 2003. p 56. Tesis de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

<sup>43</sup> VALENZUELA, Armando Silerio y GOMEZ POSSE, Pablo Elías. Germinados. Artículos vegetarianismo. Argentina. [online]. 2003. [20 Octubre 2007]. Disponible en la world wide web: <http://www.uva.org.ar/germinados.html>

<sup>44</sup> JURADO y VIVAS, Op. cit., p. 10.

## 6.4 INCREMENTO DE PESO

Los valores obtenidos para esta variable se indican en la tabla 6. El análisis de varianza (Anexo D), mostró diferencias ( $P < 0,01$ ), en donde el mayor incremento se presentó en T1 y T3 y el menor incremento lo obtuvo el T0.

Teniendo en cuenta que esta variable es trascendental en aves de este tipo y sobre todo en esta fase, los resultados permiten ratificar lo sucedido con la quinua, respecto a que su velocidad de paso por el intestino quizá no favoreció su mejor aprovechamiento para este factor y su aporte estuvo dirigido a la producción de huevos, tamaño de huevo, mantenimiento, etc, mientras que el germinado de lenteja que presentó una germinación más tardía y menor contenido de humedad logró mejor incremento de peso de las aves, lo que sugiere una mejor utilización en el aparato digestivo y con ello mayor eficiencia en la transformación del alimento en formación de tejido,.

De acuerdo con los resultados, podemos ver la calidad y efectividad de los germinados sobre el incremento de peso, que superaron en todos los tratamientos al testigo, aportando adicionalmente propiedades nutritivas excepcionales propias de alimentos orgánicos.

**Tabla 6. Incremento de peso**

Tratamientos	Incremento de peso (g/ave)
0	45.96 C
1	57.04 A
2	53.82 B
3	58.26 A
4	53.04 B

Letras iguales en la misma columna no presentan diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ )

Silva, citado por Chamorro y Mora<sup>45</sup>, expresa que la ganancia de peso está afectada directamente por el consumo y la calidad del alimento, es decir, entre mayor sea el consumo y mejor la calidad del alimento, la ganancia de peso será

73

<sup>45</sup> CHAMORRO, Rodolfo Sebastián y MORA, Carmen Elena. Sustitución de maíz (*Zea mays*) por harina de guineo (*Musa sapientum*) como fuente de energía en suplementos para cuyes (*Cavia porcellus*) durante la fase de levante y engorde. Pasto, 2003. p. 58. Tesis de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

mayor, siempre y cuando se tengan presentes los factores que pueden afectar el consumo (edad, tamaño, estado fisiológico del animal, aporte nutricional del alimento, palatabilidad, etc.)

Por otra parte, Rodríguez, citado por Burbano y Lucero<sup>46</sup>, menciona que la germinación convierte a las semillas secas y duras en brotes tiernos ricos en nutrientes, ya que transforma la proteína en aminoácidos, los carbohidratos son modificados en azúcares simples, las grasas en ácidos grasos, los minerales se hacen más asimilables y las vitaminas se desarrollan durante la germinación.

## 6.5 CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Los resultados para esta variable se indican en la tabla 7. El análisis de varianza (Anexo E) mostró diferencias entre los tratamientos ( $P < 0,01$ ), en donde la mejor conversión se dio en T2 y T0, y la peor en T4.

**Tabla 7. Conversión alimenticia**

Tratamientos	Conversión alimenticia
0	1.98 C
1	2.23 B
2	1.93 C
3	2.18 B
4	2.31 A

Letras iguales en la misma columna no presentan diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ )

Los resultados permiten deducir que existió un efecto complementario al fusionar el germinado de quínoa y lenteja que, aparte de mejorar sus características físicas y el contenido de humedad, al presentar variedad en su estructura y composición, se convirtieron en una fuente alimenticia de mejor digestibilidad reflejada en la conversión, superando a los demás tratamientos.

Lo observado con el T4, correspondiente al germinado de quínoa, da mayor certeza a lo expuesto antes, en el sentido de que su menor nivel de materia seca no favoreció un mejor aprovechamiento de este germinado.

<sup>73</sup>\_\_\_\_\_

<sup>46</sup> BURBANO y LUCERO, Op. Cit., P. 8.

Sin embargo, las conversiones alimenticias encontradas superan a la reportada por Echeverri, citado por Jurado y Vivas<sup>47</sup>, quien argumenta que la conversión en codornices es de 3.04, al igual que la reportada por Ojeda y Rodríguez<sup>48</sup> con un valor de 2.85.

Por su parte, Molina y Termal<sup>49</sup> sostienen que cuando la preparación del alimento ayuda a degradar los complejos enlaces de los carbohidratos estructurales presentes en la fibra y transforma la proteína en aminoácidos, favorece la digestibilidad y la producción de ácidos grasos, precursores importantes de nutrientes utilizados en la síntesis de tejido animal.

## 6.6 PORCENTAJE PROMEDIO DE POSTURA

Los valores obtenidos para esta variable se encuentran agrupados en la tabla 8. El análisis de varianza (Anexo F) mostró diferencias entre los tratamientos, ( $P < 0,01$ ), encontrándose el más alto porcentaje en el T0 y el menor valor en el T3.



**Figura 6. Recolección por tratamientos**

<sup>73</sup> \_\_\_\_\_  
<sup>47</sup> JURADO Y VIVAS. Op. Cit, p. 44.

<sup>48</sup> OJEDA, Gloria Cristina y RODRIGUEZ, Aura Dolly. Evaluación de los efectos de diferentes densidades de población en jaula en la producción de huevos de codorniz (*Coturnix coturnix japonica*) en alturas superiores a 2500 msnm. Pasto, Colombia. 1995. p.37. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias, Programa de Zootecnia.

<sup>49</sup> MOLINA RAMOS, Janeth Adriana y TERMAL PEÑA, Berenice Jimena. Utilización de heno y henolaje de alfalfa (*Medicago sativa*) en la alimentación de terneras holstein mestizo en periodo de recría, 5-8 meses. Pasto, 2004. p. 77. Tesis de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

El porcentaje más alto de postura se explica por la exigencia de las codornices en el balance nutricional para su óptimo desempeño, afirmando que tanto el alimento concentrado como los germinados aportan las cantidades requeridas de nutrientes, incluidos los minerales necesarios para la formación del huevo.

Respecto a los porcentajes de postura obtenidos, se puede inferir que los bajos resultados se presentaron por que las aves están en la primera fase de postura en la cual el alimento se emplea además de la postura, para crecimiento, ganancia de peso y mantenimiento.

En este sentido, cabe resaltar que aun habiéndose realizado una etapa de adaptación a las dietas experimentales, las codornices tardaron algún tiempo en acostumbrarse a consumir los germinados y seguramente ello repercutió de manera decisiva en este indicador.

**Tabla 8. Porcentaje promedio de postura**

<b>Tratamientos</b>	<b>Porcentaje promedio de postura</b>
0	64.69 A
1	43.24 C
2	54.04 B
3	42.85 C
4	60.68 A

Letras iguales en la misma columna no presentan diferencias estadísticas (P<0.05)

Al respecto, Lucotte, citado por Lembcke *et. al*<sup>50</sup>, y Echeverri, citado por Jurado y Vivas<sup>51</sup>, manifiestan que en condiciones adecuadas, el porcentaje de puesta es del 80%. En esta investigación no se alcanzó el porcentaje reportado, asumiendo que el principal factor que originó el descenso en la postura fue el estrés originado por el manejo de las dietas experimentales, el cual se hacía notorio al momento de cambiar las bandejas de coturnaza, disminuyendo su postura drásticamente hasta alcanzar valores de 28%.

<sup>73</sup>\_\_\_\_\_

<sup>50</sup> LEMBCKE et, al., Op. Cit., p. 4.

<sup>51</sup> JURADO Y VIVAS, Op. Cit., p. 44.

Martínez y Rodríguez, citados por Mallama y Ordoñez<sup>52</sup>, al emplear diferentes métodos de iluminación, encontraron porcentajes de postura de 51.99%, 59.81%, 64.87% y 61.50%, encontrando que el uso de diferentes métodos de iluminación y alojamiento interfieren directamente en el porcentaje de postura. Respecto a esta información, los valores obtenidos en esta investigación son similares a los reportados por dichos autores.

## 6.7 HUEVOS POR AVE ALOJADA

En la tabla 9 se consignan los resultados de esta variable en cada uno de los tratamientos. En el análisis de varianza (Anexo G) se encontraron diferencias ( $P < 0,01$ ) entre los tratamientos, las cuales están directamente relacionadas con el porcentaje de postura para cada tratamiento.

**Tabla 9. Huevos por ave alojada**

Tratamientos	Huevos por ave alojada
0	58.24 A
1	38.58 C
2	49.12 B
3	38.92 C
4	54.62 A

Letras iguales en la misma columna no presentan diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ )

Cabe anotar que el número de huevos por ave alojada conserva una relación directa con el porcentaje promedio de postura, por lo cual se espera un comportamiento equivalente para esta variable.

## 6.8 PORCENTAJE DE MORTALIDAD

En el desarrollo de esta investigación no existió mortalidad, razón por la cual no se pudo procesar información que permitiera obtener las diferencias estadísticas pertinentes.

<sup>73</sup>\_\_\_\_\_

<sup>52</sup> MALLAMA, Ana Julia y ORDOÑEZ, Leidy Johana. Influencia del probiótico EM (Microorganismos eficientes) sobre los índices productivos y las características nutricionales del huevo de codorniz (*Coturnix coturnix japonica*). Pasto, 2006. p.76. Tesis de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

Esto se debe a que las aves se encontraban agrupadas en un número bajo lo que proporcionaba espacio suficiente para su movilidad, acceso a los comederos y bebederos, sin producir muertes por competencia, prolapsos o estrés.

El resultado de esta variable supera de manera favorable el porcentaje reportado por Díaz, Valera y Vargas, citados por Mallama y Ordoñez<sup>53</sup>, quienes mencionan que el porcentaje de mortalidad para codornices está entre 1% y 3%, y que se asocia a ruidos muy altos, deficiencias proteínicas, corrientes de aire inadecuadas, agua contaminada, comida en descomposición y exceso de alimento que conlleva a ocasionar prolapsos.

## 6.9 PESO PROMEDIO DEL HUEVO

En la tabla 10 se muestra el peso promedio del huevo de codorniz. En el análisis de varianza, (Anexo H) se obtuvieron diferencias entre los tratamientos, ( $P < 0,01$ ), presentándose el mayor peso en T3 y T4 y pesos similar entre si en el T0, T1 y T2.

**Tabla 10. Peso promedio del huevo**

<b>Tratamientos</b>	<b>Peso promedio del huevo (g)</b>
0	10.49 B
1	10.43 B
2	10.52 B
3	10.96 A
4	10.84 A

Letras iguales en la misma columna no presentan diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ )

El peso del huevo para el T3 está relacionado con el porcentaje de postura encontrado, si se tiene en cuenta que el estrés provoca retención de los huevos en el oviducto. Se asume que éstos permanecen en él más tiempo, y por tanto se presenta una mayor fijación de los componentes del huevo como albumen y cáscara, generando así un huevo de mayor tamaño.

El peso promedio del huevo puesto por una hembra adulta es de 10g aproximadamente, cerca del 8% del peso corporal del ave, valor similar al

<sup>73</sup>\_\_\_\_\_

<sup>53</sup> MALLAMA Y ORDOÑEZ, Op. Cit., p. 26.



encontrado en esta investigación. Sin embargo, al inicio, se debe tener presente que el tamaño de los huevos puestos fue diverso, alcanzando pesos que oscilaban entre 1 gr. a 18 gr., debido a que aún no podían regular las hormonas involucradas en el proceso.

## 6.10 COLOR DE YEMA

En la tabla 11 se muestra el color de yema de huevo de codorniz. En el análisis de varianza se encontraron diferencias ( $P < 0,01$ ) entre los tratamientos (Anexo I), presentándose la mejor coloración en el abanico de Roche en el T0 y T1 y la menor coloración en el T2.

Estos resultados permiten notar el efecto de la alimentación sobre la coloración de la yema, como lo afirma Sánchez<sup>54</sup>, quien sustenta que la coloración de yema está relacionada con el alimento suministrado y su pigmentación.

**Tabla 11. Color de yema**

Tratamientos	Color de yema
0	12.4 A
1	12.4 A
2	6.0 C
3	10.2 B
4	8.8 B

Letras iguales en la misma columna no presentan diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ )

Con respecto a los resultados obtenidos podemos afirmar que tanto el germinado de lenteja como el de maíz combinados presentaron igual nivel de pigmentación que el concentrado comercial en el T1, y en T3 el germinado de lenteja, alcanzó un nivel de color de yema favorable, ratificando el efecto pigmentante natural y alcanzando tonalidades superiores a las obtenidas con el germinado de quinua, permitiendo deducir que el germinado de quinua no interviene positivamente en la coloración de la yema y por el contrario, reduce su tonalidad por debajo del rango de preferencia de los consumidores.

73\_\_\_\_\_

<sup>54</sup> SANCHEZ, Cristian. Crianza y comercialización del huevo de codorniz. Colección granja y negocios. Editorial RIPALME. Lima. Perú. 2004. pág. 15.

De acuerdo con el DSM, una yema de un color amarillo dorado intenso muestra que la gallina que la ha puesto está bien alimentada y consume carotenoides como la luteína o la cantaxantina. Estas sustancias protectoras, que se encuentran de forma habitual en la naturaleza, no sólo le dan a la yema su color amarillo, sino que también previenen la oxidación y destrucción de frágiles componentes nutritivos tan importantes como las vitaminas<sup>55</sup>.

Adicionalmente, el mismo autor<sup>56</sup> manifiesta que no todos los carotenoides llegan a la yema del huevo. El conocido beta-caroteno, por ejemplo, se transforma completamente en vitamina A y es metabolizado por el cuerpo de la gallina. El beta-caroteno no tiene ninguna influencia en el color de la yema. El caso de la cantaxantina, otro carotenoide, es diferente, ya que las aves sólo convierten el 30% en vitamina A. El resto es almacenado en la yema del huevo como sustancia protectora, proporcionando al huevo, de esta manera, un tono amarillo dorado.

## **6.11 ANÁLISIS PARCIAL DE COSTOS**

En las tablas 12, 13, 14,15 y 16 se indican los resultados económicos para los tratamientos utilizados en el ensayo, detallando los costos fijos, costos variables, ingresos y rentabilidad aparente de los tratamientos.

**6.11.1 Costo de producción por huevo.** El menor costo de producción por huevo se presenta en el T0 con \$ 45.11 seguido del T1 con \$60.77 y los mayores costos en T3, T2 y T4 con \$68.09, \$ 75.45 y \$98.68.

**6.11.2 Rentabilidad.** La mejor rentabilidad se obtuvo en el T0 con 34.58%, los demás tratamientos presentaron rentabilidad negativa en -3.32% con T1, -9.14% en T2, -9.06% en T3 y T4 con 22.37%.

73

<sup>55</sup> DSM Nutritional products animal nutrición and health. La yema del huevo. Suiza. [online]. 2006. [22 Noviembre 2007]. Disponible en la world wide web: <http://www.yellow-egg.com>

<sup>56</sup> *Ibíd.*, p. 1.

**Tabla 12. Análisis económico T0**

<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>v/r unidad</b>	<b>v/r total</b>
<b>COSTOS VARIABLES (70%)</b>			
Concentrado comercial (Kg.)	119.7	1097.5	131.370,75
<b>Total costos variables</b>			<b>131.370,5</b>
<b>Costos fijos (30%)</b>			
Arriendo galpón	3	20000	60000
Servicios			20000
Mantenimiento instalaciones			5000
<b>Total costos fijos</b>			<b>85000</b>
<b>INGRESOS</b>			
Venta de huevos	2912	100	291.200
<b>Total ingresos</b>			<b>291.200</b>
Utilidad bruta			159.829,25
Utilidad operacional			74.829.25
Costo producción del huevo			45.11
<b>Rentabilidad</b>			<b>34.58%</b>

**Tabla 13. Análisis económico T1**

<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>v/r unidad</b>	<b>v/r total</b>
<b>COSTOS VARIABLES (70%)</b>			
Concentrado comercial (Kg.)	25.875	1097.5	28397,81
Lenteja (Kg.)	65.7225	791	51.986,50
Maíz (Kg.)	67.77	600	40.662.00
<b>Total costos variables</b>			<b>121.046,29</b>
<b>Costos fijos (30%)</b>			
Arriendo galpón	3	20000	60000
Servicios			20000
Mantenimiento instalaciones			5000
<b>Total costos fijos</b>			<b>85000</b>
<b>INGRESOS</b>			
Venta de huevos	1992	100	199200
<b>Total ingresos</b>			<b>199200</b>
Utilidad bruta			78.153,69
Utilidad operacional			6.846.41
Costo producción del huevo			60.77
<b>Rentabilidad</b>			<b>-3.32%</b>

**Tabla 14. Análisis económico T2**

<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>v/r unidad</b>	<b>v/r total</b>
<b>COSTOS VARIABLES (70%)</b>			
Concentrado comercial (Kg.)	25.875	1097.5	28397.81
Lenteja (Kg.)	56.04	791	44.327,64
Quinua (Kg.)	88.92	1266	112.572,72
<b>Total costos variables</b>			<b>185.298,17</b>
<b>Costos fijos (30%)</b>			
Arriendo galpón	3	20000	60000
Servicios			20000
Mantenimiento instalaciones			5000
<b>Total costos fijos</b>			<b>85000</b>
<b>INGRESOS</b>			
Venta de huevos	2456	100	245600
<b>Total ingresos</b>			<b>245600</b>
Utilidad bruta			60.301.83
Utilidad operacional			24.698,17
Costo producción del huevo			75.45
<b>Rentabilidad</b>			<b>-9.14%</b>

**Tabla 15. Análisis económico T3**

<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>v/r unidad</b>	<b>v/r total</b>
<b>COSTOS VARIABLES (70%)</b>			
Concentrado comercial (Kg.)	58.477	1097.5	64.178,51
Lenteja (Kg.)	93.6	791	74.037,60
<b>Total costos variables</b>			<b>138.216,11</b>
<b>Costos fijos (30%)</b>			
Arriendo galpón	3	20000	60000
Servicios			20000
Mantenimiento instalaciones			5000
<b>Total costos fijos</b>			<b>85000</b>
<b>INGRESOS</b>			
Venta de huevos	2030	100	203.000
<b>Total ingresos</b>			<b>203.000</b>
Utilidad bruta			64.783,69
Utilidad operacional			20.216,11
Costo producción del huevo			68.09
<b>Rentabilidad</b>			<b>-9.06%</b>

**Tabla 16. Análisis económico T4**

<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>v/r unidad</b>	<b>v/r total</b>
<b>COSTOS VARIABLES (70%)</b>			
Concentrado comercial (Kg.)	80.18	1097.5	87997.55
Quinua (Kg.)	150.3	1266	190.279,80
<b>Total costos variables</b>			<b>278.277,35</b>
<b>Costos fijos (30%)</b>			
Arriendo galpón	3	20.000	60.000
Servicios			20.000
Mantenimiento instalaciones			5.000
<b>Total costos fijos</b>			<b>85000</b>
<b>INGRESOS</b>			
Venta de huevos	2.820	100	282.000
<b>Total ingresos</b>			<b>282.000</b>
Utilidad bruta			3.722,65
Utilidad operacional			81.277,35
Costo producción del huevo			98.68
<b>Rentabilidad</b>			<b>-22.37%</b>

## **7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **7.1 CONCLUSIONES**

El análisis bromatológico indicó un aumento importante en la composición de los granos después del proceso germinativo, incrementando el nivel de proteína, extracto etéreo y fibra, garantizando un aporte nutricional completo a las aves.

El cultivo de germinados permite la disponibilidad durante todo el año de alimentos sanos, nutritivos, libres de procesos químicos, de buena calidad, con mayor rendimiento en biomasa y de fácil asimilación por el organismo animal.

Los germinados son una fuente alimenticia de fácil preparación, y aplicación a cualquier especie animal

El germinado de quinua se considera una alternativa alimenticia eficiente, que interviene positivamente en los índices productivos de las codornices, como el consumo de alimento, porcentaje promedio de postura, huevos por ave alojada y peso promedio del huevo.

Los germinados de maíz y lenteja actúan como pigmentantes naturales en la coloración de yema

La adición de germinados de quinua, lenteja y maíz en la dieta de codornices, a pesar de su aporte nutricional no resultó rentable.

### **7.2 RECOMENDACIONES**

Evaluar el uso de germinados en otras especies avícolas no tradicionales.

Emplear diferentes variedades de granos en el proceso germinativo, que permitan tener un punto de comparación sobre el rendimiento de los germinados, costo, rentabilidad y cualidades nutricionales.

Evaluar granos germinados en la alimentación animal, empleándolos como única fuente alimenticia.

Determinar la digestibilidad de los granos germinados, como recurso alimentario en otras especies productivas.

Implementar procedimientos de germinación e infraestructura que optimicen las condiciones del proceso y las propiedades de los germinados.



## BIBLIOGRAFÍA

AGROPECUARIA STYPA. Productividad de la codorniz ponedora. Comunidad de criadores de codornices. [online]. 2005. [18 Agosto 2005]. Disponible en internet: <http://codornices.blogspot.com/>.

BARBOSA BARBOSA, Edgar y MESA TAMAYO, Francisco. Monografía sobre la cría y explotación de la codorniz domestica (*coturnix coturnix japónica*). Medellín, Colombia.1991. p.9. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Antioquia, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

BURBANO, Dary y LUCERO, Rosa. Valoración nutritiva de cereales germinados de trigo (*Triticum ssp.*), cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) en la alimentación de conejos (*Oryctolagus cuniculus*). Pasto, Colombia. 2006. p.79. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño, Facultad de ciencias pecuarias, Programa de zootecnia.

BURDISSO Alejandro. Cría de codornices. Revista chacra. Argentina. [online]. 2005. [2 Noviembre 2007]. Disponible en la world Wide web: <http://www.agroalternativo.com.ar/docs/infocodornices.htm>.

CABRERA, Ángel. Artículo. Germinado al alcance de todos. [online].2004. [10 Diciembre 2007]. Disponible en Internet [www.aviarioangelcabrera.com/articulos/germinados.htm](http://www.aviarioangelcabrera.com/articulos/germinados.htm).

CALPA QUETAMA, Alicia del socorro y MELO IBARRA, Sandra Lusheny. Valoración nutritiva del ensilaje obonuco triticales 98 (*triticum ssp*) y avena (*avena sativa*) línea 15/85 y cayuse en la alimentación de vacas holstein mestizo en producción en el altiplano de pasto-Colombia. Pasto, 2003. p 56. Tesis de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias.Programa de Zootecnia.

CARBALLO, Carlos. Manual de procedimientos para germinar granos para la alimentación animal, [en línea].Sinaloa (México). Disponible en línea <http://www.zoetecnocampo.com>.2004-02-04.

CAYCEDO, Alberto. Experiencias investigativas en la producción de cuyes (*Cavia porcellus*). Pasto – Colombia: Universidad de Nariño. 2000. p 100.

CEBALLOS, Héctor y TIMARAN, Segundo. Efectos de una dieta suplementaria con base en cebada y trigo germinado en la alimentación de cuyes (*Cavia*

*porcellus*). Tesis Zoot., Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de ciencias pecuarias, Programa de zootecnia, 1984. 60 p

RINCÓN DEL VAGO. Codornices. España. [online]. 1998.[19 Agosto 2005]. Disponible en internet: <http://rincondelvago.com/codornices.html>.

RINCÓN DEL VAGO. Comercialización y crianza de la codorniz japonesa. España. [online].1998. [19 Agosto 2005]. Disponible en internet: <http://html.rincondelvago.com/comercializacion-productos-avicolas.html>.

UNIVERSIDAD MARIANA. Conozcamos Nariño. Pasto - Nariño. [Online]. 2006. [10 Enero 2006]. Disponible en línea <http://www.umariana.edu.co>

CHAMORRO, Rodolfo Sebastián y MORA, Carmen Elena. Sustitución de maíz (*Zea mays*) por harina de guineo (*Musa sapientum*) como fuente de energía en suplementos para cuyes (*Cavia porcellus*) durante la fase de levante y engorde. Pasto, 2003. p. 58. Tesis de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

CHECA, Andrea y PATIÑO, Maria. Evaluación económica del engorde del macho de codorniz (*Coturnix coturnix japónica*) en condiciones de la granja de Botana. Pasto, Colombia. 2003. p.41. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias, Programa de Zootecnia.

WIKIPEDIA LA ENCICLOPEDIA LIBRE.Chenopodium quinua. España. [Online]. 2001. [20 Abril 2007].Disponible en internet:<http://es.wikipedia.org/wiki/quinua>.

DSM NUTRICIONAL PRODUCTS ANIMAL NUTRICIÓN AND HEALTH. La yema del huevo. Suiza. [online]. 2006. [22 Noviembre 2007]. Disponible en la world wide web: <http://www.yellow-egg.com>

DUEÑAS GARZÓN, Luís Fernando. Cría de la codorniz. Manuales virtuales del SENA. Caldas – Colombia. [Online]. 2000. [18 Agosto 2005]. Disponible en internet:<http://www.geocities.com/sanfdo/codorn.htm>.

GARCIA, Roman David. Germinación [online]. Journal 2 ed. Argentina: Unión vegetariana internacional, rev. 29 mayo 2007 [citado en 2007-6-06]. Reed Mangels: V0053N. Disponible en Internet: <URL:<http://www.uva.org.ar/germinados.html>>

JURADO, Liliana y VIVAS, Ricardo. Planificación d plantel avícola para la explotación comercial de codornices de postura (*Coturnix coturnix japónica*) el departamento de Nariño. Pasto, Colombia. 2002. p.44. Trabajo de grado

(Zootecnista). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias, Programa de Zootecnia.

LEMCKE, Carlos, FIGUEROA Edgardo, SULCA Patricia y FALCÓN Néstor. Efecto de la edad de las reproductoras sobre el peso del huevo, fertilidad, incubabilidad y peso al nacer de la codorniz, de la variedad japonesa (*Coturnix coturnix japónica*). Revista de investigación veterinaria del Perú. [Online]. 2001. volumen 12. No.1. [18 Agosto 2005]. Disponible en internet: [http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/veterinaria/Vol12\\_N1\\_2001/efec\\_edad\\_reproduc.htm#rác](http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/veterinaria/Vol12_N1_2001/efec_edad_reproduc.htm#rác).

LENS CULINARIS. Wikipedia la enciclopedia libre.España. [online].2001.[20 Abril 2007].Disponible en internet:<http://es.wikipedia.org/wiki/Lent>

MIEMBROS CIUDAD FORTUNA. Los germinados. España.[online].2005.[18 Ene 2004]. Disponible en internet: [http:// www.members.fortunecity.es](http://www.members.fortunecity.es).

MALLAMA, Ana Julia y ORDOÑEZ, Leidy Johana. Influencia del probiotico EM (Microorganismos eficientes) sobre los índices productivos y las características nutricionales del huevo de codorniz (*Coturnix coturnix japónica*). Pasto, 2006. p.76. Tesis de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

MOLINA RAMOS, Janeth Adriana y TERMAL PEÑA, Berenice Jimena. Utilización de heno y henolaje de alfalfa (*Medicago sativa*) en la alimentación de terneras holstein mestizo en periodo de recría, 5-8 meses. Pasto, 2004. p. 77. Tesis de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

OJEDA, Gloria Cristina y RODRIGUEZ, Aura Dolly. Evaluación de los efectos de diferentes densidades de población en jaula en la producción de huevos de codorniz (*Coturnix coturnix japónica*) en alturas superiores a 2500 msnm. Pasto, Colombia. 1995. p.37. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias, Programa de Zootecnia.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN FAO. Sistema de información de los recursos del pienso. [online]. rev. 12 Noviembre 2007 [citado en 2007-12-07]. Disponible en Internet: [http://www.fao.org.ar/index\\_es.html](http://www.fao.org.ar/index_es.html)

PAPAMIJA, Lucy y VILLAREAL, Alexander. Autobalanceamiento en alimentación de codornices (*Coturnix coturnix japónica*) en fase de producción. Pasto, Colombia. 1993. p.12. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias, Programa de Zootecnia.

RINCÓN, Ovidio y RUIZ, Rubén. Temas de Orientación Agropecuaria. Ministerio de Gobierno. Bogota – Colombia-2000. Volumen 3.

Rodríguez, José Ángel. Proceso de germinación en las semillas [online]. Alihuen 4 ed. Argentina: Parque Natural Granadino, rev. 12 diciembre 2002 [citado en 2004-14-09]. Megawell: A2003N00. Disponible en Internet: <URL:<http://http://www.alihuen.org.ar>>

SANCHEZ, Cristian. Crianza y comercialización del huevo de codorniz. Colección granja y negocios. Editorial RIPALME. Lima. Perú. 2004. pág. 15.

TIMARAN, Segundo y CEBALLOS, Héctor. Efectos de una dieta suplementaria con base en cebada y trigo germinados en la alimentación de cuyes. Tesis zootecnia. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias, programa de Zootecnia. 1984. p. 9.

TOBÓN M., Flor Ángela, ROMÁN, Maria Orfilia, MOLINA, Fado y BOTHERT, Janet. Determinación del perfil de ácidos grasos de la secreción de la glándula uropigial de la *Coturnix coturnix japónica* (codorniz doméstica). Colciencias. Medellín – Colombia-. [Online]. 2002. Volumen15. [18 Agosto 2005]. Disponible en internet: <http://kogi.udea.edu.co/revista/15/15-2-4.pdf>.

UNIÓN VEGETARIANA ARGENTINA. Los germinados. Argentina. [online].2003. [2 Feb 2003]. Disponible en internet: <http://www.uva.org.ar/germinados.html>.

VALENZUELA, Armando Silerio y GOMEZ POSSE, Pablo Elías. Germinados. Artículos vegetarianismo. Argentina. [online]. 2003. [20 Octubre 2007]. Disponible en la world wide web: <http://www.uva.org.ar/germinados.html>

VARGAS, Sergio, Foros Engormix. [online]. 19 Abril de 2005. [12 Noviembre 2007]. Disponible en la World Wide web: <http://www.engormix.com/foros>

### Anexo A. tiempo (Tukey)

Dependent Variable: TIEMPO					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	16846.90284444	4211.72571111	4628.89	0.0001
Error	4	3.63951111	0.90987778		
Corrected Total	8	16850.54235556			
	R-Square	C. V.	Root MSE	TIEMPO Mean	
	0.999784	1.983429	0.953875	48.09222222	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TTO	2	16846.07975556	8423.03987778	9257.33	0.0001
REP	2	0.82308889	0.41154444	0.45	0.6651
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TTO	2	16846.07975556	8423.03987778	9257.33	0.0001
REP	2	0.82308889	0.41154444	0.45	0.6651

### Anexo B. rendimiento (Tukey)

Dependent Variable: RENDIMIENTO					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	5529.11111111	1382.27777778	185.68	0.0001
Error	4	29.77777778	7.44444444		
Corrected Total	8	5558.88888889			
	R-Square	C. V.	Root MSE	REND Mean	
	0.994643	1.514871	2.728450	180.11111111	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TTO	2	5448.222222	2724.11111111	365.93	0.0001
REP	2	80.88888889	40.44444444	5.43	0.0724
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TTO	2	5448.22222222	2724.11111111	365.93	0.0001
REP	2	80.88888889	40.44444444	5.43	0.07

### Anexo C. consumo de alimento (Tukey)

Dependent Variable: CONSUMO DE ALIMENTO					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	382.93188000	47.86648500	107.63	0.0001
Error	16	7.11552000	0.44472000		
Corrected Total	24	390.04740000			
	R-Square	C. V.	Root MSE	CONS Mean	
	0.981757	2.390570	0.666873	27.89600000	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TTO	4	381.91424000	95.47856000	214.69	<b>0.0001</b>
REP	4	1.01764000	0.25441000	0.57	0.6868

### Anexo D. Incremento de peso (Tukey)

Dependent Variable: IP					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	498.20320000	62.27540000	5.58	0.0017
Error	16	178.50240000	11.15640000		
Corrected Total	24	676.70560000			
	R-Square	C. V.	Root MSE	IP Mean	
	0.736219	6.228778	3.340119	53.62400000	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TTO	4	461.38960000	115.34740000	10.34	<b>0.0002</b>
REP	4	36.81360000	9.20340000	0.82	0.5283

## Anexo E. Conversión alimenticia (Tukey)

Dependent Variable: CA					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	2.66464512	0.33308064	103.26	0.0001
Error	16	0.05161024	0.00322564		
Corrected Total	24	2.71625536			
	R-Square	C.V.	Root MSE		CA Mean
	0.980999	2.448217	0.056794		2.31984000
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TTO	4	2.65738656	0.66434664	205.96	<b>0.0001</b>
REP	4	0.00725856	0.00181464	0.56	0.6932

## Anexo F. Porcentaje promedio de postura

Dependent Variable: PPP					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	2357.42216800	294.67777100	15.42	0.0001
Error	16	305.79993600	19.11249600		
Corrected Total	24	2663.22210400			
	R-Square	C.V.	Root MSE		PPP Mean
	0.885177	8.102979	4.371784		53.95280000
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TTO	4	2277.04486400	569.26121600	29.78	<b>0.0001</b>
REP	4	80.37730400	20.09432600	1.05	0.4120

## Anexo G. Huevos por ave alojada

Dependent Variable: HAA

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	0.23740268	0.02967533	14.89	0.0001
Error	16	0.03189815	0.00199363		
Corrected Total	24	0.26930083			
	R-Square	C.V.	Root MSE		HAA Mean
	0.881552	8.339958	0.044650		0.53537600
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TTO	4	0.22984214	0.05746053	28.82	<b>0.0001</b>
REP	4	0.00756054	0.00189013	0.95	0.4619

## Anexo H. Peso promedio del huevo

Dependent Variable: PPH

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	1.26819200	0.15852400	6.92	0.0005
Error	16	0.36630400	0.02289400		
Corrected Total	24	1.63449600			
	R-Square	C.V.	Root MSE		PPH Mean
	0.775892	1.420676	0.151307		10.65040000
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TTO	4	1.13485600	0.28371400	12.39	<b>0.0001</b>
REP	4	0.13333600	0.03333400	1.46	0.2616



## Anexo I. Color de yema

Dependent Variable: COLOR

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	147.1200000	18.39000000	24.85	0.0001
Error	16	11.84000000	0.74000000		
Corrected Total	24	158.9600000			
	R-Square	C.V.	Root MSE		COLOR Mean
	0.925516	8.636873	0.860232		9.96000000
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TTO	4	144.9600000	36.24000000	48.97	<b>0.0001</b>
REP	4	2.16000000	0.54000000	0.73	0.5847