



**EVALUACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE HARINA DEL FORRAJE  
DE NABO (*Brassica campestris*) COMO SUPLEMENTO EN LA  
ALIMENTACIÓN DE CUYES (*Cavia porcellus*) DURANTE LAS FASES  
DE LEVANTE Y ENGORDE**

**JUAN PABLO BENAVIDES MONTENEGRO  
EDWIN MIGUEL CHAMORRO ARTEAGA**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
PROGRAMA DE ZOOTECNIA  
2013**

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE HARINA DEL FORRAJE  
DE NABO (*Brassica campestris*) COMO SUPLEMENTO EN LA  
ALIMENTACIÓN DE CUYES (*Cavia porcellus*) DURANTE LAS FASES  
DE LEVANTE Y ENGORDE**

**JUAN PABLO BENAVIDES MONTENEGRO  
EDWIN MIGUEL CHAMORRO ARTEAGA**

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

**Presidente:  
LESVY RAMOS OBANDO  
Zoot. IPA., M.Sc.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
PROGRAMA DE ZOOTECNIA  
2013**

“Las ideas y conclusiones aportadas en el trabajo de grado son responsabilidad exclusiva de sus autores”

Artículo 1º del acuerdo N° 324 de octubre de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

---

---

**LESVY RAMOS OBANDO**  
Presidente

---

**JOSÉ EDMUNDO APRÁEZ GUERRERO**  
Jurado Delegado

---

**HERNÁN OJEDA JURADO**  
Jurado

San Juan de Pasto, septiembre 2013

## DEDICATORIA

**A DIOS:** que gracias a su fortaleza he seguido adelante.

**A MIS TIAS:** Socorro y Nelly Arteaga, por su amor y apoyo y cuidado a lo largo de mi vida.

**A MIS HERMANOS:** Jaime, Vianey y Wilman Chamorro por sus consejos y ayuda

**A MI NOVIA:** Nieves Cabrera que con su cariño y apoyo incondicional e culminado esta etapa de mi vida.

Y a todas las personas que de alguna u otra manera participaron en la elaboración de este trabajo de grado.

EDWIN MIGUEL CHAMORRO ARTEAGA

## DEDICATORIA

**A Dios:** Él ya lo sabe.

**A mis padres:** Campo Elías y María Irene, por compartirme su vida, comprensión, felicidad y amor.

**A mi hermano favorito:** Oscar Francisco, por ser el mejor amigo y un apoyo incondicional.

**A mis compañeros de la vida:** Christian D, Ernesto R, Andrés C, por permitirme caminar a su lado.

**A mis amigos:** Camilo B, Richard R, Vanessa Q, Kris C, María B, Nathalia P.

**A mi compañero de tesis:** Edwin Ch, ¡por fin!

A todas aquellas personas que de alguna forma contribuyeron a mi formación personal y profesional.

JUAN PABLO BENAVIDES MONTENEGRO

## RESUMEN

Se evaluó el efecto de la harina de nabo (*Brassica campestris*), planta considerada maleza, como suplemento en la alimentación de cuyes en etapa de levante y engorde, donde los tratamientos correspondieron a: T0 aubade y balanceado comercial, T1 aubade y balanceado con el 10% de harina de nabo en la base proteica, T2 aubade y balanceado con el 20% de harina de nabo, T3 aubade y balanceado con el 44% de harina de nabo, T4 aubade y balanceado con el 66% de harina de nabo. Se empleó un diseño completamente al azar, utilizando 60 animales, divididos en cuatro réplicas por tratamiento, cada unidad experimental estuvo constituida por tres animales. El suplemento con harina de forraje de nabo tuvo buena aceptabilidad por lo que el consumo de forraje-balanceado no presentó diferencias significativas ( $P>0,05$ ), el consumo promedio diario en MS de alimento balanceado y pasto aubade fue 29,3 g y 40,9 g respectivamente. La ganancia de peso determinó que el T0 y el T1 obtuvieron los valores más altos, significativamente diferentes ( $P<0,05$ ) con 977 y 965 g respectivamente. El tratamiento que alcanzó la mejor conversión alimenticia fue el T1 con 5,41 y la peor la tuvo el T4 con 6,58. El sacrificio se realizó el día 76, el mayor rendimiento en canal ( $P<0,05$ ) lo obtuvo el T2 con 69,7%, y el menor el T4 con 61,35%. Según los análisis histopatológicos, ninguno de los animales presentó alteraciones digestivas. El forraje verde y la harina de nabo no presentaron saponinas y se encontraron fenoles en bajas proporciones, los cuales disminuyeron después del proceso de harinización.

**Palabras clave:** cuy, harina, maleza, *Brassica campestris*, metabolitos secundarios.

## ABSTRACT

In this study, the effect of using turnip (*Brassica campestris*), considered weed, based powder feed as a supplement in the feeding of guinea pigs which are in the growth and fattening stage was studied. The used treatments were T0 Aubade grass and balanced commercial food, T1 Aubade grass and balanced commercial food with a 10% of turnip feed in the protein basis, T2 Aubade grass and balanced commercial food with a 20% of turnip, T3 Aubade grass and balanced commercial food with a 44% of turnip feed, T4 Aubade grass and balanced commercial food with a 65% of turnip feed, the specimens were chosen at random. The 60 animals were divided into 4 replicates per treatment. Each replicate consisted of 3 specimens. The dietary supplement with turnip based food was adequately assimilated. Hence, the intake of the combined forage-balanced food did not display statically significant differences. The average daily intake of balanced feed and Aubade grass in DM was of 29,3 and 40,9 g respectively. The weight gained determined that the T0 and T1 obtained the highest scores ( $P<0,05$ ): 977 and 965 respectively. The treatment that reached the lowest dietary conversion was the T1 with 5,41 while T4 reached the highest dietary conversion with 6,58. The specimens were slaughtered on day 76. The highest in-carcass performance ( $P<0,05$ ) was obtained by T2 with 69,7% and the lowest one was obtained by T4 with 61,35%. According to the applied histopathological analysis none of the specimens displayed digestive alterations. The green forage and the turnip based food did not show any saponins. Phenols were found in low amounts, which decreased after the process of obtaining the turnip based food.

**Keywords:** guinea pig, powder, weed, *Brassica campestris*, secondary metabolites.

## TABLA DE CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCION	17
1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	18
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	19
3. OBJETIVOS	20
3.1 GENERAL	20
3.2 ESPECIFICOS	20
4. MARCO TEORICO	21
4.1 GENERALIDADES DEL CUY ( <i>Cavia porcellus</i> )	21
4.1.1 Origen y Distribución	21
4.1.2 Clasificación Zoológica	22
4.1.3 Fisiología Digestiva del Cuy	22
4.1.4 Nutrición y Alimentación	23
4.1.5 Necesidades Alimenticias	23
4.1.6 Requerimientos Nutricionales del Cuy	25
4.1.7 Consumo de Forraje Verde	26
4.2 ARVENSES	26
4.3 GENERALIDADES DEL NABO ( <i>Brassica campestris</i> )	26
4.3.1 Descripción Técnica	27
4.3.2 Valor nutricional	28
4.4 FACTORES ANTINUTRICIONALES	28

4.5 PROCESO DE HARINIZACIÓN	30
4.5.1 Recolección	30
4.5.2 Fraccionamiento	30
4.5.3 Secado	30
4.5.4 Tipos de secadores	30
4.5.6 Harina	31
4.6 GENERALIDADES DEL PASTO AUBADE ( <i>lolium sp.</i> )	31
5. MATERIALES Y METODOS	32
5.1 LOCALIZACIÓN	32
5.2 ANIMALES, INSTALACIONES Y EQUIPOS	32
5.3 ETAPA PRE-EXPERIMENTAL	32
5.4 ETAPA EXPERIMENTAL	32
5.5 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	33
5.6 COMPOSICIÓN QUÍMICA	33
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
6.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA	34
6.2 EFECTO DE LA HARINIZACIÓN	35
6.3 METABOLITOS SECUNDARIOS	36
6.4 ALTERACIONES DIGESTIVAS EN ANIMALES	36
6.5 CONSUMO DE ALIMENTO	37
6.6 GANANCIA DE PESO	38
6.7 CONVERSION ALIMENTICIA	39

6.8 MORTALIDAD	40
6.9 RENDIMIENTO EN CANAL	40
6.10 ANÁLISIS DE COSTOS Y UTILIDADES	41
7. CONCLUSIONES	43
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

## LISTA DE TABLAS

	<b>pág.</b>
Tabla 1. Clasificación zoológica.	22
Tabla 2. Requerimientos nutricionales del cuy en las etapas de crecimiento y engorde.	25
Tabla 3. Composición química del pasto Aubade	31
Tabla 4. Composición química del forraje de nabo ( <i>Brassica campestris</i> ) en prefloración.	34
Tabla 5. Composición química de la harina del forraje de nabo ( <i>Brassica campestris</i> ).	35
Tabla 6. Consumo de balanceado y forraje diario	37
Tabla 7. Ganancia de peso diaria y total (g) en las etapas de levante y ceba	38
Tabla 8. Conversión alimenticia	39
Tabla 9. Porcentaje de rendimiento en canal	41
Tabla 10. Análisis de costos	42

## LISTA DE CUADROS

	<b>pág</b>
Cuadro 1. Clasificación científica	26
Cuadro 2. Composición bromatológica del forraje Nabo ( <i>Brassica campestris</i> )	28
Cuadro 3. Agentes tóxicos presentes en los alimentos	29

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>Anexo A.</b> Balanceo de raciones	49
<b>Anexo B.</b> Análisis de varianza para la variable consumo materia seca balanceado	50
<b>Anexo C.</b> Análisis de varianza para la variable consumo materia seca Aubade	51
<b>Anexo D.</b> Análisis de varianza para la variable Ganancia de Peso	51
<b>Anexo E.</b> Análisis de varianza para la variable Conversión Alimenticia	52
<b>Anexo F.</b> Análisis de varianza para la variable consumo materia seca balanceado	52

## GLOSARIO

**ALIMENTACION:** 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.

**ANTINUTRICIONAL:** componentes no nutritivos que pueden dificultar la asimilación de algunos nutrientes, causar efectos fisiológicos poco deseables e incluso, pueden llegar a ser tóxicos.

**ARVENSE:** vegetación espontánea y diversificada que aprovecha los recursos mínimos del suelo, energía solar, agua, temperatura y otros factores apropiados para el desarrollo vegetal.

**FENOLES:** son alcoholes aromáticos. Están compuestos de moléculas que tienen un grupo OH, algunos son salubres en solventes orgánicos y otros polímeros insolubles. Protegen a las plantas de la oxidación y ataques de agentes patógenos.

**HARINA:** polvo fino que se obtiene del molido de cereales y otros alimentos.

**NABO:** planta anual perteneciente a la familia de las crucíferas, de carácter cultivable y comestible.

**PIENSO:** es aquella mezcla de ingredientes cuya composición nutricional permite aportar la cantidad de nutrientes necesarios para cubrir los requerimientos metabólicos de un animal.

**REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES:** son las necesidades nutritivas de los seres vivos, para cumplir con su normal desarrollo, crecimiento, reposición de tejidos y conservación.

**SECADO:** método de conservación de alimentos consistente en extraer el agua, conservando los nutrientes, además de dificultar su putrefacción e inhibir la proliferación de microorganismos.

**TANINOS:** son compuestos orgánicos de origen vegetal, de sabor astringente, que le sirven a la planta como defensa contra parásitos o animales fitófagos.

## INTRODUCCIÓN

La producción de cuyes en Nariño se ha constituido en un renglón de gran importancia como crianza familiar y comercial. Según Caycedo (2000),<sup>1</sup> a diferencia de otras especies domésticas, el cuy presenta grandes posibilidades de masificar su producción con bajas inversiones, lo que permite la utilización de espacios reducidos de tierra y la obtención de ingresos que difícilmente se lograrían con otras especies animales. En el ámbito agropecuario, el alto valor de los suplementos, sumado a los factores ambientales, edafológicos y periodos de sequía e invierno prolongados, afectan la cantidad, calidad y rendimiento de los forrajes; por lo que estos factores son considerados como una de las principales limitantes para la producción animal, generando altos costos y una disminución en el nivel de ingresos de la actividad pecuaria. Es de gran importancia realizar investigaciones encaminadas a descubrir nuevos recursos forrajeros que permitan al productor ofrecer alimentos alternos con buen valor nutricional. Tal es el caso del nabo (*Brassica campestris*) el cual se puede convertir en una materia prima de valor proteico, después de un proceso de harinización.

La planta de nabo es considerada como una maleza que compite fuertemente con los cultivos; en la mayoría de situaciones es eliminada de las praderas antes de iniciar labores agrícolas, mediante la utilización de agroquímicos, desaprovechando su biomasa y nutrientes, que puede ser usada en la dieta de rumiantes y algunos pequeños monogástricos, como el cuy.

---

<sup>1</sup> Caycedo A. Experiencias Investigativas en la Producción de Cuyes. Pasto [Colombia]: Universidad de Nariño; 2000.

## 1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

“El cuy es una valiosa especie que se vislumbra como una alternativa promisoría para solucionar en parte la crisis alimentaria de nuestras comunidades”<sup>2</sup>.

Este animal se halla en casi todas las zonas de Nariño, donde es considerado un elemento de gran importancia cultural, económico y nutricional. Debido a que su proceso de desarrollo está directamente ligado a la dieta alimentaria de los sectores sociales, proyectándose como un elemento necesario para salvaguardar la seguridad y soberanía alimentaria de la región.

En todos los tipos de producción pecuaria (cuyes, conejos, bovinos...) se hace necesario la utilización de suplementos para cubrir con los requerimientos nutricionales de los animales, siendo la alimentación el mayor costo económico.

Debido a que el precio de las materias primas y balanceados que se utilizan se ha elevado, es importante encaminar investigaciones que deben orientarse a descubrir nuevos recursos forrajeros de elevado valor nutricional. Tal es el caso del follaje no deseado (arvenses), como el nabo de campo (*Brassica campestris*), que es una buena alternativa para la alimentación animal, tanto en forraje verde, semilla, germinado o harina.

En la mayoría de situaciones esta planta, considerada como una maleza, es eliminada con agroquímicos de las praderas antes de iniciar otras labores, desaprovechando su biomasa y nutrientes en la dieta de rumiantes y pequeños monogástricos como el cuy.

Por lo dicho anteriormente es de gran importancia que arvenses como el nabo sean estudiadas, generando información valiosa que permita a las personas interesadas en la producción pecuaria, disminuir los costos de alimentación con un nutriente rico en proteína y de fácil obtención.

---

<sup>2</sup> Caycedo, Op. cit. p. 40

## 2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La producción de cuyes en el medio, se ha constituido en un renglón de gran importancia como crianza familiar y comercial.

Según Caycedo: “A diferencia de otras especies domésticas, el cuy presenta grandes posibilidades de masificar su producción con bajas inversiones, lo que permite la utilización de espacios reducidos de tierra y la obtención de ingresos que difícilmente se lograrían con otras especies animales”<sup>3</sup>.

En el ámbito agropecuario el alto valor de los suplementos, sumado a los factores ambientales, edafológicos y periodos de sequía e invierno prolongados; afectan la cantidad, calidad y rendimiento de los forrajes; por lo que estos factores son considerados como una de las principales limitantes, generando altos costos de producción y una disminución en el nivel de ingresos de la actividad pecuaria.

“Incluso se puede encontrar limitaciones de espacio y suelos para la producción de forrajes, debido a que la investigación en este campo es escasa, conllevando a la necesidad de buscar nuevas alternativas que sean económicas y disponibles en el medio”<sup>4</sup>.

Considerando lo anterior, existe la tendencia a incorporar alimentos no convencionales que además de no competir con la alimentación humana, tengan un adecuado valor nutricional, brinden sustento forrajero de bajo costo y cuya semilla se pueda encontrar a disposición del productor.

Por estas razones se pretende mediante el proyecto, utilizar el forraje de nabo (*Brassica campestris*); alimento catalogado como arvense, para ser incorporado en la dieta de los cuyes, como harina base del suplemento.

De lo dicho inicialmente, surge el interrogante:

¿Qué efecto tendrá la inclusión de diferentes niveles de harina del forraje de nabo (*Brassica campestris*) como materia prima del suplemento, sobre el comportamiento productivo de cuyes (*Cavia porcellus*) durante las fases de levante y engorde?

---

<sup>3</sup> Caycedo, Op. cit. p. 23

<sup>4</sup> Jiménez J, Noguera M. Valoración Nutritiva de Granos Germinados de Arveja (*Pisum sativa*), Trigo (*Triticum aestivum* L) y Avena (*Avena satva*) en la Alimentación de Cuyes tipo Carne (*Cavia porcellus*). Durante la Fase de Levante y Engorde. Pasto-Colombia. 2008. 25p. Tesis de Grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia. Departamento de producción y procesamiento animal.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 General

Evaluar diferentes niveles de harina del forraje de nabo (*Brassica campestris*) como suplemento en la alimentación cuyes (*Cavia porcellus*) durante las fases de levante y engorde.

#### 3.2 Específicos

- Determinar la composición nutricional y metabolitos secundarios de la harina del forraje de nabo (*Brassica campestris*).
- Evaluar el efecto de la harinización sobre el valor nutricional y antinutricional del forraje de nabo.
- Verificar si la inclusión, de harina del forraje de nabo causa alteraciones digestivas en los animales.
- Establecer el comportamiento productivo y mortalidad; en cuyes alimentados con el suplemento a base de harina del forraje de nabo (*Brassica campestris*).
- Comparar el rendimiento en canal de los animales alimentados con las dietas evaluadas.
- Realizar un análisis parcial de costos.

## 4. MARCO TEORICO

### 4.1 GENERALIDADES DEL CUY (*cavia porcellus*)

**4.1.1 Origen y Distribución.** Aliaga citado por Correa menciona que: “El cuy o curí (*Cavia porcellus*), tiene su origen en Sur América en la región Andina, donde los nativos criaban a esta especie en cautiverio, antes de la conquista del imperio Incaico y utilizaban su carne como alimento básico”<sup>5</sup>.

Según Sánchez: “Hay pruebas arqueológicas de que este animal fue domesticado hace 3000 años, algunos ejemplos son los restos encontrados en la cultura Paracas, además del hallazgo de cuyes enterrados con restos humanos en algunas tumbas de América del Sur que son una muestra de existencia y utilización de esta especie en épocas precolombinas”<sup>6</sup>.

Cabrera citado por Chauca afirma que: “El hábitat del cuy es muy extenso. Se han detectado numerosos grupos en Venezuela, sur de Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, noroeste de Argentina y norte de Chile, distribuidos por toda la cordillera andina. Posiblemente el área que ocupan el Perú y Bolivia fue el hábitat nuclear del género *Cavia*. Este roedor vive por debajo de los 4 500 metros sobre el nivel del mar, y ocupa regiones de la costa y la selva alta”<sup>7</sup>.

Aliaga citado por Caycedo afirma que: “El cuy descende de una Prea peruana, conocida con el nombre de *Cavia cutleri*, que fue domesticada por los antecesores de los Incas y pueblos afines de la región Andina en tiempos muy remotos siendo, el único animal domesticado aparte de la llama”<sup>8</sup>.

---

<sup>5</sup> Correa R. La Crianza del Cuy. Subgerencia de Fomento y servicios. Oficina distrital. Pasto. 1988. p.1

<sup>6</sup> Sánchez C. Crianza y Comercialización de Cuyes. Lima- Perú. Ripalme. 2002. 9p. ISBN 9972-9641-0-8

<sup>7</sup> Chauca L. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). Instituto Nacional de Investigación Agraria la Molina. [en línea]. <[http://www.fao.org/docrep/w6562s/w6562s01.htm#P30\\_4325](http://www.fao.org/docrep/w6562s/w6562s01.htm#P30_4325)> [citado en 30 de octubre de 2010]

<sup>8</sup> Caycedo, Op. cit. p. 34

**4.1.2 Clasificación Zoológica.** En la tabla 1, se presenta la clasificación zoológica del cuy.

**Tabla 1. Clasificación zoológica.**

Reino	Animal
Phylum	Chordata
Subphylum	Vertebrata
Clase	Mamífera
Subclase	Theria
Infraclase	Eutheria
Orden	Rodentia
Suborden	Hystricomorpha
Familia	Caviidae
Género	Cavia
Especie	Porcellus

Fuente: CHAUCA, 1997.

**4.1.3 Fisiología Digestiva del Cuy.** Van Soest citado por Burzi<sup>9</sup> menciona que: El cuy (*Cavia Porcellus*), está clasificado por su anatomía gastrointestinal como un animal de fermentación posgástrica junto con el conejo y la rata, considerándolo como una especie herbívora monogástrica, más que a un monogástrico estricto.

Caycedo reporta que: “Tiene un solo estómago donde se lleva a cabo una digestión enzimática y además posee un ciego funcional muy desarrollado con presencia de flora bacteriana, las cuales son altamente predominantes. Posee protozoarios del tipo Entodinium, Diplodinium, Isotricha y Dasitricha, siendo las bacterias y los protozoarios responsables de la fermentación de alimentos fibrosos”<sup>10</sup>.

Saravia citado por Burzi menciona que: “Una de las características del curí es que realiza cecotrófia, proceso que permite aprovechar la proteína contenida en la célula de las bacterias presentes en el ciego, así como reutilizar el nitrógeno proteico y no proteico que no alcanzó a ser digerido en el intestino delgado”<sup>11</sup>.

<sup>9</sup> Burzi, F. Fisiología Digestiva del Cuy. [en línea]. <<http://www.perucuy.com/site/modules.php?name=News&file=article&sid=17>> [citado en 30 de septiembre de 2010]

<sup>10</sup> Caycedo, Op. cit. p. 95

<sup>11</sup> Burzi, Op. cit.

**4.1.4 Nutrición y Alimentación.** Sánchez<sup>12</sup> afirma que: La nutrición hace la diferencia en la producción del cuy; ya que el animal necesita una ración balanceada, para suplir sus requerimientos, pues éste crece a mayor velocidad en relación al peso de su cuerpo.

#### **4.1.5 Necesidades Alimenticias**

- ✓ **Energía.** Martínez manifiesta que: “Las actividades bioquímicas, fisiológicas y físicas del animal conducen a un gasto de energía, por lo que cuantitativamente, las mayores necesidades nutritivas corresponden a la energía. Las necesidades energéticas se expresan en calorías o en julios, los únicos nutrientes que pueden aportar energía son los carbohidratos, lípidos y proteínas”<sup>13</sup>.

Por su parte Caycedo asegura que: “los requerimientos de energía varían con la edad, actividad del animal, estado fisiológico, nivel de producción y temperatura ambiental”<sup>14</sup>.

- ✓ **Proteína y aminoácidos.** Muños<sup>15</sup> menciona: Las proteínas son compuestos orgánicos esenciales en la alimentación de los cuyes, cumplen funciones como; construir los tejidos del cuerpo especialmente en las etapas iniciales o de crecimiento, a la vez, ayudan a formar defensas, reparan y fabrican tejidos de la piel, músculo, pelo y uñas.

El mismo autor menciona que: “Los requerimientos de proteína, deben cubrirse con dos o más fuentes forrajeras o materias primas de origen vegetal o animal, tratando de superar el 10% de la dieta para evitar las pérdidas de peso tanto en crecimiento como en lactancia”<sup>16</sup>.

- ✓ **Carbohidratos y Grasas.** Según Caycedo: “Los carbohidratos constituyen la fuente principal de energía en una dieta para cuyes; la glucosa y fructosa como azúcares simples y los almidones como carbohidratos de almacenamiento. Por otra parte, los carbohidratos estructurales (fibra) son procesados en el ciego gracias a la presencia

---

<sup>12</sup> Sánchez C. Crianza y Comercialización de Cuyes. Lima-Perú. Ripalme. 2002. 53p. ISBN 9972-9641-0-8

<sup>13</sup> Martínez D. Requerimientos nutricionales del cuy. En: Memorias del Primer Curso Internacional de cuyicultura. Ibarra. ASOPRAN, 2006

<sup>14</sup> Caycedo, Op. cit. p. 98

<sup>15</sup> Muños L, *et al.* El cuy historia, Cultura y futuro regional. Pasto-Colombia. Colombia gráfica. 2004. p. 82

<sup>16</sup> *Ibíd.*

de bacterias y protozoarios, que los desdoblan y fermentan para producir ácidos grasos volátiles”<sup>17</sup>.

Según Martínez: “La utilización de grasas o aceites en la dieta de los cuyes permite cubrir el requerimiento de ácidos grasos no saturados principalmente ácido linoléico que los cuyes no sintetizan; siendo fundamental el aporte de un 3 – 5% de grasa del total de la dieta, dependiendo de la etapa de producción. La falta o deficiencia de grasa en la dieta es una de las causas de dermatitis, úlceras en la piel y alopecia”<sup>18</sup>.

- ✓ **Minerales y Vitaminas.** Para Martínez: “La concentración de elementos minerales debe mantenerse dentro de los márgenes, para garantizar la integridad estructural y funcional de los tejidos, así como para asegurar que el crecimiento, la salud y la productividad de los animales no sean afectados”<sup>19</sup>.

El mismo autor<sup>20</sup> asegura que: Los animales deben recibir en la ración una serie de elementos minerales, los macro elementos,(sodio ,potasio, calcio, fósforo, magnesio, cloro y azufre) necesarios en cantidades muy superiores a los elementos traza (hierro, flúor, yodo. manganeso, cobalto, cobre y cinc) llamados así porque se necesitan en cantidades extremadamente pequeñas.

- ✓ **Necesidades de Agua.** Chauca afirma que: “El animal obtiene el agua, de acuerdo a su necesidad de tres fuentes: una es el agua de bebida que se le proporciona al animal, otra es el agua contenida como humedad en los alimentos, y la tercera es el agua metabólica que se produce del metabolismo por oxidación de los nutrientes orgánicos que contienen hidrógeno”<sup>21</sup>.

El mismo autor asegura que: “Si se suministra un forraje succulento en cantidades altas (más de 200g) la necesidad de agua se cubre con la humedad del forraje, pero de no hacerlo, los cuyes en crecimiento demandan entre 50 y 100ml de agua por día; llegando

---

<sup>17</sup> Caycedo, Op cit, p. 98

<sup>18</sup> Martínez. Op cit.

<sup>19</sup> Ibíd.

<sup>20</sup> Ibíd.

<sup>21</sup> Chauca L. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). Instituto Nacional de Investigación Agraria la Molina. [Online]. <[http://www.fao.org/docrep/w6562s/w6562s04.htm#P2740\\_114110](http://www.fao.org/docrep/w6562s/w6562s04.htm#P2740_114110)>

a incrementarse hasta más de 250ml si no reciben forraje verde y la temperatura sobrepasa los 30°C”<sup>22</sup>.

- ✓ **Fibra.** Según Chauca: “Este componente tiene importancia en la composición de las raciones no solo por la capacidad que tienen los cuyes de digerirla, sino que su inclusión es necesaria para favorecer la digestibilidad de otros nutrientes, ya que retarda el pasaje del contenido alimenticio a través de tracto digestivo”<sup>23</sup>.

El mismo autor afirma que: “El suministro de fibra de un alimento balanceado pierde importancia cuando los animales reciben una alimentación mixta. Sin embargo, las raciones balanceadas recomendadas para cuyes deben contener un porcentaje de fibra no menor de 18 por ciento”<sup>24</sup>.

**4.1.6 Requerimientos Nutricionales del Cuy.** En la tabla. 2 se da a conocer los requerimientos nutricionales del cuy.

**Tabla 2. Requerimientos nutricionales del cuy en las etapas de crecimiento y engorde.**

Nutrientes	Unidades	
Proteína	%	14 – 18
Energía digestible	Kcal/kg	2800 – 3000
Fibra	%	8 – 17
Grasa	%	3.00
Lisina	%	0.84
Metionina	%	0.60
Triptófano	%	0.18
Arginina	%	0.12
Histidina	%	0.36
Isoleucina	%	0.60
Leucina	%	1.08
Valina	%	0.84
Vitamina C	Mg	200.00
Calcio	%	1.20
Fósforo	%	0.60
Magnesio	%	0.10
Cobre	mg/kg	600.00
Zinc	mg/kg	20.00
Manganeso	mg/kg	40.00
Yodo	Mg	150.00

**Fuente:** NRC. 1995, Martínez, R.D 2005, Caycedo V. A. 2005

<sup>22</sup> Ibíd.

<sup>23</sup> Ibíd.

<sup>24</sup> Ibíd.

**4.1.7 Consumo de Forraje Verde.** Según Caycedo: “Cuando los pastos y forrajes pueden suministrarse con mayor regularidad (2 o 3 v/día). Se mejora notablemente los rendimientos productivos del cuy”<sup>25</sup>.

El mismo autor afirma que: “Un gazapo en su periodo de lactancia consume hasta 100g de forraje verde. A las cuatro semanas de edad doblan esa cantidad (200g); y los adultos consumen de 350 a 500 gramos, dependiendo de la temperatura del lugar, de la suplementación con concentrados y de la frecuencia de suministro”<sup>26</sup>.

**4.2 ARVENSES.** Zambrano<sup>27</sup> asegura que: Son plantas que interfieren de una u otra forma con las actividades agropecuarias, sin embargo, biológicamente tienen un valor importante en todo ecosistema. Dentro de la vegetación se considera maleza (arvense), a aquella planta que en un momento dado puede interferir ya sea alelopáticamente o por competencia, por agua, nutrientes, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> y espacio, con un cultivo, afectando económicamente el sistema productivo.

**4.3 GENERALIDADES DEL NABO (*Brassica campestris*).** En el cuadro 1 se presenta la clasificación taxonómica del nabo.

**Cuadro 1. Clasificación científica.**

Reino	Plantae
Subreino	Traqueobionta
Superdivisión	Spermatophyta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Dilleniidae
Orden	Brassicales
Familia	Brassicaceae
Genero	Brassica
Especie	B. Campestris

**Fuente:** Perdomo Francisco et al. Nabo de Campo. 2009

<sup>25</sup> Caycedo, Op. cit, p.130

<sup>26</sup> Ibíd.

<sup>27</sup> Zambrano I. Manejo de Arvenses. Institución Educativa Santa Ana. [en línea]. <<http://www.buenastareas.com/ensayos/Manejo-De-Arvenses/51074.html>> [citado en 15 de diciembre de 2010]

De acuerdo con Perdomo<sup>28</sup>: Esta especie es originaria del Viejo Mundo, muy común en diversas partes del globo terráqueo, de regiones templadas y frías; prospera como invasora en los campos de cultivo descuidados, también en potreros, rastrojos, vías y caminos su propagación se realiza por medio de las aves (estiércol), el viento y el hombre.

La planta compite fuertemente con los cultivos herbáceos y puede abrumar su producción. Es capaz de causar pérdidas importantes de forraje si no se realiza un control.

**4.3.1 Descripción Técnica.** Rzedowski citado por Perdomo<sup>29</sup>: Da a conocer la siguiente descripción técnica

- **Hábito y forma de vida:** Hierba bianual, simple o ramificada y erecta
- **Tamaño:** 30 a 130 cm.
- **Tallo:** Cilíndrico, con pelos erectos y ásperos.
- **Hojas:** Alternas. Hojas inferiores pecioladas, lobadas con el lóbulo terminal obtuso, por lo común mucho más grandes que los lóbulos laterales, de 4-20 cm de largo a 1.8-8 cm de ancho, con 2-4 lóbulos laterales; hojas superiores sentadas, abrazando el tallo, con el borde entero, más pequeñas, hasta 6 cm de largo por 1.3 cm de ancho.
- **Inflorescencia:** Racimo terminal de 10-30 cm de largo.
- **Flores:** Se producen en racimos en la parte superior de los tallos. Ellas son de color amarillo brillante, con 4 sépalos verdes de 4-5 mm de largo y 4 pétalos de 6-10 mm de largo.
- **Raíz:** Napiforme y delgada.
- **Características especiales:** Al estrujarse huele a col.

---

<sup>28</sup> Perdomo F, *et al.* Nabo de Campo (*Brassica rapa* L.). [en línea]. <<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/brassicaceae/brassica-rapa/fichas/ficha.htm>> [citado en 3 de octubre de 2010]

<sup>29</sup> *Ibíd.*

- **Frutos y semillas:** Una vaina aplanada larga (1-2.5 cm) con varias semillas globulares, de 1.5-2 mm en diámetro, pequeñas en su interior. De color café o negras.

**4.3.2 Valor nutricional.** En el cuadro 2 se presenta la composición bromatológica del forraje de nabo (*Brassica campestris*) en estado de prefloración; realizada en los laboratorios especializados de la Universidad de Nariño.

**Cuadro 2. Composición bromatológica del forraje Nabo (*Brassica campestris*)**

Parámetro	Unidad de M.	Harina	
		BH	BS
Humedad	1g/100g	90	
Materia Seca	1g/100g	9.97	
Ceniza	1g/100g	1.60	16.1
E.E	1g/100g	0,32	3.22
Fibra Cruda	1g/100g	2.21	22.2
Proteína	1g/100g	2.89	29
ENN	1g/100g	2.94	29.5
Energía	Kcal/100g	41.6	418
Fibra D. Neutro	1g/100g	4.03	40.3
Fibra D. Acido	1g/100g	2.52	25.3
Lignina	1g/100g	1.06	10.6
Celulosa	1g/100g	1.43	14.3
Hemicelulosa	1g/100g	1.49	15

**Fuente:** Laboratorios Especializados, Universidad de Nariño (2011)

**4.4 FACTORES ANTINUTRICIONALES.** La FAO<sup>30</sup> menciona que: La presencia de factores antinutricionales en los productos vegetales, es considerada como uno de los principales factores que limitan su uso en la alimentación animal. Los agentes tóxicos pueden ser de tipo endógeno y exógeno; los primeros son sustancias innatas del material vegetal que pueden servir como sistema de defensa. Por su parte los exógenos son

<sup>30</sup> FAO. Nutrición y alimentación de Peces y Camarones Cultivados. Manual de capacitación.[En línea].< <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab492s/AB492S06.htm>>.[citado en 30 junio del 2011]

adquiridos del entorno donde se desarrolla la planta, haciendo que se acumulen en su interior.

Knox menciona que: “La mayoría de *Brassicas* silvestres son comestibles, pero se debe evitar recogerlos de los lugares que han sido fuertemente fertilizados, o lugares que han sido objeto la escorrentía, ya que la planta absorbe y retiene nitratos, que son tóxicos en dosis elevadas”<sup>31</sup>.

Como se puede observar el cuadro 3. El nabo (*Brassica campestris*) contiene los siguientes factores antinutricionales:

### Cuadro 3. Agentes tóxicos presentes en los alimentos.

Material	Factor Antinutricional
Nabo ( <i>Brassica campestris</i> )	1,3,5,7,25 1) inhibidores de proteasas, 3) glucosinolatos, 5) ac. Fítico, 7) taninos y 25) posible contaminación con aflatoxinas
Soya ( <i>Glicine max</i> )	1,2,3,5,6,8,11,12,14,16,17,25

Fuente: Kay (1979) y Liener (1980)

Según Villanueva: “La mayoría de estos reducen la absorción de nutrientes y en dosis elevadas pueden ser peligrosos, pero se puede disminuir su concentración con la exposición al calor, además mientras más variados sean los ingredientes en un alimento; serán menores las posibilidades de incurrir en deficiencias nutricionales y toxicidad”<sup>32</sup>.

“Los ensayos realizados con bovinos y ovinos han indicado que los rumiantes son menos susceptibles que las otras clases de ganado a los efectos tóxicos de la harina de colza, una variedad de brassica, que posee más glucósidos que la harina de nabo (*B. campestris*). Al bovino adulto se le puede dar 1-1,5 kg al día sin detrimento sobre el consumo de piensos, crecimiento, o sabor de la leche. Los animales jóvenes, o en gestación, deben recibir menos cantidad”<sup>33</sup>.

<sup>31</sup> Knox J, et al. Nabo silvestre (*Brassica rapa* ssp. *silvestris*). [en línea]. <<http://wildpicnic.blogspot.com/2009/09/wild-turnip-brassica-rapa-ssp.html>> [citado en 19 de octubre de 2010]

<sup>32</sup> Villanueva G. Agentes Tóxicos Naturalmente Presentes en la dieta. [en línea]. <[http://www.mineraleselsastre.com/nutricuido/index.php?option=com\\_content&task=view&id=54&Itemid=52](http://www.mineraleselsastre.com/nutricuido/index.php?option=com_content&task=view&id=54&Itemid=52)> [citado en 10 de abril de 2011].

<sup>33</sup> Sistema de información de los recursos del pienso. L. Rapifera Group (*B. campestris* L.). [en línea]. <<http://www.fao.org/ag/AGA/agap/frg/afris/es/Data/492.HTM>> [citado en 10 de octubre de 2010].

**4.5 PROCESO DE HARINIZACIÓN** Según ANSO: “La deshidratación es un proceso que consiste en la recolección del forraje verde, su acondicionamiento mecánico o manual, el secado mediante ventilación forzada y la molienda para la formación de harina”<sup>34</sup>.

Oscanoa<sup>35</sup> menciona que: es necesario establecer un flujo de trabajo que permita desarrollar el secado del material vegetal.

**4.5.1 Recolección.** El forraje debe estar en condiciones óptimas para su cosecha, donde las cantidades de nutrientes se hallen en su punto más alto permitiendo de esta manera que se conserve un sustrato de excelentes cualidades nutritivas.

**4.5.2 Fraccionamiento.** Posterior a la cosecha el material vegetal debe ser cortado con la finalidad de acelerar el proceso de sacado y facilitar la molienda para la elaboración de harina.

**4.5.3 Secado.** (Si se trabaja con secadores solares); es la parte más complicada del proceso en la elaboración de harina, debido a que en esta etapa pueden ocurrir alteraciones en el forraje como enmohecimiento y/o putrefacción, por lo cual es necesario estar en una observación constante del material (volteo frecuente) y de los cambios ambientales.

#### **4.5.4 Tipos de secadores.**

- **Mecánico.** Este tipo de deshidratadores son los comúnmente son utilizados a nivel industrial y de laboratorio. Los deshidratadores generan aire caliente que facilita el secado en cuestión de horas, del material vegetal y con la ayuda de extractores permite la salida de humedad. Algunos de estos son de tipo rotatorio, que mantienen al forraje en movimiento.
- **Solar.** Los deshidratadores solares se basan en aprovechar la energía solar. A diferencia de los tipos mecánicos son de bajo costo, de fácil construcción y no necesitan ninguna clase de combustible. Estos pueden ser fijos (generalmente cuando se trabaja con grandes cantidades de forraje) o móviles (cuando se trabaja a mediana o pequeñas escala), Sin embargo el secado del

---

<sup>34</sup> ANSO. Deshidratación de Alfalfa. [En línea].  
<[http://www.satanso.com/deshidratacion\\_alfalfa.php/es](http://www.satanso.com/deshidratacion_alfalfa.php/es)>. [Citado en 30 de junio de 2011]

<sup>35</sup> Oscanoa J. Estudio Fármaco-Botánico de Desmodium Molliculum. [En línea].  
<http://www.botanical-online.com/col/manapuya3.htm>>. [Citado el 12 de julio de 2011]

material se prolonga en días o semanas ya que este tipo de deshidratadores están directamente ligados a las condiciones ambientales.

**4.5.6 Harina.** Luego del proceso de secado se procede al paso del material por un molino (de martillo o sin fin, que puede ser manual o mecánico) obteniendo la harina que es utilizada en el balanceo de raciones para animales monogástricos y rumiantes.

**4.6 GENERALIDADES DEL PASTO AUBADE (*Lolium sp.*)** Caycedo menciona que: “el pasto aubade es un reygras tetraploide que se adapta bien en alturas comprendidas entre 2000 y 3000 msnm, exigentes en humedad, con precipitación promedio de 1000mm/ año, produce de 110 a 130 toneladas de forraje verde por año, realizando 10 cortes con intervalos de 35 a 40 días”<sup>36</sup>.

Arguelles afirma que: “bajo condiciones de fertilización y riego oportuno durante el verano produce entre 18 y 21 ton/ ha al año de forraje seco, cosechando el forraje con intervalos de 5 semanas”<sup>37</sup>.

En análisis realizados por el laboratorio de nutrición animal de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad de Nariño, se encontró que el pasto aubade presenta un buen contenido de proteína y fibra aceptable, como se puede observar en la tabla 3.

**Tabla 3. Composición química del pasto Aubade.**

<b>Nutrientes</b>	<b>Base Húmeda</b>	<b>Base Seca</b>
Humedad %	84,51	
Ceniza %	1,12	10,57
EE %	0,44	2,9
Fibra%	5,33	34,25
Proteína%	1,94	12,54
ENN%	6,15	39,74
E. Bruta Kcal. / 100g	170	451

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición Animal, Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad de Nariño (2002)

<sup>36</sup> Caycedo A. Experiencias Investigativas en la Producción de Cuyes. Pasto-Colombia. Graficolor. 2000. p. 133

<sup>37</sup> Arguelles G. La conservación de los forrajes en la empresa ganadera: Contribución del Proyecto Especies forrajeras de la división de proyecto especial de la Investigación Pecuaria del ICA. Colombia. Banco Ganadero. 1992. p. 65-73.

## 5. MATERIALES Y METODOS

### 5.1 LOCALIZACIÓN

La investigación se llevó a cabo en la Granja Experimental Botana, propiedad de la Universidad de Nariño, vereda Botana, corregimiento de Catambuco, a 7 km de la ciudad San Juan de Pasto, al suroccidente de Colombia; a una altura de 2800 msnm, con temperatura promedio de 12°C, precipitación media anual de 967 mm y humedad relativa de 84,22%. La recolección y la deshidratación del follaje de nabo (*Brassica campestris*) se realizó en la granja El Socorro, en el corregimiento de Obonuco, ubicado a 5 km de la ciudad San Juan de Pasto, a una altura de 2800 msnm, temperatura de 8°C, precipitación media anual de 840 mm y humedad relativa de 78,8% (ARD Colombia, 2003).<sup>38</sup>

### 5.2 ANIMALES, INSTALACIONES Y EQUIPOS

El Comité de Ética de la Universidad de Nariño avaló el uso de 60 animales, machos mejorados destetos, con pesos entre 160 a 320 g, desparasitados. Éstos se sometieron a un periodo de adaptación de ocho días. Se utilizó una sección de la Unidad productora de cuyes de la Granja Botana, con cinco jaulas de malla, la cual fue desinfectada previa al ensayo. Para la elaboración de la harina se utilizó un deshidratador solar y un molino de martillo eléctrico con potencia de 2 Hp (Modelo27, Buldan Brasil).

### 5.3 ETAPA PRE-EXPERIMENTAL

El nabo (*Brassica campestris*) se recolectó en etapa de prefloración, aproximadamente a los 75 días, con una altura de 60 cm promedio, de la planta sólo se tomó el tallo y las hojas con el fin de fraccionarla, deshidratarla y molerla, para obtener la harina. Los materiales de los diferentes tratamientos (harina de nabo, maíz, cascarilla de arroz, mogolla de trigo, torta de soya y sal mineralizada) se mezclaron semanalmente como indicó el balance de la dieta.

### 5.4 ETAPA EXPERIMENTAL

Los animales se pesaron individualmente cada semana, para promediar el peso por réplica, etapa que tuvo una duración de 75 días. El forraje se obtuvo de la Granja Botana; al pasto suministrado se le redujo la humedad con el fin de evitar posibles problemas digestivos. Se presentó

---

<sup>38</sup> Associates in Rural Development Sucursal Colombia (ARD Colombia). Proyecto Código Periferia Urbana ARD Municipio Pasto UDENAR-2003. Pasto: ARD Colombia; 2003.

solamente un caso de patología por hongos que, con asesoría del médico veterinario, fue tratado a tiempo.

## 5.5 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el estudio se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), donde los animales se distribuyeron en cinco tratamientos, con cuatro réplicas cada uno, utilizados para las dos fases. El modelo aplicado fue:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Respuesta de la i-ésima unidad experimental que recibe el j-ésimo tratamiento.

$\mu$  = Media general del experimento.

$\tau_i$  = Efecto del j-ésimo tratamiento

$\varepsilon_{ij}$  = Error experimental asociado a la i-ésimo unidad experimental que recibió el j-ésimo tratamiento.

Los tratamientos evaluados fueron:

T<sub>0</sub> = Pasto Aubade + suplemento comercial.

T<sub>1</sub> = Pasto Aubade + suplemento con el 10% de harina del forraje de nabo.

T<sub>2</sub> = Pasto Aubade + suplemento con el 20% de harina del forraje de nabo.

T<sub>3</sub> = Pasto Aubade + suplemento con 44% de harina del forraje de nabo.

T<sub>4</sub> = Pasto Aubade + suplemento con 66% de harina del forraje de nabo.

## 5.6 COMPOSICIÓN QUÍMICA

Se realizó un análisis bromatológico, basado en el trabajo de Henneberg y Stohmann en la Estación Experimental Weende (Greenfield y Southgate, 2003).<sup>39</sup> La humedad y la materia seca se determinaron mediante secado en estufa, cenizas por incineración a 600°C, extracto etéreo (extracción soxhlet), fibra bruta (digestión ácida-básica), proteína (método de Kjeldahl N×6,25), extracto no nitrogenado (cálculo matemático), energía bruta (EB) por medio de bomba calorimétrica, y las diferentes fracciones de fibra (método de Van Soest). Se determinó dos metabolitos secundarios, mediante métodos cualitativos: taninos totales como polifenoles, método Folin Ciocalteau y saponinas mediante cromatografía líquida de alta eficiencia HPLC.

---

<sup>39</sup> Greenfield H, Southgate D. Datos de Composición de Alimentos. Roma [Italia]: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación; 2003.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA

El análisis bromatológico estableció que el nabo de campo (*Brassica campestris*), en estado de pre-floración, presentó la composición química que se muestra en la Tabla 4.

**Tabla 4. Composición química del forraje de nabo (*Brassica campestris*) en prefloración.**

Análisis Químico	%
Materia seca	9,97
Proteína bruta	29,00
Fibra cruda	22,20
Extracto etéreo	3,22
ELN	29,50
Cenizas	17,10

**Fuente:** Laboratorios especializados Universidad de Nariño

El nabo presentó una humedad de 90,04%, valor similar a la col (*Brassica oleracea viridis*) y coliflor (*Brassica oleracea botrytis*), las cuales reportan una humedad promedio de 89.2% en etapa de cosecha (Almaraz *et al*, 2012).<sup>40</sup> Por lo anterior se deduce que son plantas con alto contenido de agua, lo que hace difícil su traslado y fácil su descomposición, haciendo que se necesite de un riguroso control a la hora de deshidratar este tipo de forrajes.

Los compuestos como proteína y fibra (Tabla 1) son relativamente altos, aunque se ha reportado valores en etapa de pre-floración hasta 30,79% de proteína y 16,1 en fibra (Caycedo y Apráez. 1995),<sup>41</sup> lo cual puede estar influenciado por el estado fisiológico y tipo de suelo donde se encontró la planta. Además, la familia de las *Brassicaceae* contiene óptimas cantidades de proteína y fibra en sus hojas, que las hacen una buena opción en la alimentación animal (Almaraz *et al*, 2012).<sup>42</sup>

<sup>40</sup> Almaraz I, Losada H, Cortés J, Vargas J, Miranda L, Sánchez J. Producción de gas *in vitro* de verduras usados para alimentar vacas lecheras. LRRD. [en línea]. 2012. Consultado el [13 de mayo de 2011]; 24(8): [132] Disponible en Internet: <http://www.lrrd.org/lrrd24/8/alma24132.htm>

<sup>41</sup> Caycedo V, Apráez E. Digestibilidad *in vivo* e *in vitro* de algunas malezas utilizadas en la alimentación de cuyes. Pasto [Colombia]: Universidad de Nariño; 1995.

<sup>42</sup> Almaraz, Op. cit.

El análisis bromatológico de la harina de forraje de nabo, con la que se balanceó las dietas de los diferentes tratamientos, reveló la composición que se indica en la Tabla 5.

## 6.2 EFECTO DE LA HARINIZACIÓN

Como se observa en las Tablas 4 y 5, los compuestos que presentaron una variación considerable fueron la proteína, el extracto etéreo y el extracto libre de nitrógeno.

Los forrajes, al ser sometidos a un proceso de deshidratación solar, pierden compuestos nutricionales y antinutricionales (Gálvez, 2006).<sup>43</sup> La proteína, al ser sometida a un proceso térmico, sufre una desnaturalización, por lo que disminuye su concentración. La temperatura de desnaturalización es de 37°C en adelante, pero no significa que la proteína pierda su valor nutricional (Hernández, 1999).<sup>44</sup>

**Tabla 5. Composición química de la harina del forraje de nabo (*Brassica campestris*).**

Análisis Químico	%
Materia seca	87,10
Proteína bruta	25,30
Fibra cruda	42,60
Extracto etéreo	2,55
ELN	12,10
Cenizas	17,50

**Fuente:** Laboratorios especializados Universidad de Nariño

Según Larios *et al* (2005),<sup>45</sup> los procesos de fraccionamiento y molienda generan pérdida de nutrientes como el extracto etéreo, ocasionándole un deterioro gradual. Además, dicho componente, al tener una parte volátil por efecto del calor, hace que el vapor de agua se lleve una porción, disminuyendo así su porcentaje. La parte que se pierde con más regularidad del material vegetal son las hojas. Se observó, al realizar el fraccionamiento del tallo por efecto de la molienda, que la pérdida es muy

<sup>43</sup> Gálvez A. Módulo de producción agroecológica de ganado de carne. Pasto [Colombia]:universidad de Nariño; 2006.

<sup>44</sup> Hernández A, Sastre A. Tratado de Nutrición. Madrid [España]:[s.n.]; 1999.

<sup>45</sup> Larios A, Porcayo J, Poggi H. Obtención de una harina de pulido de arroz desengrasado con bajo contenido de fibra neutro detergente. INCI [en línea]. 2005. Consultado el [13 de mayo de 2011]; 30(1): [p 29-32] [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S037818442005000100006&lng=es&nrm=iso&tling=es](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S037818442005000100006&lng=es&nrm=iso&tling=es).

baja. Sin embargo, al pulverizar la hoja, ésta se pierde en cantidades apreciables, produciendo un aumento en el porcentaje de fibra. Otra causa de la reducción del ELN y el aumento de la fibra es la gelatinización de algunas partículas de almidón (las de mayor tamaño); esto sucede al romperse la partícula que está expuesta al calor, haciendo que absorba agua; posteriormente, al enfriarse, ocurrió el proceso denominado retrogradación, que se define como la cristalización del almidón, la cual formó una partícula totalmente diferente de la inicial (almidón resistente). El almidón resistente no sólo incrementa los niveles de fibra, sino que también imparte propiedades especiales que son características de alimentos ricos en fibra (Loor, 2008).<sup>46</sup>

### **6.3 METABOLITOS SECUNDARIOS**

Los análisis realizados demostraron que la harina de forraje de nabo, antes y después del proceso de harinización, no presentó saponinas.

En el caso de los fenoles en la primera muestra (nabo prefloración) del análisis cualitativo indica una presencia media de la sustancia, mientras que en la segunda (nabo harina) se encontró en una cantidad baja. Estos compuestos no fueron decisivos en los resultados de consumo e incremento de peso. Su volatilización es baja a temperatura ambiente, en comparación con el agua, lo que indica que al momento de deshidratar el forraje hubo una gran pérdida de agua y una lenta evaporación de fenoles.

### **6.4 ALTERACIONES DIGESTIVAS EN ANIMALES**

En el momento del sacrificio se llevó a cabo el protocolo de preparación de placas histopatológicas, manejado en los laboratorios de la Universidad de Nariño, con la finalidad de observar posibles laceraciones o úlceras en esófago, estómago e intestino delgado, causadas por efecto de la alimentación. En el informe histopatológico de los tejidos se observó que ninguno de los tratamientos ocasionó alteraciones histopatológicas o algún tipo de lesión en el tracto digestivo. Es necesario mencionar que en el T0 se encontró laceraciones que sugieren un proceso de tipo infeccioso sub-clínico que no tiene relación con la dieta. Por lo dicho anteriormente, se puede deducir que la harina de forraje de nabo, llevada hasta una inclusión del 66%, no causa laceraciones digestivas.

---

<sup>46</sup> Loor T.K. Efecto de varios ciclos de enfriamiento/calentamiento en el contenido de almidón resistente tipo III en almidones de achira (*Canna edulis* Ker) y papa (*Solanum tuberosum*). [Trabajo de Grado Ingeniero de Alimentos]. Quito [Ecuador]: Universidad San Francisco de Quito; 2008.

## 6.5 CONSUMO DE ALIMENTO

No se encontró diferencias significativas entre los tratamientos ( $P < 0,05$ ), por esta razón se puede afirmar que el pasto aubade es un forraje de excelente palatabilidad para los animales. En cuanto a la ingesta diaria de balanceado (Tabla 6), no hubo predilección por ninguno de los tratamientos. Se confirmó que los animales no presentaron ningún tipo de rechazo a la harina de nabo, posiblemente por sus buenas características de color, olor y sabor. Además, se puede inferir que los metabolitos que presenta la harina no deprimen el consumo.

**Tabla 6. Consumo de balanceado y forraje diario**

Tratamiento	Balanceado g MS/día/animal	Forraje g MS/día/animal
T0	31,80 <sup>a</sup>	41,33 <sup>a</sup>
T1	28,70 <sup>a</sup>	40,88 <sup>a</sup>
T2	30,23 <sup>a</sup>	41,77 <sup>a</sup>
T3	25,63 <sup>a</sup>	40,00 <sup>a</sup>
T4	30,16 <sup>a</sup>	40,88 <sup>a</sup>

Letras iguales indican que no hay diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre tratamientos

Cheek (1995)<sup>47</sup> afirma que uno de los factores de mayor influencia en la regulación del consumo voluntario es el contenido energético de la ración; adicionalmente, animales como el conejo y el cuy consumen alimento en función de su tamaño, estado fisiológico y temperatura ambiental, sin embargo la densidad energética es decisiva. Debido a que las raciones estaban balanceadas tanto en proteína, energía y fibra, hubo uniformidad en el consumo de los distintos tratamientos y no hubo alteraciones en el estado fisiológico del animal. Según Burgos *et al* (2006),<sup>48</sup> el consumo es uno de los mejores indicadores de la calidad y digestibilidad del alimento.

Al analizar estudios realizados por Araujo *et al* (2008)<sup>49</sup> con harina de

<sup>47</sup> Cheeke P. Alimentación y nutrición del conejo. Zaragoza [España]: [s.n.]1995.

<sup>48</sup> Burgos M, Esparza E. Respuesta nutricional de los cuyes en fase de levante y engorde, alimentados con un suplemento proteico elaborado a base de harina de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) obtenida en residuos orgánicos. [Trabajo de Grado Zootecnista]. Pasto [Colombia]: Universidad de Nariño; 2006.

<sup>49</sup> Araujo M, Narváez D. Valoración de las Harinas de Zarza (*Mimosa albida*) y Ortigo (*Urera sp*) en levante y ceba de cuyes (*Cavia porcellus*). [Trabajo de Grado

zarza-ortigo, y Patiño *et al* (2010)<sup>50</sup> con harina de colla negra, no se encontraron diferencias estadísticas en cuanto a consumo en ningún caso, lo que indica que la utilización de forrajes deshidratados es una buena opción en la alimentación de cuyes.

## 6.6 GANANCIA DE PESO

El análisis estadístico determinó que hubo diferencias significativas ( $P < 0,05$ ). Así, el T0 y el T1 presentaron una mayor ganancia de peso; esto se debió posiblemente a que estos tratamientos tuvieron un buen balance en la cantidad de nutrientes, como aminoácidos, requeridos por los animales, que lograron rendimientos similares. El T2 y el T3 obtuvieron una ganancia media, y el que menos incrementó fue el T4; esto se pudo deber a que el balanceado, a medida que incrementó la cantidad de nabo, se tornó más voluminoso. Sin embargo, los valores establecidos de ganancia media diaria (Tabla 7) son similares a los reportados por Apráez *et al* (2008),<sup>51</sup> quienes mencionan que animales alimentados con concentrados de alto valor nutricional pueden obtener ganancias medias diarias entre 10 y 15 g/animal/día.

**Tabla 7. Ganancia de peso diaria y total (g) en las etapas de levante y ceba**

Tratamiento	Ganancia media diaria	Ganancia total 75 días
T0	13,03	977 <sup>a</sup>
T1	12,87	965 <sup>a</sup>
T2	12,09	907 <sup>ab</sup>
T3	11,61	871 <sup>ab</sup>
T4	10,77	808 <sup>ab</sup>

Letras diferentes en la misma columna indican que hay diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

Zootecnista]. Pasto [Colombia]: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias; 2008.

<sup>50</sup> Patiño J, Burgos D. Evaluación de diferentes niveles de proteína con la inclusión de Harina de Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*) en el levante y engorde de cuyes (*Cavia porcellus*). [Trabajo de Grado Zootecnista]. Pasto [Colombia]: Universidad de Nariño. Facultad de ciencias Pecuarias; 2010.

<sup>51</sup> Apráez E, Fernández L, Hernández A. Efecto del empleo de forrajes y alimentos no convencionales sobre el comportamiento productivo, rendimiento en canal y calidad de carne de cuyes (*Cavia porcellus*). Pasto [Colombia]: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias; 2008.

Araujo *et al* (2008)<sup>52</sup> y Patiño *et al* (2010)<sup>53</sup> determinaron que, en sendos ensayos, el tratamiento testigo con balanceado comercial alcanzó mayor ganancia de peso, siendo la presentación en forma de pellet la principal razón, ya que presentó menos desperdicio.

Chamorro y Mora (2003)<sup>54</sup> afirman que, la ganancia de peso está afectada directamente por el consumo y la calidad de la ración, es decir, entre mayor sean éstas, la ganancia de peso será también mayor, siempre y cuando se tenga en cuenta los factores que puedan afectar el consumo (edad, tamaño, estado fisiológico, aporte nutricional de la ración, palatabilidad y temperatura).

## 6.7 CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Estadísticamente no existieron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ). Los valores de conversión alimenticia (Tabla 8) están comprendidos entre los que se reportan para cría comercial, los cuales están entre 4,8 y 8,0, según la FAO (1995).<sup>55</sup> Además, Caycedo (1985)<sup>56</sup> reporta que conversiones de 5-7 son buenas para esta especie.

**Tabla 8. Conversión alimenticia**

Tratamiento	CA
T0	5,60 <sup>a</sup>
T1	5,41 <sup>a</sup>
T2	5,95 <sup>a</sup>
T3	5,64 <sup>a</sup>
T4	6,58 <sup>a</sup>

<sup>52</sup> Araujo, Op. cit.

<sup>53</sup> Patiño, Op. cit

<sup>54</sup> Chamorro R, Mora C. Sustitución del maíz (*Zea mays*) por harina de guineo (*Musa sapientum* L.K) como fuente de energía en suplemento para cuyes (*Cavia porcellus*) durante la fase de levante y engorde. ). [Trabajo de Grado Zootecnista]. Pasto [Colombia]: Universidad de Nariño. Facultad de ciencias Pecuarias; 2003.

<sup>55</sup> Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 1995. Cría de especies no tradicionales: una actividad en pleno auge. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*) en los países andinos. Departamento de Agricultura. División de Producción y salud animal; 1995. (Trabajo número V6200)

<sup>56</sup> Caycedo A. Alimentación de cuyes. Pasto [Colombia]: Universidad de Nariño; 1985.

Letras iguales indican que no hay diferencias significativas ( $P>0,05$ ).

Se obtuvo mejores resultados en comparación con los ensayos realizados con harina de zarza-ortigo y colla negra, los cuales fueron 8,93 y 10,57 respectivamente. Así mismo, Martínez y Paredes (1993)<sup>57</sup> reportan la conversión alimenticia de 10,96 para animales alimentados con pega-pega (*Desmodium tortuosum*).

La conversión alimenticia está dada principalmente por factores como el alimento consumido, la ganancia de peso, el tamaño de la partícula. El balanceado con harina de nabo presenta buena aceptación y digestibilidad por el animal, cubriendo sus requerimientos nutricionales. Además, al ser un alimento sometido a un proceso de deshidratación y harinización, no sólo se logran beneficios en consumo e incremento de peso, sino que posiblemente se bloquean o inactivan sustancias anti nutritivas contenidas en el material fresco.

## 6.8 MORTALIDAD

El porcentaje de mortalidad en las fases de levante y ceba fue de 3,3%, encontrándose por debajo del rango establecido en la crianza de cuyes, que es de 5% (Quispe, 2012).<sup>58</sup> Esto se debe en gran medida al reducido tamaño de población, ya que se facilitaron las condiciones de manejo. Ninguno de los tratamientos presentó mortalidad a causa del suministro de las dietas.

## 6.9 RENDIMIENTO EN CANAL

Se estableció que el T4 tuvo diferencias significativas ( $P<0,05$ ) con respecto a los demás tratamientos, presentó un peso mayor en pelo y en vísceras blancas (Tabla 9), posiblemente por la presentación del alimento, aunque la cantidad de fibra fue la misma, este tratamiento fue más voluminoso.

---

<sup>57</sup> Martínez C, Paredes F. Efecto de la suplementación con leguminosas nativas zarza (*Mimosa albida*) y pega-pega (*Desmodium tortuosum*) en levante de cuyes (*Cavia porcellus*). [Trabajo de Grado Zootecnista]. Pasto [Colombia]: Universidad de Nariño. Facultad de ciencias Pecuarias; 1993.

<sup>58</sup> Quispe M. Manejo de animales menores cuyes, con énfasis en etno veterinaria. . [en línea]. Lima: Heifer; 2012. Consultado el [4 de octubre de 2012]. Disponible en Intnet: <http://www.heiferperu.org/site/images/stories/documentos/manejoanimalesmenores.pdf>.

Según Apráez *et al* (2008),<sup>59</sup> el peso de las vísceras puede estar influenciado por el mayor volumen del alimento, lo cual genera un mayor desarrollo de ciego y colon.

Excepto el T4, el resto de los tratamientos están cerca del promedio manejado en cuyes mejorados en jaulas, el cual es de 67,4% (FAO, 1995).<sup>60</sup> Similares resultados fueron obtenidos por Apráez *et al* (2008),<sup>61</sup> quienes al estudiar el rendimientos de la canal en cuyes cebados, con alfalfa, morera, gliricidia y leucaena, obtuvieron valores entre 67,38% y 64,9%.

**Tabla 9. Porcentaje de rendimiento en canal**

	Tratamiento				
	T0	T1	T2	T3	T4
Peso vivo	1247,0	1225,1	1194,0	1173,0	1095,0
Peso canal	845,4	809,7	832,6	796,1	671,7
% canal	67,8 <sup>a</sup>	66,1 <sup>ab</sup>	69,74 <sup>a</sup>	67,87 <sup>a</sup>	61,35 <sup>ab</sup>

Letras diferentes en la misma fila indican que hay diferencias estadísticas significativas (P<0,05).

## 6.10 ANÁLISIS DE COSTOS Y UTILIDADES

Debido a que el ingreso está relacionado directamente con el peso obtenido al final del ensayo, el T0 (\$17458) y el T1(\$17150) poseen los ingresos más altos, sin embargo al poseer menos harina de nabo en su composición, y mayor torta de soya, son los que alcanzan de igual forma el costo más alto.

Teniendo en cuenta que el resultado de la venta (Tabla 10) se obtuvo de multiplicar el peso por el valor del gramo en el mercado (\$14/g) y hubo una mortalidad del 5%; se estableció que la utilidad por animal fue mayor en el T3 (\$6338), seguido del T4 (\$6232), T1 (\$5436), T2 (\$5383) y el T0 (\$4607). A pesar de que el T4 posee una de las mejores utilidades, presenta baja ganancia de peso y un bajo rendimiento de canal, factores que influyen en la comercialización del producto. Por lo que llevarlos a buenos parámetros productivos como el T1, T2, T3 y el T0, implicaría un aumento en tiempo y en costos de producción

<sup>59</sup> Apráez, Op. cit.

<sup>60</sup> Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Op. cit.

<sup>61</sup> Apráez, Op. cit.

**Tabla 10. Análisis de costos**

<b>COSTO FIJO</b>	<b>COSTO VARIABLE</b>	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
<b>Mano de obra</b>		600000	600000	600000	600000	600000
<b>Infraestructura</b>		60000	60000	60000	60000	60000
<b>Compra animales</b>		4000000	4000000	4000000	4000000	4000000
<b>Aseo</b>		10000	10000	10000	10000	10000
<b>Jaulas</b>		45000	45000	45000	45000	45000
<b>Detergente</b>		5000	5000	5000	5000	5000
<b>Servicios</b>		5000	5000	5000	5000	5000
	<b>Alimento</b>	7650000	6547125	6177375	4966125	4009875
	<b>Vitaminas</b>	5000	5000	5000	5000	5000
	<b>Medicamentos</b>	25000	25000	25000	25000	25000
	<b>Insumos</b>	60000	60000	60000	60000	60000
<b>COSTOS TOTALES</b>		<b>12465000</b>	<b>11362125</b>	<b>10992375</b>	<b>9781125</b>	<b>8824875</b>
<b>peso promedio final g</b>		1247	1225	1194	1173	1095
<b>Venta producción</b>		16934260	16635500	16214520	15929340	14870100
<b>Utilidad /Pn/ periodo</b>		4469260	5273375	5222145	6148215	6045225
<b>Ganancia día</b>		59590,133	70311,667	69628,6	81976,2	80603
<b>% utilidad costos</b>		35,85	46,41	47,51	62,86	68,5
<b>% utilidad ventas</b>		26,39	31,7	32,21	38,6	40,65
<b>Costo unitario</b>		12465	11362,1	10992,4	9781,1	8824,9
<b>Venta unitaria</b>		17458	17150	16716	16422	15330
<b>Utilidad unitaria</b>		4607,5	5436,5	5383,7	6338,4	6232,2

Moralidad: 5%, precio compra \$4000, precio venta \$14/g

## **7. CONCLUSIONES**

El proceso de deshidratación y harinización causa una reducción moderada en los nutrientes.

El proceso térmico al que fue sometida la planta disminuyó la concentración de metabolitos secundarios, como los fenoles.

La inclusión de hasta un 66% de harina de nabo, no causa alteraciones en el tracto digestivo del cuy.

La utilización de harina de nabo, de un 10-44% del balanceado, permite obtener buenos rendimientos productivos en ganancia de peso, rendimiento en canal y conversión alimenticia.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almaraz I, Losada H, Cortés J, Vargas J, Miranda L, Sánchez J. Producción de gas in vitro de verduras usados para alimentar vacas lecheras. LRRD. [en línea]. 2012. Consultado el [13 de mayo de 2011]; 24(8): [132] Disponible en Internet: <http://www.lrrd.org/lrrd24/8/alma24132.htm>

Anso. Deshidratación de Alfalfa. [En línea]. Consultado el [13 de mayo de 2011]; <[http://www.satanso.com/deshidratacion\\_alfalfa.php/es](http://www.satanso.com/deshidratacion_alfalfa.php/es)>.

Apraéz E, Fernández L, Hernández A. Efecto del empleo de forrajes y alimentos no convencionales sobre el comportamiento productivo, rendimiento en canal y calidad de carne de cuyes (*Cavia porcellus*). Pasto [Colombia]: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias; 2008.

Araujo M, Narváez D. Valoración de las Harinas de Zarza (*Mimosa albida*) y Ortigo (*Urera sp*) en levante y ceba de cuyes (*Cavia porcellus*). [Trabajo de Grado Zootecnista]. Pasto [Colombia]: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias; 2008.

Arguelles, G. La conservación de los forrajes en la empresa ganadera: Contribución del Proyecto Especies forrajeras de la división de proyecto especial de la Investigación Pecuaria del ICA. Colombia. Banco Ganadero. 1992. p. 65-73.

Associates in Rural Development Sucursal Colombia (ARD Colombia). Proyecto Código Periferia Urbana ARD Municipio Pasto UDENAR-2003. Pasto: ARD Colombia; 2003.

Burgos M, Esparza E. Respuesta nutricional de los cuyes en fase de levante y engorde, alimentados con un suplemento proteico elaborado a base de harina de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) obtenida en residuos orgánicos. [Trabajo de Grado Zootecnista]. Pasto [Colombia]: Universidad de Nariño; 2006.

Burzi F. Fisiología Digestiva del Cuy. [en línea]. Consultado el [13 de mayo de 2011]; <<http://www.perucuy.com/site/modules.php?name=News&file=article&sid=17>>

Caycedo A. Alimentación de cuyes. Pasto [Colombia]: Universidad de Nariño; 1985.

Caycedo A. Experiencias Investigativas en la Producción de Cuyes. Pasto [Colombia]: Universidad de Nariño; 2000.

Caycedo A, Apráez E. Digestibilidad *in vivo* e *in vitro* de algunas malezas utilizadas en la alimentación de cuyes. Pasto [Colombia]: Universidad de Nariño; 1995.

Chamorro R, Mora C. Sustitución del maíz (*Zea mays*) por harina de guineo (*Musa sapientum* L.K) como fuente de energía en suplemento para cuyes (*Cavia porcellus*) durante la fase de levante y engorde. ). [Trabajo de Grado Zootecnista]. Pasto [Colombia]: Universidad de Nariño. Facultad de ciencias Pecuarias; 2003.

Chauca, L. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). Instituto Nacional de Investigación Agraria la Molina.

Cheeke P. Alimentación y nutrición del conejo. Zaragoza [España]: [s.n.]1995.

Correa, R. La Crianza del Cuy. Pasto [Colombia]: Subgerencia de Fomento y servicios.1988.

FAO. Nutrición y alimentación de Peces y Camarones Cultivados. Manual de capacitación.[En línea]. Consultado el [13 de mayo de 2011] <<http://www.fao.org/docrep/field/003/ab492s/AB492S06.htm>>.

Gálvez A. Módulo de producción agroecológica de ganado de carne. Pasto [Colombia]: universidad de Nariño; 2006.

Greenfield H, Southgate D. Datos de Composición de Alimentos. Roma [Italia]: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación; 2003.

Hernández A, Sastre A. Tratado de Nutrición. Madrid [España]:[s.n.]; 1999.

Jimenez J, Noguera M. Valoración Nutritiva de Granos Germinados de Arveja (*Pisum sativa*), Trigo (*Triticum aestivum* L) y Avena (*Avena satva*) en la Alimentación de Cuyes tipo Carne (*Cavia porcellus*). Durante la Fase de Levante y Engorde. [Trabajo de Grado Zootecnista]. Pasto [Colombia]: Universidad de Nariño; 2008.

Knox J. Nabo silvestre (*Brassica rapa* ssp. *silvestris*). [en línea]. Consultado el [13 de mayo de 2011]; <<http://wildpicnic.blogspot.com/2009/09/wild-turnip-brassica-rapa-ssp.html>>

Larios A, Porcayo J, Poggi H. Obtención de una harina de pulido de arroz desengrasado con bajo contenido de fibra neutro detergente. INCI [en línea]. 2005. Consultado el [13 de mayo de 2011]; 30(1): [p 29-32] [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S037818442005000100006&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S037818442005000100006&lng=es&nrm=iso&tlng=es).

Loor T.K. Efecto de varios ciclos de enfriamiento/calentamiento en el contenido de almidón resistente tipo III en almidones de achira (*Canna edulis* Ker) y papa (*Solanum tuberosum*). [Trabajo de Grado Ingeniero de Alimentos]. Quito [Ecuador]: Universidad San Francisco de Quito; 2008.

Martínez C, Paredes F. Efecto de la suplementación con leguminosas nativas zarza (*Mimosa albida*) y pega pega (*Desmodium tortuosum*) en levante de cuyes (*Cavia porcellus*). [Trabajo de Grado Zootecnista]. Pasto [Colombia]: Universidad de Nariño. Facultad de ciencias Pecuarias; 1993.

Martinez D. Requerimientos nutricionales del cuy. En: Memorias del Primer Curso Internacional de cuyicultura. Ibarra. ASOPRAN, 2006.

Muños L. El cuy historia, Cultura y futuro regional. Pasto [Colombia]: 2004.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 1995. Cría de especies no tradicionales: una actividad en pleno auge. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*) en los países andinos. Departamento de Agricultura. División de Producción y salud animal; 1995. (Trabajo número V6200)

Oscanoa. Julio. Estudio Fármaco-Botánico de *Desmodium Molliculum*. [En línea]. Consultado el [13 de mayo de 2011]<<http://www.botanical-online.com/col/manapuya3.htm>.

Patiño J, Burgos D. Evaluación de diferentes niveles de proteína con la inclusión de Harina de Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*) en el levante y engorde de cuyes (*Cavia porcellus*). [Trabajo de Grado Zootecnista]. Pasto [Colombia]: Universidad de Nariño. Facultad de ciencias Pecuarias; 2010.

Perdomo, F. Nabo de Campo (*Brassica rapa* L.). [en línea]. Consultado el [13 de mayo de 2011] <<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/brassicaceae/brassica-rapa/fichas/ficha.htm>>

Quispe M. Manejo de animales menores cuyes, con énfasis en etnoveterinaria. [en línea]. Lima: Heifer; 2012. Consultado el [4 de octubre de 2012]. Disponible en

Intnet: <http://www.heiferperu.org/site/images/stories/documentos/manejoanimalesmenores.pdf>.

Sánchez, Cristian. Crianza y Comercialización de Cuyes. Lima- Perú. Ripalme. ISBN 9972-9641-0-8. 2002.

Sistema de información de los recursos del pienzo. L. Rapífera Group (B. campestris L.). [en línea]. ]. Consultado el [13 de mayo de 2011] <<http://www.fao.org/ag/AGA/agap/frg/afris/es/Data/492.HTM>>

Villanueva G. Agentes Tóxicos Naturalmente Presentes en la dieta. [en línea]. Consultado el [13 de mayo de 2011]. <[http://www.mineraleselsastre.com/nutricuido/index.php?option=com\\_content&task=view&id=54&Itemid=52](http://www.mineraleselsastre.com/nutricuido/index.php?option=com_content&task=view&id=54&Itemid=52)>

Zambrano I. Manejo de Arvenses. Institución Educativa Santa Ana. [en línea]. Consultado el [13 de mayo de 2011]; <<http://www.buenastareas.com/ensayos/Manejo-De-Arveses/51074.html>>

# ANEXOS

## Anexo A. Balanceo de raciones

### Tratamiento 1

Material	Cantidad	ED Kcal/Kg	Fibra	Proteína	% base proteica
Torta de soya	24	744,00	1,01	10,80	57
Nabo	7	185,71	1,55	2,03	<b>10</b>
Maíz	54	1836,00	1,35	5,40	28
Mogolla de trigo	2	52,00	0,16	0,30	2
Cascarilla arroz	11	187,00	4,84	0,44	2
Sal	2	0,00	0,00	0,00	
<b>TOTAL</b>	100	3004,71	9,00	18,97	100
<b>Requerimiento</b>		3000,00	8-15	19	

### Tratamiento 2

Material	Cantidad	ED Kcal/Kg	Fibra	Proteína	% base proteica
Torta de soya	21	651	0,882	9,45	50
Nabo	13	344,89	2,886	3,77	<b>20</b>
Maíz	54	1836	1,35	5,4	28
Mogolla de trigo	0	0	0	0	0
Cascarilla arroz	10	170	4,4	0,4	2
Sal	2	0	0	0	
<b>TOTAL</b>	100	3002	9,5	19,02	100
<b>Requerimiento</b>		3000,00	8-15	19	

### Tratamiento 3

Material	Cantidad	ED Kcal/Kg	Fibra	Proteína	% base proteica
Torta de soya	11	341	0,462	4,95	26
Nabo	29	769,37	6,438	8,41	<b>44</b>
Maíz	53	1802	1,325	5,3	28
Mogolla de trigo	2	52	0,16	0,3	2
Cascarilla arroz	3	51	1,32	0,12	1
Sal	2	0	0	0	
<b>TOTAL</b>	100	3015	9,7	19	100
<b>Requerimiento</b>		3000,00	8-15	19	

#### Tratamiento 4

Material	Cantidad	ED Kcal/Kg	Fibra	Proteína	% base proteica
Torta de soya	3	93	0,126	1,35	7
Nabo	43	1140,79	9,546	12,47	<b>66</b>
Maíz	52	1768	1,3	5,2	27
Mogolla de trigo	0	0	0	0	0
Cascarilla arroz	0	0	0	0	0
Sal	2	0	0	0	
<b>TOTAL</b>	100	3002	10,97	19	100
<b>Requerimiento</b>		3000,00	8-15	19	

**Anexo B.** Análisis de varianza para la variable Consumo materia seca balanceado

Variable Dependiente: Consumo materia seca balanceado					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	cuadrado de la media	F- valor	Pr >F
Modelo	4	771,8103	192,95257	1,34	0,2995
Error	15	2153,811975	143,587465		
Total					
Correcto	19	2925,622255			
		<b>R-cuadrado</b>	<b>Coef Var</b>	<b>Raíz MSE</b>	<b>media</b>
		0,863811	5,65507	11,9828	87,7535

**Anexo C.** Análisis de varianza para la variable Consumo materia seca Aubade

<b>Variable Dependiente:</b> Consumo materia seca Aubade					
<b>Fuente</b>	<b>DF</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>cuadrado de la media</b>	<b>F- valor</b>	<b>Pr &gt;F</b>
<b>Modelo</b>	4	0,36382	0,090955	1,11	0,3869
<b>Error</b>	15	1,2261	0,08174		
<b>Total Correcto</b>	19	1,58992			
		<b>R-cuadrado</b>	<b>Coef Var</b>	<b>Raíz MSE</b>	<b>media</b>
		0,828829	3,1083	0,285902	9,198

**Anexo D.** Análisis de varianza para la variable Ganancia de Peso

<b>Variable Dependiente:</b> Ganancia de Peso					
<b>Fuente</b>	<b>DF</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>cuadrado de la media</b>	<b>F- valor</b>	<b>Pr &gt;F</b>
<b>Modelo</b>	4	77404,8621	19351,2155	4,51	0,0137
<b>Error</b>	15	64429,4262	4295,2951		
<b>Total Correcto</b>	19	1.418.342.883			
		<b>R-cuadrado</b>	<b>Coef Var</b>	<b>Raíz MSE</b>	<b>media</b>
		0,745742	4,234665	65,5385	905,8955

**Prueba de rango estandarizado de Tukey (HSD) para Ganancia de Peso**

Alfa	0,05
Error de Grados de Libertad	15
Error de cuadrado medio	4295,295
Valor crítico del rango estandarizado	4,36699
diferencia significativa mínima	143,1

<b>Tukey agrupamiento</b>	<b>Media</b>	<b>numero de observaciones</b>	<b>TRAT</b>
	A 976,99	4	T0
	A 965,34	4	T1
B	A 907,83	4	T2
B	A 871,16	4	T3
B	808,16	4	T4

**Anexo E.** Análisis de varianza para la variable Conversión alimenticia

<b>Variable Dependiente:</b> Conversión alimenticia					
<b>Fuente</b>	<b>DF</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>cuadrado de la media</b>	<b>F- valor</b>	<b>Pr &gt;F</b>
<b>Modelo</b>	<b>4</b>	3,21703	0,8042575	2,39	0,097
<b>Error</b>	<b>15</b>	5,048625	0,336575		
<b>Total Correcto</b>	<b>19</b>	8,265655			
		<b>R-cuadrado</b>	<b>Coef Var</b>	<b>Raíz MSE</b>	<b>media</b>
		0,789204	3,914566	0,580151	5,8515

**Anexo F.** Análisis de varianza para la variable Consumo materia seca balanceado

<b>Variable Dependiente:</b> Rendimiento en canal					
<b>Fuente</b>	<b>DF</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>cuadrado de la media</b>	<b>F- valor</b>	<b>Pr &gt;F</b>
<b>Modelo</b>	<b>4</b>	81,099	20,27475	10,18	0,0128
<b>Error</b>	<b>5</b>	9,96125	1,99225		
<b>Total Correcto</b>	<b>9</b>	91,06025			
		<b>R-cuadrado</b>	<b>Coef Var</b>	<b>Raíz MSE</b>	<b>media</b>
		0,890608	2,115038	1,411471	66,735

**Prueba de rango estandarizado de Tukey (HSD) para Rendimiento en canal**

Alfa	0,05
Error de Grados de Libertad	5
Error de cuadrado medio	1,99225
Valor crítico del rango estandarizado	5,67312
diferencia significativa mínima	5,6621

<b>Tukey agrupamiento</b>	<b>Media</b>	<b>numero de observaciones</b>	<b>TRAT</b>
	A 69,75	2	T2
	A 67,875	2	T3
	A 67,8	2	T0
B	A 66,9	2	T1
B	61,35	2	T4