

**EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON HARINA DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis Sweet*) EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CUYES (*Cavia porcellus*) EN LA FASE DE LEVANTE Y ENGORDE**

**LEIDY CRISTINA OJEDA YELA  
JOHANA ANDREA SALAZAR BUESAQUILLO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
PROGRAMA DE ZOOTECNIA  
PASTO-COLOMBIA  
2011**

**EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON HARINA DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis Sweet*) EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CUYES (*Cavia porcellus*) EN LA FASE DE LEVANTE Y ENGORDE**

**LEIDY CRISTINA OJEDA YELA  
JOHANA ANDREA SALAZAR BUESAQUILLO**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al  
Título de ZOOTECNISTA**

**Presidente  
AIDA PAULINA DAVILA SOLARTE  
Zootecnista M.sc**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
PROGRAMA DE ZOOTECNIA  
PASTO-COLOMBIA  
2011**

“Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado son responsabilidad exclusiva de los autores”. Artículo 1° del Acuerdo N° 324 de octubre 11 de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

**AIDA PAULINA DAVILA SOLARTE.Zoot., M.Sc**  
**Presidente**

**LESVY RAMOS OBANDO.Zoot., Ing.Prod.Acuícola**  
**Jurado Delegado**

**EDMUNDO APRAEZ GUERRERO.Zoot., M.Sc.,Ph.D**  
**Jurado asesor**

**San Juan de Pasto, agosto de 2011**

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

LESVY RAMOS OBANDO	Zootecnista. IPA.
AIDA PAULINA DAVILA	Zootecnista M.Sc
EDMUNDO APRAEZ GUERRERO	Zootecnista.M.Sc.,Ph.D
LUIS ALFONSO SOLARTE	Zootecnista.Esp.
EFREN INSUASTY SANTACRUZ	Zootecnista Esp.
SANDRA ESPINOSA NARVÁEZ	Técnica Laboratorio de Bromatología
OSCAR FERNANDO BENAVIDES	Director de granjas
VICKY FLOREZ	Zootecnista
JHON JAIRO PARREÑO	Zootecnista
SANDRA REBECA ECHEVERRY	Ing. Agro industrial

Facultad de Ciencias pecuarias, programa de Zootecnia de la Universidad de Nariño.

A todas aquellas personas que de una u otra manera contribuyeron al logro de este trabajo.

## **DEDICATORIA**

A Dios por ser mi vida

A mis padres y hermanas por su apoyo incondicional

A profesores y amigos por toda su colaboración

**LEIDY CRISTINA OJEDA YELA.**

## **DEDICATORIA**

A Dios y la Virgen quien me dio la fe, la fortaleza, salud y la esperanza para terminar este trabajo y guiar mi camino.

A mi Madre quien me enseñó desde pequeña a luchar para alcanzar mis metas, con responsabilidad y paciencia.

A mis hermanas; Francy, Vivian y Daniela quienes me inspiraron y animaron para seguir adelante, personas que sufrieron, lloraron y se alegraron conmigo, amigas incondicionales que jamás serán reemplazadas. Este triunfo es de ustedes.

A mi novio, quien me brinda su amor, su cariño y apoyo constante

A mí adorada hija Sarita quien me prestó el tiempo que le pertenecía y me motivó siempre para terminar mis estudios.

A mis amigos que gracias al equipo que formamos logramos llegar hasta el final del camino quienes estuvieron en buenos y malos momentos.

**JOHANA ANDREA SALAZAR BUESAQUILLO.**

## RESUMEN

Esta investigación se realizó en la granja experimental Botana, propiedad de la Universidad de Nariño, ubicada en el corregimiento de Catambuco. Se utilizaron 60 cuyes mejorados con una edad promedio de 15 días y un rango de peso de 230 – 300g, a los cuales se les suministró forraje Aubade como dieta base y suplemento elaborado con harina de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) en remplazo de torta de soya como fuente proteica en diferentes porcentajes de 20%, 40% y 60% de reemplazo.

En el análisis de varianza se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), los animales se distribuyeron en 4 tratamientos, cada uno con 5 réplicas y 3 unidades experimentales por réplica, para un total de 60 individuos.

Para las fases de levante y ceba, se establecieron los siguientes tratamientos:

T0 = forraje verde + suplemento elaborado con Torta de soya (*Glycine max*)

T1 = forraje verde + reemplazo del 20% de la fuente proteica de la soya (*Glycine max*) por harina de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) en suplemento elaborado

T2 = forraje verde + reemplazo del 40% de soya (*Glycine max*) por harina de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) como fuente proteica en suplemento elaborado

T3 = forraje verde + reemplazo del 60% de soya (*Glycine max*) por harina de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) como fuente proteica en suplemento elaborado

Los datos obtenidos se analizaron con el paquete estadístico Statgraphics, y para determinar el mejor tratamiento se realizó la prueba de Fisher. Se evaluó el consumo de MS encontrándose que mejor tratamiento fue el T3 con 73.29 g, seguido por el T2 con 70.4 g.

Para la variable incremento de peso se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos; al comparar las medias de los mismos se observó que el T3 tuvo la mejor ganancia de peso con 16.89 g/día, seguido por el T2 con 14.12 g.

En cuanto a la conversión alimenticia se encontró que el T3 tuvo la mejor conversión 4.7 frente a los demás tratamientos. Al analizar el rendimiento en canal se encontró que el T3 fue el mejor tratamiento con 64.41%, seguido por el T2 con 60.88% y T1 con 60.33%. El tratamiento donde se presentó

mortalidad fue en el T0 con 3.33%. Al realizar el análisis parcial de costos, la mayor rentabilidad la obtuvo el T1 con 96.18%, seguido por el T2 con 95.14%.

En conclusión, se puede afirmar que en todo el periodo experimental el tratamiento 3 (T3) con reemplazo del 60% de torta de soya (*Glycyne max*) por harina de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*), con 38.7% de proteína, fue el mejor por su calidad nutritiva y palatabilidad. Puede ser una alternativa nutricional en la alimentación de *Cavia Porcellus* en la fase de levante y engorde.

## ABSTRACT

This research was conducted in the Botana's experimental farm. It's property by University of Nariño, it's located in the Catambuco's village. 60 enhanced guinea pigs were used with an average age of 15 days and a weight range between 231 – 300g, to the animals gave them abundant forage like a base diet and a supplement made of chocho in replacement of soya meal as a protein source in different percentages of 20%, 40% y 60%.

In the variance analysis was used a completely randomized design (CRD), the animals were divided into 4 treatments each one with 5 replicates and 3 per replicate experimental units, with a total of 60 individuals:

For lifting and fattening stages were established the following treatments:

T0 = grass Aubade + supplement made of soy (Glycine max)

T1 = grass Aubade + replacement of 20% of protein source from soy (Glycine max) to flour chocho (Lupinus mutabilis sweet) in a supplement prepared.

T2 = grass Aubade + replacement of 40% of protein source from soy (Glycine max) to flour chocho (Lupinus mutabilis sweet) in a supplement prepared.

T3 = grass Aubade + replacement the 60% of protein source from soy (Glycine max) by flour chocho (Lupinus mutabilis sweet) in a supplement prepared.

The data were analyzed with statistical package Statgraphics, for determining the best treatment, was applied the Fisher test. The MS intake is evaluated it was found that the best treatments was T3 with 73.29 g, followed by T2 with 70.4 g.

For the variable increment of weight, some statistical differences were found among the treatments. When we compared the means were observed that the T3 was the best weight gain with 16.89 g / per day, it followed by T2 with 14.12g.

Was found that T3 had the best conversion, this compared with others treatments with 4.7. When analyzing the yield in the canal, we found that T3 was the best treatments with 64.41 %, it followed by T2 and T1 with 60.88 % - 60.33%. The treatments where presents mortality it was in T0 with 3.33%.

Was carrying out the partial analysis of costs, the biggest profitability had it the T1 with 96.18 %, it followed by T2 with 95.14 %.

In conclusión, treatment 3 (T3) with 60% replacement of soybean meal (*Glycine max*) for chocho's flour (*Lupinus mutabilis sweet*), with 38.7% protein, was the best in its nutritional quality, and palatability. It may be a nutritional alternative for feeding *Cavia porcellus* in lifting and fattening.

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN	16
1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	17
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	18
3. OBJETIVOS	19
3.1 OBJETIVO GENERAL	19
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
4. MARCO TEÓRICO	20
4.1 GENERALIDADES DEL CUY ( <i>Cavia porcellus</i> )	20
4.1.1 Clasificación Zoológica	20
4.2 FISIOLÓGIA DIGESTIVA DEL CUY	21
4.3 NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN	22
4.3.1 Necesidades de agua	22
4.3.2 Necesidades de proteínas y aminoácidos	22
4.3.3 Necesidades de carbohidratos y grasas	23
4.3.4 Necesidades de minerales y vitaminas	24
4.4 GENERALIDADES DEL CHOCHO ( <i>lupinus mutabilis sweet</i> )	26
4.4.1 Aspectos agronómicos	27
4.4.2 Clasificación taxonómica	28
4.5 COMPOSICION QUIMICA	29
4.5.1 Proteína	29

4.5.2 Aceite	30
4.5.3 Minerales y vitaminas	31
4.5.4 Carbohidratos	31
4.6 FACTORES TOXICÓS	32
4.6.1 Sustancias anti nutritivas	32
4.6.2 Desamargado del chocho	33
4.6.3 Utilización del chocho ( <i>Lupinus mutabilis Sweet</i> ) en la alimentación animal.	34
4.7 GENERALIDADES DE LA TORTA DE SOYA	35
4.8 GENERALIDADES DEL PASTO AUBADE ( <i>Lolium sp</i> )	36
5. DISEÑO METODOLÓGICO	38
5.1 LOCALIZACIÓN	38
5.2 ANIMALES	38
5.3 INSTALACIONES Y EQUIPOS	38
5.4 SANIDAD	39
5.4.1 OBTENCIÓN DE LA MATERIA PRIMA	39
5.5 ALIMENTACIÓN	41
5.5.1 Tratamientos	42
5.6 SACRIFICIO DE ANIMALES	42
5.7 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	43
5.8 VARIABLES EVALUADAS	44
5.8.1 Consumo de alimento	44
5.8.2 Incremento de peso	44
5.8.3 Conversión alimenticia	44

5.8.4 Rendimiento en canal	44
5.8.5 Mortalidad	44
5.8.6 Análisis parcial de costos	44
6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	45
6.1 ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DEL FORRAJE AUBADE Y HARINA DE CHOCHO	45
6.2 CONSUMO DE ALIMENTO	48
6.3 INCREMENTO DE PESO	51
6.4 CONVERSIÓN ALIMENTICIA	54
6.5 RENDIMIENTO EN CANAL	56
6.6 MORTALIDAD	57
6.7 ANÁLISIS PARCIAL DE COSTOS	58
6.7.1 Rentabilidad de los tratamientos	59
7.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61

## LISTA DE TABLAS

	Pàg.
Tabla 1. Clasificación zoológica del cuy	20
Tabla 2. Requerimientos nutricionales del cuy en las etapas de crecimiento y engorde.	25
Tabla 3. Clasificación botánica de <i>Lupinus mutabilis sweet</i>	28
Tabla 4. Composición química de la semilla de chocho, soya y frijol.	29
Tabla 5. Digestibilidad de <i>Lupinus mutabilis sweet</i> procesado y sin procesar.	30
Tabla 6. Composición de ácidos grasos del <i>Lupinus mutabilis sweet</i>	31
Tabla 7. Análisis químico proximal del pasto Aubade ( <i>Lolium sp.</i> )	36
Tabla 8. Cantidad de materias primas utilizadas en la elaboración de suplemento en relación al 100%	41
Tabla 9. Composición nutricional del pasto Aubade y harina de <i>Lupinus mutabilis sweet</i>	45
Tabla 10. Composición química de los suplementos	47
Tabla 11. Análisis parcial de costos por tratamientos Clasificación botánica del chocho ( <i>Lupinus mutabilis sweet</i> ).	58

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pàg</b>
Figura 1. Diagrama de flujo para la elaboración dela harina de chocho ( <i>Lupinus mutabilis sweet</i> )	40
Figura 2. Consumo promedio de materia seca	48
Figura 3. Ganancia de peso promedio	51
Figura 4. Conversión alimenticia promedio de los tratamientos	54
Figura 5. Rendimiento en canal	56
Figura 6. Mortalidad	57
Figura 7. Rentabilidad de los tratamientos	59

## ANEXOS

	Pàg
Anexo A. Anàlisis de varianza para consumo de Materia Seca	61
Anexo B. Prueba de Fisher para consumo de Materia Seca	61
Anexo C. Aporte nutricional según el consumo real de MS	62
Anexo D. Anàlisis de varianza para la ganancia de peso/día (g)	67
Anexo E. Prueba de Fisher para ganancia de peso/día (g)	67
Anexo F. Anàlisis de varianza para conversi3n alimenticia	67
Anexo G. Prueba de Fisher para conversi3n alimenticia	68
Anexo H. Anàlisis de varianza para rendimiento en canal	68
Anexo I. Prueba de Fisher para rendimiento en canal	68
Anexo J. Ingredientes y composici3n de los suplementos te3ricos alimenticios con diferentes porcentajes de remplazo de prote3na de harina de <i>Lupinus mutabilis</i> .	69
Anexo K. Memoria fotogràfica del experimento	71

## 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.

**CONVERSIÓN ALIMENTICIA:** es la cantidad de alimento necesario para ganar un gramo de peso.

**CHOCHO:** (*lupinus mutabilis sweet*) o lupino es una leguminosa anual oriunda de los Andes Suramericanos, las semillas desamargadas son utilizadas como alimento.

**DIETA:** alimento que es capaz de suplir al animal sus requerimientos nutritivos de acuerdo a la fase fisiológica en la que se encuentra.

**GANANCIA DE PESO:** es el incremento de peso de los animales en un determinado tiempo.

**METABOLITO SECUNDARIO:** son compuestos químicos sintetizados por las plantas que cumplen funciones no esenciales en ellas, ya que no intervienen en el metabolismo primario. La principal función de estas sustancias es de intervenir en las interacciones ecológicas entre la planta y su ambiente.

**PALATABILIDAD:** se refiere al sabor y otras propiedades sensoriales de un alimento que lo hacen más o menos aceptable para comer.

**RENDIMIENTO EN CANAL:** es la diferencia entre el peso vivo y el peso de las partes separadas del animal. En cuyes se considera canal al cuerpo del animal sacrificado, sangrado y eviscerado incluyendo piel, patas, cabeza, sin pelo.

**RENTABILIDAD:** es la relación existente entre el capital invertido y los beneficios netos producidos por el mismo. O la tasa de rendimiento obtenida por la combinación de modalidades de inversión escogida por el asegurado.

## INTRODUCCIÓN

El cuy (*Cavia porcellus*) por las características nutritivas de su carne representa una fuente alimentaria valiosa en las zonas urbanas y rurales del sur occidente Colombiano, donde esta actividad ha venido cobrando mayor importancia gracias al apoyo que algunas instituciones brindan a los productores cuyícola, lo que ha conducido a que los sistemas de crianza catalogados como tradicionales o familiares cada vez sean menos y se hayan venido tecnificando en menor escala logrando importantes avances en el mejoramiento genético, haciendo del cuy una especie eficiente en la conversión de alimentos, sumamente precoz.

Cabe destacar que la zona Andina carece de una apropiada disponibilidad de materias primas como fuente de proteína para la alimentación animal, es necesario la introducción de cultivos que suplan adecuadamente los requerimientos nutricionales, como el chocho que es una leguminosa que existente desde hace mas de 3000 años y sin lugar a dudas es una alternativa proteica para la elaboración de balanceados para el consumo animal; se cultiva en tierras altas de los Andes suramericanos, caracterizándose por su resistencia y adaptabilidad. El contenido de proteína es superior al de la soya, pues algunos investigadores como Salis<sup>1</sup> indican que contiene mas de 43% de proteínas, 25.5% de fibra, 13.5% de azucares además de un alto porcentaje de aceites y minerales.

Teniendo en cuenta que en la alimentación animal el aporte de proteína se convierte en el factor decisivo para lograr eficiencia en el rendimiento del animal, se hace necesario buscar otras materias primas proteicas vegetales no convencionales que mitiguen la dependencia marcada de los productores hacia insumos externos y costosos.

Según Carvajal y Vivas<sup>2</sup>, en esta producción, la alimentación representa aproximadamente el 70% de los costos totales y constituye la principal limitación para el productor. Por lo tanto se puede considerar que la harina de chocho puede emplearse en la alimentación de cuyes en la etapa de levante y engorde, ya que por su composición bromatológica puede sustituir la proteína aportada por la torta de soya sin presentar efectos negativos en la producción.

El presente trabajo evaluó los diferentes niveles de reemplazo de la proteína de la torta de soya por la proteína de harina de chocho (20, 40 y 60%) y su efecto en el comportamiento productivo en cuyes.

---

<sup>1</sup> SALIS, A. cultivos andinos alternativa popular. Cuzco: Centro de Estudios Rurales Andinos Bartolomé de las Casas CEDEP- AYLLU. Perú 2006. URL: [www.cadenacuy.pe/.../avanceseninvestigaciondecrianzadecuyes\\_2pdf](http://www.cadenacuy.pe/.../avanceseninvestigaciondecrianzadecuyes_2pdf)

<sup>2</sup> CARVAJAL, J. y VIVAS, N. Evaluación del reemplazo parcial del forraje *Axonopus* sp por Saccharina rústica en la alimentación del cuy (*Cavia porcellus*). En: Revista Cubana de Ciencias Agrícolas. Tomo 42, No. 3, 2008. <URL: [revistas.mes.edu.cu/cjas/repositorio/00347485/tomo.../file](http://revistas.mes.edu.cu/cjas/repositorio/00347485/tomo.../file)>

## 1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

En el Departamento de Nariño una de las actividades pecuarias predominantes es la crianza de cuyes, con alimentación basada en forrajes y/o algunos concentrados comerciales formulados a base de soya, que debido a su alto valor económico limitan el progreso de esta actividad. Diferentes países andinos han investigado nuevas alternativas que puedan reemplazarla con el fin de reducir la alta dependencia que éstas generan,<sup>3</sup> teniendo en cuenta que en una producción animal los gastos por alimentación representan aproximadamente el 70% dentro de los costos totales, es necesario buscar diferentes fuentes alternativas de buena calidad nutricional y de fácil manejo que puedan ser utilizadas en la dieta de los animales, ya sea como materia prima o como suplemento alimenticio, que conlleve a mejorar la producción y productividad de la empresa.<sup>4</sup>

Del mismo modo, es necesario tener en cuenta que la alimentación en temporadas de verano prolongado o excesivo invierno hace que se incremente los precios en el mercado de suplementos comerciales, esta situación ha afectado considerablemente los ingresos de los productores y por ende, la calidad de productos ofrecidos a clientes donde se observa también el incremento de precio.

Por otro lado, Nariño cuenta con diversidad topográfica y climática con especies de leguminosas adaptadas a estas condiciones, es así que *Lupinus mutabilis Sweet* se puede considerar una alternativa de alimentación de muy buena calidad nutricional, que ayudará a incrementar los parámetros productivos de la actividad pecuaria y cultural predominante en Nariño.<sup>5</sup> Cabe destacar, que nuestros suelos son prometedores para el cultivo del *Lupinus mutabilis Sweet*, por lo cual se hace necesario demostrarles a los campesinos la importancia de este cultivo, ya que de él se pueden obtener aceites, harinas y aislados de proteína para consumo humano y/o animal.

---

<sup>3</sup> ILC (International Lupin Conference). 2005. Feed & Food, Grain specifications and suppliers Documento Disponible en: URL: <http://www.lupins.org/feed/>>

<sup>4</sup>CARVAJAL, Op. Cit.p. 15

<sup>5</sup> GÁLVEZ, A. Experiencias de manejo silvopastoril y alimentación animal en sistemas alto andinos. En: Curso instrumentos y mecanismos para la gestión integral y sostenible de cuencas. Antioquia, Colombia: INWENT, CIPAV, ARPAS, CORNARE. 2005. p. 3

## 2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La Cuyicultura se ha incrementado en los últimos años, en el Departamento de Nariño<sup>6</sup>, producción que se lleva a cabo en pequeños, medianos y grandes planteles en los que su alimentación base la constituyen los forrajes y suplementos alimenticios que subsanan las limitantes nutricionales de los primeros; aumentando así la rentabilidad en la producción, motivo por el cual, los productores se ven abocados a utilizar los suplementos que se ofrecen en el mercado, los que a pesar de tener una composición adecuada, no siempre se ajustan a las necesidades de cada etapa fisiológica y mucho menos contemplan los aportes que hace el forraje al total de la dieta.

La preparación de suplementos en la granja se ha convertido en una buena alternativa, pero la disponibilidad y costo de materias primas constituyen un obstáculo difícil de superar. En este orden de ideas, la harina de chocho se presenta como una opción importante en la elaboración de dietas que pueden ser favorables en la producción cuyícola.

Lo anterior conduce a plantear la siguiente pregunta de investigación:

**¿Cuál es el efecto de la suplementación con harina de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) en el comportamiento productivo de cuyes (*Cavia Porcellus*) en las fases de levante y engorde?**

---

<sup>6</sup> RUBIO, C. y SANCHEZ, A. Evaluación de cubos multinutricionales en la etapa de gestación en cuyes (*Cavia porcellus*). Pasto, Colombia: 1992, p.1 Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias. Programa de Zootecnia.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el efecto de la suplementación con harina de choco (*Lupinus mutabilis Sweet*) en el comportamiento productivo de cuyes (*Cavia porcellus*) en las fases de levante y engorde

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar la composición bromatológica y nutricional del suplemento elaborado con harina de Chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*).
- Evaluar el rendimiento en canal, ganancia de peso, consumo de materia seca, conversión alimenticia y mortalidad de los animales alimentados con suplemento elaborado con harina de Chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*).
- Realizar un análisis parcial de costos de las dietas experimentales.

## 4. MARCO TEÓRICO

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

De acuerdo con Cabrera (1953), citado por Chauca:

El hábitat del cuy es muy extenso; Se han detectado numerosos grupos en Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, noroeste de Argentina y norte de Chile, distribuidos a lo largo del eje de 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 4500 metros sobre el nivel del mar, y ocupa regiones de la costa y la selva alta<sup>7</sup>.

**4.1.1 Clasificación zoológica.** Según Caycedo et al<sup>8</sup>, el cuy presenta la siguiente clasificación zoológica:

**Tabla 1. Clasificación zoológica**

Reino	Animal
Phylum	Chordata
Subphylum	Vertebrata
Clase	Mamífera
Subclase	Theria
Infraclase	Eutheria
Orden	Rodentia
Suborden	Histrichomorpha
Familia	Caviidae
Genero	<i>Cavia</i>
Especie	<i>Porcellus</i>

Fuente: Caycedo et al (2004).

Los mismos autores señalan que:

Todas las especies de este género son muy semejantes entre sí, en cuanto a la morfología externa y a los caracteres craneales, aunque éstos pueden variar con la edad. Los *cavia* son animales de piernas cortas, cuerpo ancho, cuello corto, dificultándose diferenciar la unión con el tronco, cabeza

<sup>7</sup> CHAUCA, L. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). Instituto Nacional de Investigación Agraria. Perú. 1997. URL: [http://www.fao.org/docrep/w6562s/w6562s\\_00.HTM](http://www.fao.org/docrep/w6562s/w6562s_00.HTM).

<sup>8</sup> CAYCEDO, A. et al. El cuy, historia, cultura y futuro regional. Ed. Colombia Grafica. Pasto Colombia, 2004. 139p.

redondeada, hocico estrecho y redondo, de ojos grandes y pronunciados, orejas redondas, largas y cortas con escasez de pelo en ellas, cuatro dedos en las extremidades anteriores, y tres en las posteriores, aunque esta característica es muy variable, presentándose hasta 5 ó 7 dedos<sup>9</sup>.

## 4.2 FISIOLÓGÍA DIGESTIVA DEL CUY

Chauca define:

El cuy es una especie herbívora monogástrica, tiene un estómago donde inicia su digestión enzimática y un ciego funcional donde se realiza la fermentación bacteriana; su mayor o menor actividad depende de la composición de la ración. Realiza cecotrofia para reutilizar el nitrógeno, lo que permite un buen comportamiento productivo con raciones de niveles bajos o medios de proteína<sup>10</sup>.

Reid (1948), citado por Chauca, menciona:

El cuy está clasificado según su anatomía gastrointestinal como fermentador postgástrico debido a los microorganismos que posee a nivel del ciego. El movimiento de la ingesta a través del estómago e intestino delgado es rápido, no demora más de dos horas en llegar la mayor parte de la ingesta al ciego, sin embargo el pasaje por el ciego es más lento pudiendo permanecer en él parcialmente por 48 horas<sup>11</sup>.

Chauca, además, afirma:

Se conoce que la celulosa en la dieta retarda los movimientos del contenido intestinal permitiendo una mayor eficiencia en la absorción de nutrientes, siendo en el intestino grueso donde se realiza la absorción de los ácidos grasos de cadenas cortas. La absorción de los otros nutrientes se realiza en el estómago e intestino delgado, incluyendo los ácidos grasos de cadenas largas<sup>12</sup>

---

<sup>9</sup> CAYCEDO, Op. Cit,p 19

<sup>10</sup> CHAUCA., Op. cit.19

<sup>11</sup> Ibid.,p.20

<sup>12</sup> Ibid.,p.20

### 4.3 NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

Caycedo *et al* mencionan:

La nutrición y alimentación son actividades fundamentales en la producción de cuyes, la cual exige, al igual que en otras especies domésticas, una planificación adecuada para garantizar una producción acorde al potencial genético de la especie.

Lo anterior implica el conocimiento de los hábitos alimenticios de los animales, su acción digestiva en la transformación de los alimentos, para lograr una mayor eficiencia en el aprovechamiento de los nutrientes y sus necesidades nutricionales para cada etapa fisiológica, lo que permitirá la elección de un sistema de alimentación con base en forrajes o materias primas que garanticen una composición química capaz de suplir los requerimientos de la especie<sup>13</sup>.

#### 4.3.1 Necesidades de agua. Chauca manifiesta que:

El agua está indudablemente entre los elementos más importantes que debe considerarse en la alimentación. El animal la obtiene, de acuerdo a su necesidad, de tres fuentes: una es el agua de bebida que se le proporciona a discreción 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.

La necesidad de agua de bebida en los cuyes está sujeta al tipo de alimentación que reciben. Si se suministra un forraje succulento en cantidades altas (más de 200 g) la necesidad de agua se cubre con la humedad del forraje, razón por la cual no es necesario suministrar agua de bebida. Si se suministra forraje restringido, 30 g/animal/día, requiere 85 ml de agua, siendo su requerimiento diario de 105 ml/kg de peso vivo<sup>14</sup>.

#### 4.3.2 Necesidades de proteína y aminoácidos. Caycedo manifiesta que:

Las proteínas y sus componentes, los aminoácidos, son nutrientes indispensables para el cuy desde la formación del producto de concepción como para lograr buenos pesos al nacimiento y destete, en su crecimiento y desarrollo, de igual manera para la producción de leche y alcanzar una buena fertilidad. Según los niveles de proteína en las distintas fases fisiológicas del

---

<sup>13</sup> CAYCEDO. Op. cit. p. 19

<sup>14</sup> CHAUCA., Op. cit.20

cuy, se ha logrado adecuado rendimiento con 17 % para crecimiento, 16 % para desarrollo y engorde, 18 % para hembras en gestación y lactancia, en raciones mixtas con forraje y suplemento concentrado<sup>15</sup>.

El mismo autor menciona:

Con base en una gran cantidad de dietas balanceadas, se ha determinado que el cuy responde bien a niveles de 0.68 % de lisina en crecimiento y 0.58 % para acabado; 0.43 % de metionina para crecimiento y 0.31 % para acabado. Las necesidades de triptófano están entre 0.16 y 0.20 % para crecimiento y acabado. Los anteriores requerimientos se suplen con forrajes, algunas gramíneas y leguminosas y con árboles forrajeros que superan el 18 % de proteína. De igual manera, se han venido utilizando materias primas de origen vegetal y animal, cuyos contenidos de proteína están entre 20 y 60 % para elaborar los suplementos<sup>16</sup>.

#### **4.3.3 Necesidades de carbohidratos y grasas.** El NRC (NATIONAL RESEARCH COUNCIL) reporta:

Los carbohidratos, lípidos y proteínas proveen de energía al animal. Los más disponibles son los carbohidratos, fibrosos y no fibrosos, contenidos en los alimentos de origen vegetal. El consumo de exceso de energía puede causar una deposición exagerada de grasa que en algunos casos puede perjudicar el desempeño reproductivo. El NRC indica un nivel de ED de 3000 kcal/kg en la dieta. Al evaluar raciones con diferente densidad energética, se encontró mejor respuesta en ganancia de peso y eficiencia alimenticia con las dietas de mayor densidad energética<sup>17</sup>.

Caycedo<sup>18</sup> asevera que los requerimientos de energía varían con la edad, actividad del animal, estado fisiológico, nivel de producción y temperatura ambiental.

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 Linoleico,

---

<sup>15</sup> CAYCEDO, A. Experiencias investigativas en la producción de cuyes (*Cavia porcellus*). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Pasto (Colombia).2000. p.97-98.

<sup>16</sup> Ibid.

<sup>17</sup> NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of laboratory animals. National Academy of Science. Washington. 1978, p.96. (NRC).

<sup>18</sup> CAYCEDO. Op. cit .20

que los cuyes no sintetizan, siendo fundamental el aporte de un 3 a 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>19</sup>.

#### **4.3.4. Necesidades de minerales y vitaminas.** Para Martínez:

La concentración de elementos minerales debe mantenerse dentro de estrechos 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 se vean afectados.

Los animales deben recibir en la ración una serie de elementos minerales, los macro elementos necesarios en cantidades muy superiores a los elementos traza, llamados así porque se necesitan en cantidades extremadamente pequeñas. Para los requerimientos minerales en cuyes, se mantiene una relación calcio fósforo de 2:1<sup>20</sup>.

Caicedo<sup>21</sup> sostiene que

La vitamina C no es sintetizada por el organismo del cuy debido a la deficiencia de la enzima gulonolactasa oxidasa. La carencia de esta vitamina produce pérdida del apetito, disminución del crecimiento y parálisis de los miembros posteriores, el cuy necesita 200 mg por kilogramo de alimento, constituyéndose los pastos verdes como fuentes importantes de vitamina C.

En la Tabla 2. Se indica los requerimientos de los cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de crecimiento y engorde.

---

<sup>19</sup> MARTINEZ, D. Requerimientos nutricionales del cuy. En: Primer Curso Internacional de Cuyicultura. Memorias del Primer Curso Internacional de Cuyicultura. Ibarra. ASOPRAN, 2006.

<sup>20</sup> Ibid.,p23

<sup>21</sup> Ibid.,p22

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

<b>Nutrientes</b>		<b>Unidades</b>
Proteína	%	14 – 18
Energía ED	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
Vitamina C	mg	200.00
Calcio	%	1.20
Fósforo	%	0.60
Magnesio	%	0.10
Cobre	mg/kg	600.00
Zinc	mg/kg	20.00
Yodo	mg	150.00

Fuente: NRC. 1995, Martínez, R.D 2005, Caycedo V. A. 2000

#### 4.4 GENERALIDADES DEL CHOCHO (*Lupinus mutabilis Sweet*)

Según León<sup>22</sup>, esta especie es de origen Andino, pues se conocen restos arqueológicos (semillas) en las tumbas de las costas del Perú y la planta aparece representada en figuras de cerámica como en los grandes vasos del periodo Tiahuanako. También señala que, la distribución de sus especies son extrañas, pues algunos son endémicos del noroeste de los Estados Unidos. Además existe multitud de híbridos, que contribuyen así a oscurecer el origen primitivo de este género.

Por otra parte Cerrate y Camarena<sup>23</sup>, consideran que el *Lupinus mutabilis Sweet* es originario de los Andes suramericanos, ya que la antigüedad de su utilización se remonta a épocas de la agricultura arcaica y aunque se aseguran que en un diseño de la cultura Tiahuanako se encuentra una posible representación del chocho, hasta el momento no se encuentran ancestros silvestres de esta especie.

El lupino (*Lupinus sp.*) es un cultivo importante en todo el mundo. El lupino de los Andes, Tarwi, Chocho, Altramuz o Soya andina (*Lupinus mutabilis Sweet*), originario de la zona andina de América del Sur, es el único tipo americano del género *Lupinus* domesticado y cultivado desde Colombia hasta el norte de Argentina, aunque en la actualidad solo es importante en Ecuador, Perú y Bolivia.

Recientemente, el interés ha aumentado en Europa debido a su alta calidad nutricional, como una valiosa fuente de proteínas y aceite, con un contenido de aceite de 14-24% y un contenido de proteína de 41-51%<sup>24</sup>.

Muñoz<sup>25</sup>, en estudios preliminares han encontrado como grandes ventajas de esta leguminosa, que no requiere fertilización ya que ella misma fija nitrógeno de la tierra y permite el enriquecimiento de la misma, incrementando también el contenido de fósforo y potasio. Necesita muy poca agua para desarrollarse y puede crecer en terrenos que se consideran inútiles para la agricultura. El sabor amargo del chocho permite el almacenaje por mucho tiempo, incluso

---

<sup>22</sup> LEÓN, J. Plantas alimenticias andinas. Instituto americano de ciencias agrícolas, Lima, Perú. 1984. P. 93-95.

<sup>23</sup> CERRATE, A. y CAMARENA, M. Agronomía, mejoramiento genético, semillas e informe de avances de investigación del "tarwi" (*Lupinus mutabilis Sweet*), en la U.N.A. la Molina, Lima, Perú, Universidad Nacional de la Agraria Molina, 1981.

<sup>24</sup> GLENCROSS, B. 2001. Feeding lupins to fish: A review of the nutritional and biological value of lupins in aquaculture feeds. Department of Fisheries, Government of Western Australia (DFWA). 2001.p 117.

<sup>25</sup> MUÑOZ, R. Centro de investigación de Tarwi.2007. p3

por años sin temor a que pueda ser consumido por polillas, como ocurre con otros granos.

**4.4.1. Aspectos agronómicos.** *Lupinus mutabilis* es una leguminosa nativa de los andes altos que se cultiva entre 2500 y 4000 m.s.n.m. en pequeñas parcelas con un máximo de media hectárea.

Lescano<sup>26</sup> afirma:

El chocho es una especie generalmente anual, de crecimiento erecto y que puede alcanzar desde 0.8 m hasta dos metros en las plantas más altas. La raíz, que como en toda planta desempeña un rol de sostén y de conducción de la savia desde el suelo hasta los demás órganos, se caracteriza por ser de bastante grosor y pivotante. El aspecto más resaltante es la presencia en las raíces de un gran número de nódulos, pesando unos 50 g por planta, con bacterias *Rhizobium*, que pueden fijar nitrógeno del aire y que aportan entre 40 y 80 kg/ha de nitrógeno.

En la mayoría de variedades hay un tallo único de forma cilíndrica, a veces ligeramente aplanada. Existe una alta variación en cuanto a la estructura de la planta, sea con un tallo principal prominente, o no, así como desde un tallo casi sin ramificación a uno con pocas ramas secundarias o con mucha ramificación. Su alto contenido de fibra y celulosa hace que se lo emplee como material de combustión.<sup>27</sup>

La semilla está conformada por dos cotiledones y una radícula embrionaria equivalente a 88.97% del peso total. Estos son de color amarillo oscuro debido al contenido de grasas y carotenoides. Su espesor, promedio, es de 2.405 mm. El 11.03 % de la semilla está compuesta por un tegumento blanco de textura plástica y resistente. Las exigencias en cuanto a suelo son reducidas con sus características de coleccionador de nitrógeno y liberador de fosfatos que favorece cultivos subsiguientes. El requisito básico para el cultivo es un suelo con buen drenaje y no muy ácido con pH que oscila entre 5 y 7.<sup>28</sup>

---

<sup>26</sup> LESCANO J, ZÚÑIGA E, VALDIVIA R. 1991. Obtención de líneas precoces de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet). In: Actas, 7. Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos, La Paz, Bolivia. IBTA-ORSTOM-CIID, 4-8 February 1991. pp. 173-177.

<sup>27</sup> SIAVICHAY, G. Evaluación agronómica de quince eco tipos de chocho (*Lupinus mutabilis* sweet) y aspectos relacionados con mejoramiento genético. Tesis de Ing. Agronómica. Escuela politécnica del Chimborazo. URL: <http://www.esepoch.edu.ec/index.php?action=servicios&id=3>

<sup>28</sup> ORTEGA, E, RODRIGUEZ, A. ZAMORA, A. caracterización de la semilla de lupino (*Lupinus mutabilis*) sembrado en los andes de Colombia. Disponible en internet [15 abril 2010]. [www.revista.unal.edu.co/index.php/acta\\_agronomica/article/.../14955](http://www.revista.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/.../14955)

La mejor densidad de siembra se obtiene con una distancia entre surcos de 80 cm, 80 unidades de semilla por surco de 6m, lo que viene a ser un equivalente a 80 Kg de semilla por hectárea.

**4.4.2. Clasificación taxonómica.** Según Ávila<sup>29</sup> la clasificación taxonómica de esta especie es la siguiente:

**Tabla 3: Clasificación botánica del chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*)**

Reino	Plantae
División	<i>Magnoliophyta</i> (plantas florecientes)
Clase	<i>Magnoliopsida</i> (plantas dicotiledóneas)
Orden	Fabales
Suborden	Leguminosinae
Familia	Fabaceae
Subfamilia	Faboideae
Género	Lupinus
Subgénero	Eulupinus
Especie	Lupinus mutabilis Sweet
Subespecie	Lupinus mutabilis tarwi

Fuente: Ávila G. 1979.

<sup>29</sup> ÁVILA, G. 1979. Mejoramiento genético integral del tarwi. En: segunda reunión nacional sobre tarwi. Pairumani. Cochabamba, Bolivia.

## 4.5 COMPOSICIÓN QUÍMICA

El Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá<sup>30</sup> considera que los *Lupinus* en general se caracterizan por ser poseedores de un gran contenido de nutrientes entre los que se relacionan principalmente las proteínas donde su contenido es incluso superior al de la soya y frijol, y las grasas, siendo las primeras ricas en todos los aminoácidos a excepción de los azufrados. A continuación se demuestra la composición química de la semilla de *Lupinus mutabilis Sweet*, soya y frijol (g/100g).

**Tabla 4: Composición química de la semilla de chocho, soya y frijol**

		<b>chocho</b>	<b>soya</b>	<b>Frijol</b>
Proteína	%	44.3	33.4	22.0
Grasa	%	16.5	16.4	1.6
Carbohidrato	%	28.2	35.5	60.8
Fibra	%	7.1	5.7	4.3
Ceniza	%	3.3	5.5	3.6
Humedad	%	7.7	9.2	12.0

Fuente: INCAP, 1995. Tabla de composición de alimentos para uso en América Latina

**4.5.1. Proteína.** Gross<sup>31</sup>, señala que el contenido de proteínas de todos los subproductos de *Lupinus* supera el 50%, e incluso granos de líneas semidulces alcanzan casi el 50% de proteína, lo que revela un porcentaje evidentemente mas elevado que el de la soya.

La digestibilidad de la proteína de chocho es bastante alta. En el siguiente cuadro se muestran los resultados de los ensayos realizados In vitro por Téllez<sup>32</sup>.

<sup>30</sup> INCAP. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá. URL: <http://www.incap.org.gt/incap/>

<sup>31</sup> Ibid., p.23

<sup>32</sup> TÉLLEZ, J. 1995. Influencia del tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) en la producción de cuyes (*Cavia porcellus*). Tesis. Ingeniero agrónomo. Sucre, Bolivia. Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca. Facultad de Ciencias Agrícolas, pecuarias y forestales. Departamento de zootecnia. 85p.

**Tabla 5: Digestibilidad del chocho procesado y sin procesar**

Insumo	Digestibilidad %
Tarwi crudo semidulce	80.0
Tarwi desamargado con agua	81.2
Torta de tarwi desamargado con alcohol	80.8
Tarwi, aislado de proteína	86.3
Caseína	87.1

Fuente: FAO (1988), citado por Téllez, 1995.

La utilización de *Lupinus* como componente proteico de la dieta, ha sido más estudiado en la alimentación de no rumiantes, debido posiblemente al gran costo económico que representa la proteína en los monogástricos. También puede haber diferencias entre los valores de composición por variabilidad genética y a la influencia ambiental, sin embargo siguen siendo sus nutrientes un atractivo económico potencial.<sup>33</sup>

**4.5.2. Aceite.** Castañeda<sup>34</sup> afirma que la semilla de chocho tiene un contenido de aceite que varía de 17.7 a 21.3% y que por este valor energético debe ser considerado como una importante fuente de calorías. Los mismos autores señalan que la composición del aceite de semilla de chocho es similar a la del aceite de maní, siendo el contenido de ácido Linoleico mayor, y el del ácido Linolénico menor; acercándose bastante a las exigencias de la industria de procesamiento. Además se indica que la proporción mayor al 35% de ácido Linoleico presente en este aceite es muy importante desde el punto de vista fisiológico-nutricional.

Por otro lado Mujica y Jacobsen<sup>35</sup> encontraron en un estudio de comparación del *Lupinus mutabilis* Sweet con otras leguminosas silvestres, la importancia que radica en la elevada cantidad de aceite que contienen sus semillas, por ello es considerada como la soya de los Andes. A continuación en el cuadro 4, se muestra los resultados obtenidos, confirmando así el alto contenido de ácidos grasos en esta materia prima.

<sup>33</sup> CERRATE, A. y CAMARENA, M Op. Cit., p.23

<sup>34</sup> CASTAÑEDA, B. Probiótico elaborado en base a las semillas de *Lupinus mutabilis* Sweet (Chocho o tarwi). Acta médica Peruana. V. 25 n4. Lima. 2008.

<sup>35</sup> MUJICA, A. y JACOBSEN, S. El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y sus parientes silvestres. Botánica económica de los andes centrales. Universidad Nacional del altiplano, Puno, Perú. 2006: 458-482.

**Tabla 6: composición de ácidos grasos del chocho (% de ácidos grasos totales)**

<b>ACIDOS</b>	<b>%</b>
Oleico (Omega 9)	40.4
Linoleico (Omega 6)	37.1
Linolénico (Omega 3)	2.9
Palmítico	13.14
Palmitoleico	0.2
Esteárico	5.7
Mirístico	0.6
Araquídico	0.2
Behénico	0.2
Erúcico	0.0
Cocientepolisat/Satur	2.0

Fuente: Jacobsen y Mujica<sup>36</sup> 2006

**4.5.3. Minerales y vitaminas.** El contenido de sustancias minerales en el grano de (*Lupinus mutabilis Sweet*) se asemeja al de otras semillas leguminosas. Únicamente el contenido de fósforo y magnesio es más elevado. La semilla de lupinus representa en total una valiosa fuente de magnesio, fósforo y potasio para el hombre y los animales.

Gross citado por Rodríguez (2005), menciona que las vitaminas que contiene el chocho presentan valores muy semejantes a las de otras leguminosas. Siendo el contenido como sigue: B-carotina 0.09 mg/100, Tiamina 0.051, Riboflavina 0.42 y Niacina 4.10, considerados adecuados para la alimentación animal<sup>37</sup>

**4.5.4. Carbohidratos.** Los carbohidratos del chocho se componen principalmente de pentosanos, azúcares solubles y pectinas.

Macrae y Zand<sup>38</sup> llamaron la atención sobre el bajo contenido de sacarosa y de almidón; mientras la proporción de oligosacáridos que no son aprovechados por el hombre es relativamente alta. Sobre todo la rafinosa y la verbascosa no son atacadas por las enzimas del hombre sino que son descompuestas en el intestino grueso por las bacterias, lo que puede provocar flatulencias.

<sup>36</sup> MUJICA y JACOBSEN, Op. Cit.28

<sup>37</sup> RODRÍGUEZ, A. Composition and functional properties of *Lupinus campestris* protein isolates. *Plant food for human nutrition*, 60, 99-107.1995.disponible en internet. [abril 25 2010] URL:<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16187011>>

<sup>38</sup> MACRAE, R. y ZAND, A. The determination of component oligosaccharides of lupine seed by high pressure liquid chromatography. *I. Sci. Food. AGRIC.* 29: 1093-1094, USA. 1988.

## 4.6 FACTORES TÓXICOS

Como en todas las semillas leguminosas, también en el grano de chocho se hallan algunas sustancias antinutritivas, que limitan el uso directo de grano crudo en alimentación humana y animal.

Hatzold, et al (1980)<sup>39</sup>, señalan que el mayor obstáculo para el amplio uso del tarwi en la alimentación animal ha sido su alto contenido de alcaloides tóxicos que le dan un sabor extremadamente amargo a la semilla, razón por la cual es necesario un proceso de desamargado.

**4.6.1. Sustancias antinutritivas.** Rodríguez:<sup>40</sup>, la mayoría de los vegetales posee metabolitos secundarios aunque en baja proporción; entre estos se encuentran:

- Inhibidores de proteasas, que tienen la propiedad de inhibir la actividad proteolítica de ciertas enzimas.
- Hemaglutininas, que son proteínas que coagulan o aglutinan los glóbulos rojos y reaccionan como una especie de anticuerpo. Los resultados de pruebas hechas con chocho, los niveles de eritrocitos son más bajos que para la soya y los frijoles. Se sostiene además que si la semilla cruda de chocho presenta actividad inhibitoria de proteasas, entonces es mínima.
- Glucósidos cianogénéticos, que liberan ácido cianhídrico por acción enzimática, sin embargo su concentración en el chocho no tiene importancia desde el punto de vista toxicológico.
- Alcaloides, que constituyen el principal obstáculo para la utilización directa ya que su alto contenido determinan que los granos sean tóxicos y amargos. El contenido de alcaloides en el grano fluctúa de 0.02 a 4.45% y, para variedades dulces el contenido máximo de alcaloides es de 0.04% en el grano. Los alcaloides del grupo quinolizidina han limitado la utilización de esta planta para el consumo animal y humano; en ensayos realizados en cuyes se ha demostrado que la lupanina es el alcaloide más tóxico, y que la toxicidad disminuye en forma progresiva en la secuencia de esparteína, lupanina e hidroxilupanina.

---

<sup>39</sup> HATZOLD, GONZALES, GROSS y ELMADFA. Possibilities of lupin embittering though extraction with different solvents. First International Lupine Workshop, National Institutes of Health, Lima, Perú. 1980.

<sup>40</sup> RODRIGUEZ, A. Evaluación "in vitro" de la actividad antimicrobiana de los alcaloides del agua de cocción del proceso de desamargado del chocho (*Lupinus mutabilis sweet*). Tesis de grado. Bioquímico Farmacéutico. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 2009. p19

“Se ha señalado que las toxinas presentes en los alcaloides del chocho actúan como veneno en el sistema nervioso, ocasionando en el humano náuseas, midriasis, parálisis del sistema respiratorio, trastornos de la vista, del sentido de equilibrio, estado de debilidad progresiva hasta coma”. Schmidlin y Meszaros<sup>41</sup>.

**4.6.2. Desamargado del grano.** Gross (1977)<sup>42</sup> menciona que los métodos más conocidos para el desamargado del (*Lupinus mutabilis sweet*) son: extracción mediante agua, extracción por medio de alcohol y gasificación con óxido de etileno.

- Extracción mediante agua: se remonta a la época precolombina y se adapta bien a las condiciones rurales por facilidad y economía, en cuanto a eliminación de alcaloides es el único que se acerca al límite del 0.02% como seguro para el consumo. La desventaja de este sistema, es que las aguas con alcaloides pueden ser vertidos a las fuentes de agua ocasionando contaminación; pero, puede ser solucionado en parte, utilizando el concentrado de alcaloides para el baño sanitario del ganado.
- Extracción mediante alcohol: se realiza mediante el tratamiento de la semilla con óxido de etileno seguido de la extracción del aceite con hexano; o, extracción conjunta de aceite y alcaloides con alcohol de alto grado.
- Extracción mediante gasificación con óxido de etileno: se desarrolla un procedimiento del lavado de la semilla de (*Lupinus mutabilis Sweet*) en agua caliente acidificada eliminando sabores negativos de la semilla por el contenido de alcaloides.

Juárez y Mora<sup>43</sup>, afirman que en todos los tratamientos de detoxificación probados, la proporción de proteína aumenta con respecto a la proporción original, mientras que el efecto contrario se observa en cenizas y ELN. Este comportamiento se explica en función de la pérdida de materia soluble durante

---

<sup>41</sup> SCHMIDLIN- MESZAROS, J. Eine nahrungsmittlevergiftung mit Lupinen bohnen. Mitt. Aus dem gebiete der Lebensmittelunters. Umbers. Hyg. 64: 194-205. 1973. Disponible en internet URL: <http://jn.nutrition.org/content/112/1/70.full.pdf> [April 25 2010]

<sup>42</sup> *Ibíd.* p.31

<sup>43</sup> JUÁREZ, C y MORA, F. Destoxificación comparativa de tres especies de *Lupinus silvestres* y de *Lupinus mutabilis* cultivada en México. Tesis de química, México, Universidad Nacional de México, facultad de química. 1990.

<sup>42</sup> BERNAL, E. Algunas características agronómicas de los raigrases. Revista Semillas, Bogotá. Acribia. 1984. p 28-32.

el remojo, cambio o flujo continuo de agua previo a la cocción, existe un remojo que libera proteínas solubles sin desnaturalizar por efecto del calentamiento.

#### **4.6.3. Utilización del chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) en la alimentación animal.**

Rivera y Vela <sup>44</sup> evaluaron la utilización de tres niveles (5 -10- 15 %) de la harina de tarwi desamargadas sobre la ganancia de peso, el consumo y la conversión alimenticia en pollos de engorde. Encontrándose diferencias entre las variables estudiadas. La ganancia de peso fue de 1.86, 1.35, 1.54 kg. para los tratamientos: 5%, 10% 15% respectivamente. Los promedios para consumo de alimento fueron; 3.18, 3.75, 3.18 kg., respectivamente y 2.34, 2.20, 2.01 para la conversión alimenticia.

Así mismo, Villareal<sup>45</sup>, *et al*:

Realizaron un estudio sobre la utilización de la torta de tarwi amarga y desamargada en el acabado de pollos de engorde. Los resultados indicaron que conforme el *lupinus mutabilis* en la dieta aumentaba, el consumo de alimento también aumentaba. Encontrando diferencias entre los tratamientos

Glencross<sup>46</sup>, en una evaluación de lupino como alternativa de proteína en dietas para trucha Arco iris (*O. mykiss*), con inclusión de esta harina vegetal, en un porcentaje de 50%, concluye que el crecimiento experimentado por los peces es satisfactorio, afirmando nuevamente la potencialidad que presenta el lupino como reemplazante proteico en dietas para peces.

---

<sup>44</sup> RIVERA, M. VELA, G. utilización de harina de tarwi desamargada en la alimentación de pollos de engorde. Tesis. Universidad de Nariño. 1986.

<sup>45</sup> Op cit 44

<sup>46</sup> Glencross B, Curnow W, Hawkins G, Kissil, W.M., Peterson D., 2003. Evaluation of the feed value of transgenic strain of the narrow leaf lupin (*Lupinus angustifolius*) in the diet of the marine fish, *Pagrus auratus*. *Aquaculture Nutrition* 9, 1-10.

## 4.7 GENERALIDADES DE LA TORTA DE SOYA

De acuerdo con Church:

Es la fuente proteica mas importante de concentrados de origen vegetal proveniente de la semilla de soya, después de extraer el aceite (15-21%). la harina de esta semilla oleaginosa posee niveles elevados de proteína cruda, sobrepasando el 40%. Se encuentra presente un porcentaje muy elevado de nitrógeno como proteína verdadera (+/- 95%), la cual es sumamente digestible y tiene un valor biológico bueno, en lo que respecta a contenido energético y un alto valor en lisina, aunque tiene valores bajos de cistina y metionina. El contenido de calcio es bajo pero el de fosforo alto, pero este esta presente como fósforo fitico, donde las especies no rumiantes no la utilizan bien.<sup>47</sup>

Para el 2010 el Centro de estudios regionales cafeteros y empresariales CRECE<sup>48</sup>. Pronostica que la demanda mundial por alimentos para los próximos años crecerá de manera dinámica de tal manera que parte de la producción de soya en la altillanura Colombiana podría destinarse directamente a los mercados internacionales o indirectamente a través de las exportaciones de carne.

Según NTC3682<sup>49</sup> en Colombia la torta de soya es una de las principales materias primas con mínimo de 44% proteína necesarias para la producción de carne en cualquier especie pecuaria y dado que el consumo per cápita en Colombia de estos alimentos está muy por debajo de su potencial, en la medida que se logren producir estas materias primas a precios competitivos, se podría incentivar la producción de estas carnes a precios también competitivos estimulando el consumo interno.

En este caso la productividad de Colombia está por debajo de la de Estados Unidos y Brasil principales productores de esta oleaginosa en alrededor de un 30%, pero supera la de India y China.

Según el programa de desarrollo regional

---

<sup>47</sup> CHURCH, C. fundamento de nutrición y alimentación en animales. México: limusa, 1990.440p.

<sup>48</sup> CRECE. Centro de estudios regionales cafeteros y empresariales. "estudio sobre la competitividad de maíz y soya en la altillanura colombiana". Informe final. Bogotá 2010.

<sup>49</sup> NTC. Norma técnica Colombina alimento para animales/ torta de soya3682.Bogota 2006.

“una variable estructural es el costo de transporte a puntos fronterizos o puertos de salida, donde la soya es 50% mas cara con respecto a los países vecinos y esto se suma al costo de producción que es determinante en la comercialización de los productos agrícolas”<sup>50</sup>.

#### 4.8 GENERALIDADES DEL PASTO AUBADE (*Lolium sp*).

A continuación en el cuadro 5 se observan algunos valores químicos del pasto Aubade encontrados por Coral y Reyes (1997).

**Tabla 7. Análisis químico proximal del pasto Aubade (*Lolium sp*)**

Porcentaje en MS	
PC	14.5
EE	2.89
Cen	11.24
FC	25.01
ELN	46.36
Energía Kcal/100g	292.5
Ca	0.17
P	0.21

Fuente: Coral y Reyes<sup>51</sup>

Según Bernal<sup>52</sup>, los raigrases crecen bien en alturas comprendidas entre los 2.000 y 3.000 metros sobre el nivel del mar, requiere suelos de fertilidad alta y media con pH entre 5,5 y 7, de textura franca aunque tolera suelos pesados. Este tipo de pastos son exigentes en humedad, responden bien en zonas donde la precipitación promedio es de 1.000 mm al año o donde se garantice un suministro adecuado de agua en épocas de verano y son resistentes a la heladas.

<sup>50</sup> Programa de desarrollo regional/cultivo de la soya. Disponible URL: [http:// www.oas.org/dsd/publication/unit/oea17s/ch30.htm](http://www.oas.org/dsd/publication/unit/oea17s/ch30.htm) [mayo 2011]

<sup>51</sup> CORAL, J. y REYES, A. Evaluación de los rendimientos productivos en cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con forraje confrey (*Symphytum peregrinum*) y pasto Aubade (*Lolium sp.*). Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar al título de Zootecnista. Universidad de Nariño. Pasto. 1997. p. 17-18.

Además, Silva<sup>53</sup> afirma que este pasto se adapta a temperaturas comprendidas entre los 15 y 18°C. Argelles<sup>54</sup> manifiesta que bajo condiciones de fertilización y riego oportuno durante el verano, produce entre los 18 21 Ton/Ha/año de forraje seco, cosechando el forraje con intervalos de 5 semanas. Esta producción, en términos de forraje verde, es en promedio de 110 a 130 toneladas al año, realizando 10 cortes, y corresponden a la producción total bruta sin descontar las pérdidas estimadas en 40%, originadas por manejo del pasto en pastoreo.

Caycedo, A y Egas, L<sup>55</sup> sostienen que los pastos más utilizados en clima frío son los raigrases inglés e italiano, los tetraploides Aubade, tetralite y tetrablend, gramíneas de altos contenidos de proteína (18-20%), vitaminas y minerales, caracterizados por su alto grado de humedad y relativamente baja en fibra. Son pastos que el cuy los consume con gran avidez, llegando hasta 500 g/animal/día sin suplementación.

---

<sup>53</sup> SILVA. J. Establecimiento y manejo de praderas de clima frío. Pasto. Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). 1992. p 20.

<sup>54</sup> ARGELLES. G. La conservación de los forrajes en la empresa ganadera. Contribución del proyecto especies forrajeras de la División de Proyectos Especiales de la Investigación Pecuaria del ICA, Banco Ganadero. Colombia. 1992. p 65-73.

<sup>55</sup> CAYCEDO. A y EGAS, L. Aspectos técnicos e investigación en la explotación de cuyes (*Cavia porcellus*). Universidad de Nariño. Pasto. 1993. p 110.

## **5. DISEÑO METODOLÓGICO**

### **5.1 LOCALIZACIÓN**

Esta investigación se llevó a cabo en la Granja Experimental de Botana, propiedad de la Universidad de Nariño, ubicada en el corregimiento de Catambuco, vereda Botana, a 7 Km de la ciudad San Juan de Pasto, Departamento de Nariño, a una altura de 2820 msnm con una temperatura que varía de 12.4°C a 16°C y precipitación media anual de 694 mm, corresponde a una formación bosque seco montano bajo (bs-MB), está ubicada a 1°0.3'4.0"N y 77°44'57.5"<sup>56</sup>.

### **5.2 ANIMALES**

Se utilizaron 60 cuyes machos mejorados destetos, de 15 días de edad, con pesos entre 200 y 300g, debidamente identificados, pertenecientes al Plantel Cuyícola de la Granja experimental Botana.

Los animales se sometieron a un periodo de acostumbramiento a las dietas de los diferentes tratamientos por 15 días. Una vez determinado el peso inicial de los cuyes, fueron distribuidos al azar en las diferentes réplicas de cada tratamiento. Se realizaron los pesajes semanalmente hasta finalizar el experimento.

### **5.3 INSTALACIONES Y EQUIPOS**

Se utilizó una sección de la unidad productora de cuyes de la Granja donde se llevó a cabo el estudio. Los animales se alojaron en jaulas de malla de 2mx0.8m, de un piso, divididas en la parte central por malla, con comederos tipo canoa a cada lado de las jaulas y comedero central para poder suministrar el forraje base de las dietas. Se utilizó una balanza digital con capacidad de 10 Kg. para pesar los animales, una balanza de reloj con capacidad de 5 Kg para las dietas suministradas y una bomba de fumigar para realizar las tareas de desinfección del galpón y de las jaulas.

---

<sup>56</sup> IDEAM. Instituto de Hidrología, Meteorología y estudios ambientales. [Disponible en internet].<URL:<http://institucional.ideam.gov.co/jsp/loader.jsf?IServicio=Publicaciones&ITipo=publicaciones&IFuncion=loadContenidoPublicacion&id=257>>

## 5.4 SANIDAD

El plan sanitario que se llevó a cabo fue el siguiente:

### **Limpieza galpón:**

- Lavado y desinfección de jaulas, una vez al inicio del periodo de evaluación con etilenoxil etanol-yodo 2.5%.
- Ubicación de pediluvios en la entrada del galpón, con etilenoxil etanol-yodo 2.5%.
- Fumigación para el control de insectos, una vez a la semana, así mismo un control de roedores.

### **Sanidad de los animales:**

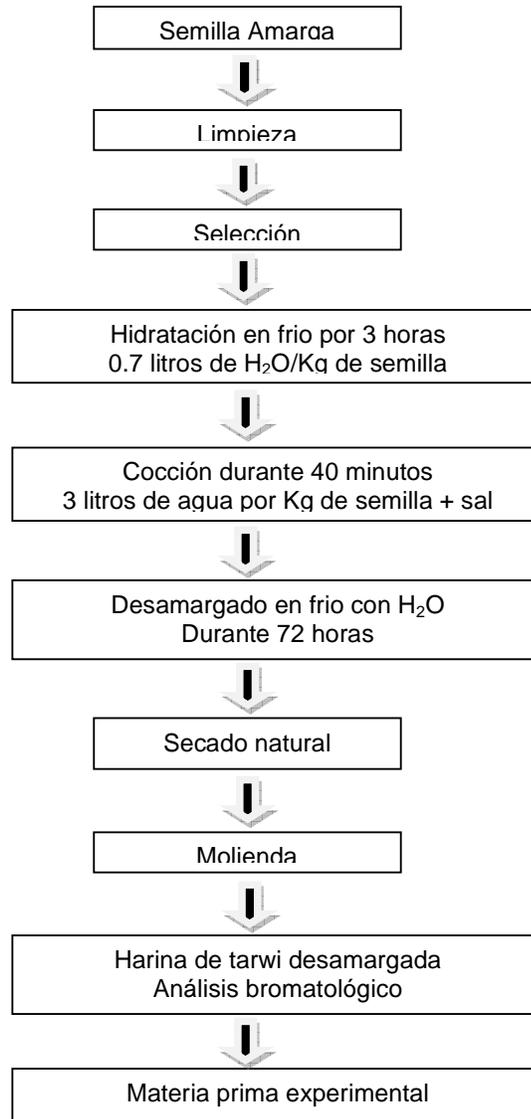
- A los animales, dentro del manejo normal del galpón, se les realizó una desparasitación con ivermectina, 0,2 ml vía cutánea, junto con un suministro de vitaminas complejo B oral a los 15 días de edad.
- A los animales que presentaron ataque por hongos, se les realizó tratamiento con antimicótico clotrimazol, solo en la jaula en la que se observó esta eventualidad.

**5.4.1 Obtención de la materia prima.** El grano se compró a pequeños productores que se encuentran en Tulcán, capital de la provincia del Carchi en el Ecuador. La harina de lupino se obtuvo a partir del grano desamargado en agua que comprende un proceso de hidratación, cocción y lavado donde se controló la asepsia y la temperatura como puntos críticos de control<sup>57</sup>, como se indica en el siguiente diagrama de flujo:

---

<sup>57</sup> Palacios, C., Chávez, M.C. Olvera-Novoa, M.A., Abdo de la Parra, M.I. (1996) Fuentes alternativas de proteínas vegetales como sustitutos de la harina de pescado para la alimentación en acuicultura. Avances en Nutrición Acuícola III pp. 279-361

**Figura 1. Diagrama de flujo para la elaboración de la harina de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*)**



Fuente: Villareal y Pantoja 1986<sup>58</sup>

<sup>58</sup> VILLAREAL, E. y PANTOJA, J. Utilización de la torta de tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) amarga y desamargada en el acabado de pollos de engorde. Tesis zootecnia. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de Zootecnia, 1986. 60p.

## 5.5 ALIMENTACIÓN

Los animales se sometieron a un periodo de acostumbramiento a las dietas de 15 días, tiempo en el cual se realizó un cambio gradual de la dieta habitual.

Durante este ensayo se utilizó como base forrajera Aubade (*Lolium sp*) y suplemento concentrado elaborado con materias primas convencionales como se indica en la tabla 3 a excepción de los tratamientos T1,T2,T3 en las cuales se reemplazo parte de la torta de soya por harina de chocho iniciando con 8g hasta llegar 40g diarios en todos los tratamientos.

**Tabla 8. Cantidad de materias primas utilizadas en la elaboración de suplemento en relación a 100%**

<b>Ingredientes</b>	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>% reemplazo</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>40</b>	<b>60</b>
Harina de chocho	0	3.6	7.2	12
Torta de soya	18	14.4	10.8	8
Maíz	18	18	18	18
Salvado de trigo	25	25	25	25
Mogolla de trigo	22	22	22	22
Melaza	10	10	10	10
Aceite vegetal	0.5	0.5	0.5	0.5
Premezcla	1	1	1	1
Sal común	1.5	1.5	1.5	1.5
Carbonato de calcio	2	2	2	2
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Proteína	18.5	18.8	18.8	18.9
Energía	3.071	3.078	3.079	3.081
Fibra	8.1	7.9	7.8	7.9

El pasto Aubade se cortó en horas de la mañana y transportó hasta el galpón, donde se suministró fresco. Las cantidades de forraje a suministrar se calcularon dependiendo del incremento de peso y edad de los animales. Para determinar nivel de consumo de forraje se realizó el pesaje del alimento ofrecido y rechazado y así determinar el consumo efectivo de alimento.

**5.5.1 Tratamientos.** Las dietas de los tratamientos evaluados se constituyeron así:

T0 = forraje verde + suplemento elaborado con Torta de soya (*Glycine max*)

T1 = forraje verde + reemplazo del 20% de la fuente proteica de la soya (*Glycine max*) por harina de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) en suplemento elaborado

T2 = forraje verde + reemplazo del 40% de soya (*Glycine max*) por harina de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) como fuente proteica en suplemento elaborado

T3 = forraje verde + reemplazo del 60% de soya (*Glycine max*) por harina de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) como fuente proteica en suplemento elaborado

## **5.6 SACRIFICIO DE LOS ANIMALES**

Se tomaron tres unidades experimentales al azar por tratamiento, se los pesó e identificó, al momento de realizar el sacrificio se procedió a insensibilizar el animal, sujetándolo por las extremidades posteriores y halándolo por la cabeza hacia abajo para generar una desarticulación de las vértebras cervicales, luego se desangró los animales por medio de un corte en la vena yugular.

Posteriormente se efectuó el escaldado y depilado de forma manual (Figura 5), para esto se sumergió el animal suavemente en agua con T° de 70-75°C, seguido a esto se extrajo las vísceras rojas y blancas, por último se efectuó un lavado con agua potable. Durante todo este proceso, se realizó pesajes de los residuos generados en cada etapa, sangre, pelo y vísceras, para así determinar el rendimiento en canal.

## 5.7 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Para llevar a cabo el análisis estadístico, se utilizó un diseño completamente al azar (DCA). Los animales se distribuyeron en 4 tratamientos, cada uno con 5 réplicas y 3 unidades experimentales por réplica, para un total de 60 animales utilizados para las dos fases.

Para el análisis estadístico se usó el siguiente modelo lineal:

$Y_{ij} = u + T_j + E_{ij}$ , donde:

Donde

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

$u$  = Media general del experimento

$T_j$  = Efecto del tratamiento

$E_{ij}$  = Variación debida a factores no controlados, es decir, el error experimental para un número igual de réplicas.

Para la determinación del mejor tratamiento se aplicó la prueba de Fisher.

Se utilizó el paquete estadístico statgraphics para determinar la incidencia estadística de las dietas dentro de los tratamientos.

## 5.8. VARIABLES EVALUADAS

**5.8.1 Consumo de alimento.** Se obtuvo por la diferencia entre la cantidad de alimento ofrecido y rechazado en los diferentes periodos, tanto del forraje como del suplemento.

**5.8.2 Incremento de peso.** Los animales se pesaron al inicio de la etapa experimental y después semanalmente hasta el final del experimento. El incremento de peso se obtuvo por diferencia del peso final del experimento y el peso inicial en cada etapa.

**5.8.3 Conversión alimenticia.** Se calculó mediante la relación del consumo de materia seca y el incremento de peso, mediante la siguiente fórmula:

$$C.A = \frac{\text{Consumo de materia seca}}{\text{Incremento de peso}}$$

**5.8.4 Rendimiento en canal:** Para determinar el rendimiento en canal, inicialmente se pesó el animal en vivo, una vez sacrificado se realizó la separación de la sangre, vísceras rojas, vísceras blancas y pelo, los cuales se pesaron de forma independiente. El rendimiento en canal se calculó por diferencia entre el peso vivo y el peso de las partes separadas del animal.

$$RC = \frac{\text{Peso vivo (sangre + vísceras rojas + vísceras blancas + pelo)}}{\text{Peso vivo}} \times 100$$

**5.8.5 Mortalidad:** Se determinó relacionando el número inicial y final de animales en cada uno de los tratamientos, expresado en porcentaje.

**5.8.6 Análisis parcial de costos:** Para determinar la relación costo – beneficio del proyecto, se tuvo en cuenta los siguientes aspectos económicos:

- Costos fijos: animales y mano de obra.
- Costos Variables: alimentación, medicamentos e insumos.

Teniendo en cuenta lo anterior, se determinó el costo total de producción y la rentabilidad.

$$\text{Costo total} = \text{Costos fijos} + \text{Costos variables}$$

$$\% \text{ de rentabilidad} = \frac{\text{Ingreso neto}}{\text{Costo total}} \times 100$$

## 6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 6.1 ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DEL FORRAJE AUBADE Y LA HARINA DE CHOCHO

En la tabla 9 se aprecia la composición nutricional del forraje Aubade, la harina de *Lupinus mutabilis sweet* y torta de soya utilizada en los tratamientos 0, 1, 2 y 3.

**Tabla 9. Composición nutricional del pasto Aubade, harina de *Lupinus mutabilis sweet* y torta de soya**

Parámetro	Unidad de medida	Aubade	Harina de chocho	Torta de soya
MS	%	16.3	90	91
PC	%	14.5	48	45
EE	%	2.61	25.20	2
CEN	%	11.9	1.31	7
FC	%	33.1	12.86	5
ELN	%	37.9	8.63	41
ENERGIA	Kcal/100g	397	558	233
Ca	%	0.26	0.24	0.23
P	%	0.43	0.55	0.42

Fuente: Laboratorios Especializados Universidad de Nariño 2010

Se puede observar que el contenido de proteína harina de *Lupinus mutabilis* es superior en comparación con la torta de soya, materia prima convencionalmente utilizada en la elaboración de suplementos para la alimentación de animales. Se denota además los altos contenidos de extracto etéreo, fibra bruta y energía bruta que presenta la harina de *Lupinus mutabilis* respecto a la torta de soya. Por su parte, en comparación con la Harina de chocho, la torta de soya presenta valores superiores de ceniza y extracto etéreo.

El cuadro anterior indica que la materia prima harina de chocho presenta buenos resultados respecto a su composición nutricional. Considerando que la mayoría de empresas pecuarias productoras de alimentos para animales en Colombia, emplea Torta de soya del 44% de Proteína bruta y esta se diferencia de la Torta de soya 48% de Proteína bruta por el nivel de inclusión de cascarilla, y que redunda en un mayor su contenido de fibra y menor su valor energético<sup>59</sup>, se puede sugerir la inclusión de harina de chocho como alternativa para la formulación de dietas.

<sup>59</sup> Op.cit., p 42

De acuerdo con los resultados obtenidos en la presente investigación, la harina de *lupinus mutabilis* presenta buenos porcentajes de proteína (48%), estos resultados la hacen competitiva con otras materia primas, subproductos de la industria aceitera, como la harina de canola (39.4%) y la harina de algodón (45%)<sup>60</sup>.

Sin embargo se encontró en el estudio de Caicedo<sup>61</sup>, que la harina de chocho presenta un mayor porcentaje de proteína de 49.6%, fibra de 7.9%, grasa 21.9% y energía de 458 Kcal, que los reportados en este estudio. Por su parte, Villacres citado por Villareal *et al*<sup>62</sup>, obtuvieron una harina de chocho de grano desamargado con 51.1% de proteína, extracto etéreo de 20.4 y fibra de 7.4 en ceniza.

Por otro lado, los valores reportados por Rivera y Burbano<sup>63</sup>, en la utilización de harina de chocho desamargada en la alimentación de pollos fue de 52% de proteína, 24.98 % en extracto etéreo, fibra bruta 12% y energía metabolizable de 3350Kcal, siendo de estos, la Proteína bruta, superior a la reportada en el presente trabajo.

El cambio de porcentaje de nutrientes se debe posiblemente al efecto del tiempo de remojo, cocción y lavado sobre el contenido de alcaloides y proteínas en chocho, encontrando mejores porcentaje de proteína con tiempo de remojo de 12 horas, tiempo de cocción 30 minutos y tiempo de lavado 4 días, para obtener una proteína de 48.2%, tal como lo reportan Palacios y Ortega<sup>64</sup>.

---

<sup>60</sup> Villareal, C., H y F, Manual de ingredientes proteicos y aditivos empleados en la formulación de balanceados para camarones peneidos. García-galano, T, J (Eds). 2007, Eudem ISBN: 978-987-1371-02-0.

<sup>61</sup> CAICEDO, C Y PERALTA, E. postcosecha y mercadeo de chocho (*lupinus mutabilis sweet*), Quito: estación experimental santa Catalina.2000. Boletín técnico nº 89.

<sup>62</sup> Tsai, G, Galano, H., Villarreal, C. Manual de ingredientes proteicos y aditivos empleados en la formulación de alimentos balanceados para camarones peneidos. Universidad de Mar del Plata.2007. (5 mayo 2011). p. 45. [disponible en internet] [http://www.cibnor.org/biohelis/pdf/MANUAL\\_INGREDIENTES\\_PROTEICOS.pdf](http://www.cibnor.org/biohelis/pdf/MANUAL_INGREDIENTES_PROTEICOS.pdf)>

<sup>63</sup> RIVERA,M. VELA, G. utilización de harina de tarwi desamargada en la alimentación de pollos de engorde. Tesis. Universidad de Nariño.1986.

<sup>64</sup> PALACIOS, J. ORTEGA, R. efecto del tiempo de remojo, lavado, cocción sobre el contenido de alcaloides y proteína en chocho (*lupinus mutabilis sweet*). URL: <http://www.idrc.ca/EN/Pages/404Error.aspx?badpage=http://www.idrc.ca/library/>

Sin embargo, Villareal <sup>65</sup> menciona que otras formas de utilización del *Lupinus mutabilis* se logran a través de la obtención de tortas, tanto amargas como desamargadas. Estos autores encontraron valores de proteína de 47.30% en torta amarga y 60.13% en torta desamargada, valores superiores que los encontrados con harina de *Lupinus mutabilis* en esta investigación.

En la tabla 10 se observa el análisis bromatológico de cada uno de los tratamientos, y se obtuvo diferencias en la composición con respecto al planteamiento teórico (ver Anexo 10). La variación en la composición en los tratamientos pudo deberse a que no se contó con el análisis químico proximal de cada materia prima, sino que se basó su composición en tablas de alimentación.

**Tabla 10. Composición química de los suplementos.**

<b>Componente</b>	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
Humedad	10.4	9.6	8.30	8.79
Materia Seca	89.6	90.4	91.7	91.2
Ceniza	12.0	8.2	8.91	7.18
Extracto etéreo	3.24	4.3	5.20	5.94
Fibra cruda	7.25	8.9	9.10	9.94
Proteína	21.2	31.5	35.8	38.7
ENN	55.7	47.1	40.9	38.2
E.D. (Kcal/100kg)	309	322	322	329

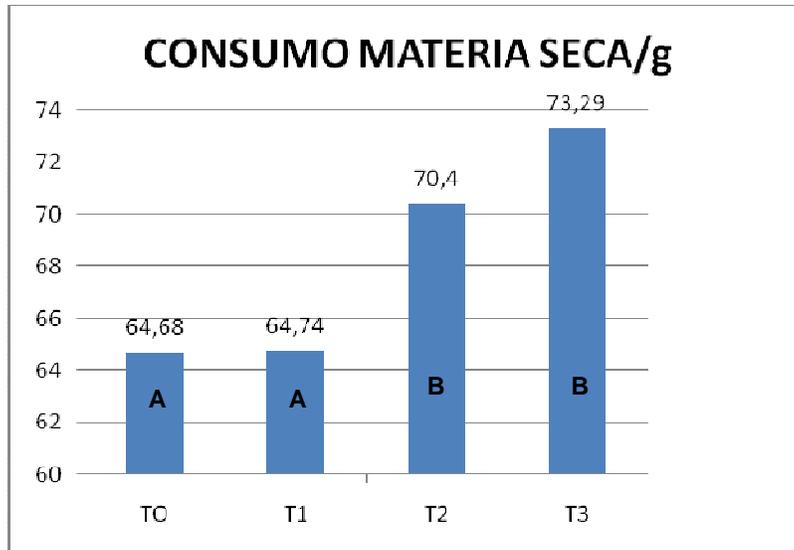
Fuente: Universidad de Nariño (2011)

<sup>65</sup> VILLAREAL, E. PANTOJA, J. Utilización de la torta de tarwi amarga y desamargada en el acabado de pollos de engorde. Tesis.(Zootecnia) Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias .1986

## 6.2 CONSUMO DE ALIMENTO

En la figura 2 se observa el consumo promedio de MS de todos los tratamientos

Figura 2. Consumo promedio de MS



En el Anexo A se observa el análisis de varianza para los tratamientos, mostrando diferencias significativas entre éstos ( $p < 0.0001$ ); al realizar la prueba de comparación de medias por medio de la prueba de Fisher (Anexo B), los resultados obtenidos para esta variable demuestran que el mayor consumo lo presentaron los animales del tratamiento T3 con 73.29 g; esto se debió quizá al mayor aporte de proteína por parte del suplemento seguido del T2 con 70.4g; los T1 y T0 tuvieron los menores consumos (64.74 ,64.68 g/animal/día) respectivamente.

Los consumos están relacionadas con la cantidad y calidad de proteína ingerida, es decir, por la disponibilidad de aminoácidos ya que se necesitan mayores cantidades de este nutriente en fases de desarrollo y crecimiento, tanto el total como la disposición se verán reflejadas en la digestión y absorción de compuestos proteicos en la formación de proteína tisular y por lo tanto en ganancia de peso.<sup>66</sup>

Por otro lado Caycedo manifiesta que: “el consumo de alimento en función de su tamaño, estado fisiológico, calidad de la ración, palatabilidad y

<sup>66</sup> MAYNARD, I. Nutrición Animal. Séptima edición. McGRAW-HILL. México. 1981

temperatura”<sup>67</sup>, por consiguiente, el consumo y los niveles de nutrientes aportados se incrementan.

El consumo obtenido por el tratamiento T3 ratifica que un nivel de proteína del 18% en suplemento puede ofrecer buenos resultados, señalando mejores consumos y por ende mayores incrementos de peso.

Al respecto, la NRC (1995) señala: “que el nivel de proteína para el cuy, debe ser de 20%, para todas las etapas productivas, de una mezcla bien balanceada. Sin embargo, se recomienda elevar este nivel de proteína en etapas de crecimiento y desarrollo”.

Al respecto, Caycedo<sup>68</sup> menciona que “de acuerdo a investigaciones realizadas sobre niveles de proteína en las distintas fases fisiológicas del cuy, se ha logrado adecuados rendimientos con 17% para crecimiento, 16% para desarrollo y engorde y 18% para hembras en gestación y lactancia”.

Cabe destacar que los tratamientos T2 (70.4g) y T3 (73.4g) presentaron mayores consumos de MS, en comparación con el estudio realizado por Zambrano y Delgado<sup>69</sup>, quienes utilizaron como fuente proteica harina de lombriz en reemplazo de la torta de soya, presentando consumos de 68.69g/anl/día. Al respecto, la superioridad de los consumos de los tratamientos que incluyeron Harina de chocho, se debió posiblemente a la buena palatabilidad del balanceado, anotando además que este factor influyó en el acortamiento del periodo de acostumbramiento pasando de 15 a 8 días.

Para McDonald *et al.*, 1981<sup>70</sup>. la aceptabilidad del alimento puede deberse a factores palatables el cual se describe como la impresión sensorial que el animal recibe de su alimento.

Gutiérrez<sup>71</sup>, asevera que no solamente las propiedades hedónicas del alimento afectan su aceptabilidad en los animales, ellos también son capaces de caracterizar un alimento, así que si la ingestión de un alimento en particular es

---

<sup>67</sup> CAYCEDO, Alberto Op. Cit., p. 146

<sup>68</sup> Op.Cit.,p.23

<sup>69</sup> ZAMBRANO, M. y DELGADO, C. Evaluación de la respuesta nutricional de los cuyes alimentados con harina de lombriz. Tesis (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia. Pasto. Nariño. 2005.

<sup>70</sup> McDonald, P., Edwards, R. y Greenhalgh, J. 1981. *Nutrición animal*. Zaragoza, España, Ed. Acribia.

<sup>71</sup> GUTIERREZ, F Y GONZALES, C. Fisiología aplicada a la veterinaria y zootecnia. Centro edit. Universidad de Caldas. Manizales, Colombia.1998

seguida de una consecuencia no placentera, este alimento puede ser evitado en el futuro. Al respecto, el grano de *Lupinus mutabilis* se le realizó previamente el proceso hídrico de desamargado, eliminando hasta 99.92%<sup>72</sup> de metabolitos secundarios convirtiéndola así en una materia prima palatable.

Preston y Leng, citados por Calpa y Melo, manifiestan que el consumo es uno de los mejores indicadores de la calidad del alimento y su digestibilidad. Además la uniformidad en el consumo depende del equilibrio apropiado de nutrientes en los productos de la digestión. Por otra parte, las propiedades organolépticas como el olor y sabor de las dietas hacen deseable el consumo de este tipo de alimento<sup>73</sup>.

Por otra parte, López<sup>74</sup> afirma que el comportamiento de consumo de alimento puede deberse a que los sentidos de la vista, olfato y gusto desempeñan una importante función, estimulando el apetito en animales no rumiantes influyen sobre la cantidad de alimento ingerido en una determinada comida.

Los valores de consumo de materia seca obtenidos para cada tratamiento son normales y acordes a un sistema de alimentación balanceado para cuyes en la etapas productivas de levante y engorde; los valores encontrados por Díaz y Zambrano<sup>75</sup> evaluando rendimientos de cuyes de engorde alimentados con pasto Aubade y cubos multinutricionales durante 70 días de ensayo, reportaron un consumo diario de alimento en base seca de 69.5g/ani/día.

Cabe mencionar que el consumo de forraje Aubade no fue a voluntad sino suministrado según las tablas de requerimiento (Caycedo 2007) así: Forraje verde para cría lactantes de 100g/ani/día; forraje verde para levante 300g/ani/día; forraje verde para adultos 450g/ani/día; por ende se comporto igual en todos los tratamientos, lo que puede afirmar que los niveles de

---

<sup>72</sup> BASANTE, I. 2009. Evaluación in vitro de la actividad microbiana de los alcaloides del agua de cocción del proceso desamargado del chocho (*Lupinus mutabilis sweet*). Tesis (Bioquímico farmacéutico). Escuela Politécnica del Chimborazo.

<sup>73</sup> CALPA, A. y MELO, S. Valoración nutritiva del ensilaje Obonuco Triticale 98 (*Triticum spp*) y Avena (*Avena sativa*) línea 15/85 y Cayuse de la alimentación de vacas Holstein mestizo en producción en el Altiplano de Pasto Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar al título de Zootecnista. Universidad de Nariño. Pasto. 2003. p. 25.

<sup>74</sup> LOPEZ, J. Nutrición de monogástricos. Universidad de Nariño. Programa de Zootecnia. San Juan de Pasto. 1989. p. 389.

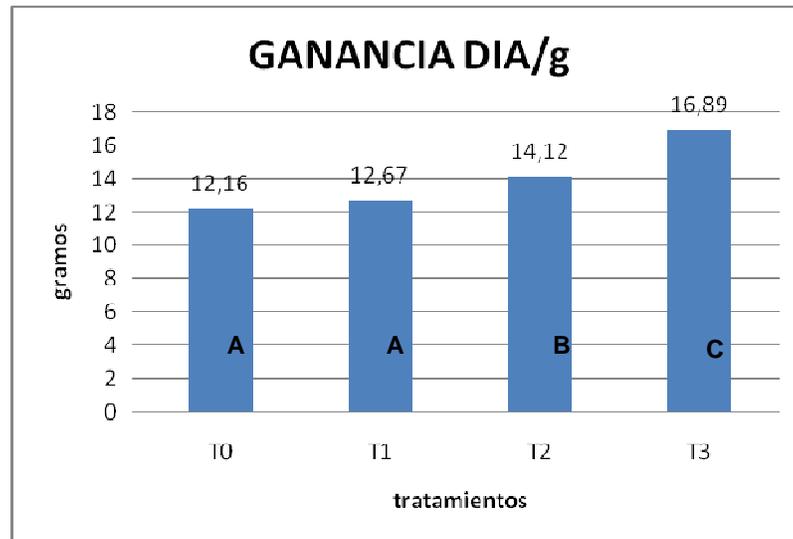
<sup>75</sup> DÍAZ, J. ZAMBRANO, A. utilización de cubos multinutricionales como suplemento en la alimentación de cuyes de engorde. Pasto. Colombia, 1990, 60p. Tesis de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de ciencia Pecuarias. Programa de Zootecnia.

inclusión de harina de chocho y la composición del suplemento no afectaron el consumo de la dieta forrajera, pues se esperaba que los mayores consumos de suplemento redujeran el consumo de forraje.

### 6.3 INCREMENTO DE PESO

En la figura 3 se encuentran los resultados obtenidos para esta variable

**Figura 3. Ganancia de peso promedio**



Al realizar el análisis de varianza (Anexo D) y la prueba de Fisher (Anexo E) estadístico reportaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos ( $P < 0,0001$ ). El mayor incremento de peso se dio en los tratamientos T3 con 16.89 y el T2 con 14.12g seguidos por el T1 y T0 (12.67 y 12.16 g respectivamente).

En los diferentes tratamientos puede observarse como a medida que se incrementa el reemplazo de la proteína de la torta de soya por harina de chocho, los resultados de incremento de peso tienden a aumentar.

Esto permite inferir que el peso alcanzado por el T2 y T3, se debió posiblemente a las características nutricionales de la Harina de *Lupinus mutabilis sweet* como una fuente de gran valor nutritivo, ya que su perfil de aminoácidos es comparable con la de la soya: alto en arginina, lisina, leucina y fenilalanina, y buen contenido de fibra dietética, vitaminas y minerales aunque

tiene deficiencia en metionina y cisteína, éste déficit posiblemente lo cubrió la formulación con cereales en el suplemento como maíz y salvado de trigo.

La semilla *Lupinus mutabilis sweet* se caracteriza por contener un alto nivel de polisacáridos (celulosas, hemicelulosas y pectinas) solubles e insolubles y bajo contenido de almidón lo cual pudo influir positivamente en los animales favoreciendo los incrementos de peso, especialmente cuando el reemplazo de la proteína de la torta de soya por harina de chocho es alto (niveles de 40% y 60%).

Al respecto Silva, citado por Chamorro y Mora<sup>76</sup>, afirma que:

La ganancia de peso está afectada directamente por el consumo y la calidad de la ración (digestibilidad), es decir, entre mayor sea el consumo y mejor la calidad de la ración, la ganancia de peso será también mayor, siempre y cuando se tenga en cuenta los factores que pueden afectar el consumo (edad, tamaño, estado fisiológico del animal, aporte nutricional de la ración, palatabilidad y temperatura).

Por su parte, Mac Donald, citado por Burbano y Rivera<sup>77</sup>, asevera que: en los animales en crecimiento que reciben niveles de proteína adecuada pero con baja digestibilidad y adicionalmente insuficiente cantidad de energía para el mantenimiento, se reduce la formación tisular y al mismo tiempo gastan reservas de grasa y por ende se afectan los parámetros de comportamiento en peso. Probablemente la harina de chocho aporte proteína en niveles adecuados y de alta digestibilidad.

En cuanto al aporte de energía de los tratamientos, resultó que el T0 (3091 Kcal ED/Kg.), T1 (3229 Kcal ED/Kg.), T2 (3221 Kcal ED/Kg.) y T3 (3291 Kcal ED/Kg.), fueron aceptables para suplir los requerimientos del animal y mantener las funciones vitales del cuerpo: mantenimiento, crecimiento y producción.

---

<sup>76</sup> CHAMORRO, R. y MORA, C. Sustitución del 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. Colombia: 2003, p58. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño.

<sup>77</sup> BURBANO, S. y RIVERA, C. Valoración nutritiva de los forrajes papayuelo (*Cnidocolus aconitifolius*) y botón de oro (*Thitonia diversifolia*) en mezcla con pasto kingras (*Pennisetum hybridum*) para la alimentación de cuyes durante las fases de crecimiento y engorde. 2006. p. 2.

Por otra parte Zaldívar y Vargas<sup>78</sup>, mencionan que, a mayor nivel energético de la ración la conversión alimenticia mejora; por lo tanto, los cuyes responden eficientemente al suministro de alta energía. Las dietas con mayor aporte de extracto etéreo fueron el tratamiento T3 con 5.42%, T2 con 4.95% y T1 con 4.5% las cuales posiblemente tuvieron efecto en la ganancia de peso. Cabe resaltar en este punto que, el exceso de proteína puede transformarse en grasa, ya que en el “genero *Lupinus*, los lípidos pueden constituir un 10% de la materia seca”<sup>79</sup> además Castañeda<sup>80</sup> señala que una dieta a base de *Lupinus mutabilis* puede elevar los valores de colesterol total, HDL, LDL, y triglicéridos lo que causaría posibles depósitos de grasa a nivel cutáneo e incrementos de peso.

Teniendo en cuenta lo anterior, Miramac y Portillo reportan que : “al evaluar la harina de frijol (*Phaseolus Vulgaris*) en fases de levante y engorde de cuyes, un factor de relevancia es la energía de la ración, por lo que se considera que los mayores incrementos de peso se logran en las dietas con mayores aportes de energía ”.<sup>81</sup>

Cabe mencionar que los niveles de fibra de las dietas T0 37.3%, T1 38.01% T2 38.13%, T3 38.80% (ver anexo 3); no resultaron limitantes para el incremento de peso, en este sentido, Correa menciona que:

“el cuy utiliza muy bien alimentos con altos contenidos de fibra, merced a su fisiología digestiva propia que le permite digerir en forma eficiente materia orgánica y fibra”<sup>82</sup>,

Al respecto, Revollo<sup>83</sup>, manifiesta que Los porcentajes de fibra de concentrados utilizados para la alimentación de cuyes van de 5 al 18%. Este componente tiene importancia en la composición de las raciones no sólo por la capacidad que tienen los cuyes de digerirla, sino que su inclusión es necesaria para

---

<sup>78</sup> ZALDIVAR, M. y VARGAS, N. Estudio de tres niveles de azúcar como fuente de energía más un concentrado comercial en cobayos. EELM, Lima, Perú. 7p. 1979.

<sup>79</sup> BUXADE.C. Zootecnia bases de producción animal. Alimentos y racionamiento. Mexico: Mundi Prensa. 1995. 196p.

<sup>80</sup> CASTAÑEDA, B.Efecto metabólico de *lepidium meyenii*, “MACA” y *lupinus mutabilis* sweet “CHOCHO” en ratas. Revista Horizonte medico. Vol. 7 N° 1, junio 2007.

<sup>81</sup> MIRAMAC, Jhon y PORTILLO, P. valoración de la harina de frijol de desecho (*Phaseolus vulgaris*), en laproductividad de cuyes (*Cavia porcellus*), bajo un esquema estratégico de suplementacion proteica durante las fases de levante y engorde. Pasto, Colombia: 2007,p. 54. Trabajo de grado (Zootecnia) Universidad de Narino. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

<sup>82</sup> CORREA, Ramón. La crianza del cuy: Manual Técnico. Pasto, Colombia: ICA. 1986., p 46

<sup>83</sup> REVOLLO, K. Documento guía para productores. Bolivia 2006. URL://[www.umss.edu.bo/epubs/etexts/downloads/37c.pdf](http://www.umss.edu.bo/epubs/etexts/downloads/37c.pdf)

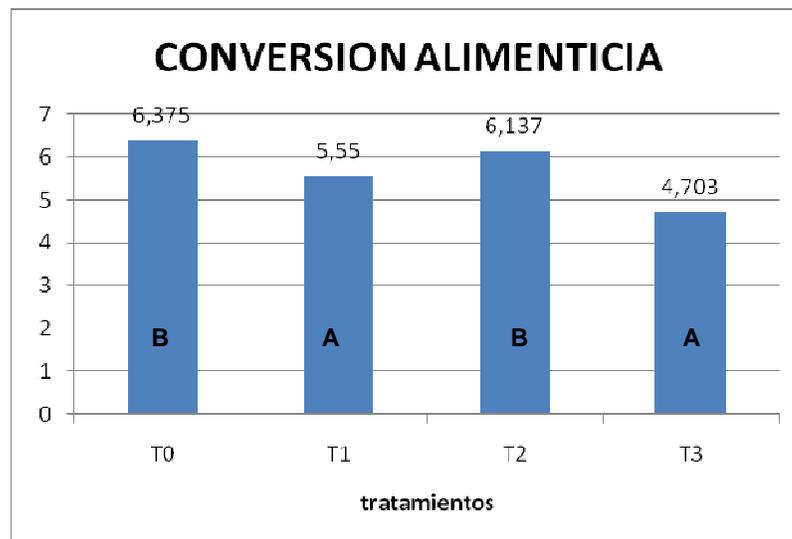
favorecer la digestibilidad de otros nutrientes, ya que retarda el paso del contenido alimenticio a través del tracto digestivo.

De acuerdo con lo anterior, los resultados de incremento de peso obtenidos en esta investigación son superiores a los encontrados por Burgos y Acosta, quienes al evaluar una dieta a base de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) mas concentrado comercial obtuvieron una ganancia máxima de 9.78g/día.<sup>84</sup>

#### 6.4 CONVERSION ALIMENTICIA

En la figura 4 se observa la conversión alimenticia de todos los tratamientos y las diferencias existentes según la prueba de Fisher.

**Figura 4. Conversión alimenticia de los tratamientos**



El análisis de varianza (Anexo f) reportó diferencias altamente significativas ( $P < 0.0047$ ) entre los tratamientos. La prueba de Fisher reveló que el T3 con 4.7 y el T1 con 5.55 tuvieron la mejor conversión seguidos del T2 con 6.13 y el T0 con 6.37.

<sup>84</sup> BURGOS, D. y ACOSTA, J. Evaluación de harina de Colla negra (*Smallantus pyramidalis*) como alternativa de suplementación en la alimentación en cuyes (*Cavia porcellus*). Tesis (Zootecnia). Universidad de Nariño. Facultad de ciencia Pecuarias. Programa de Zootecnia. Pasto. Colombia. 2009.

Debido a que la conversión alimenticia está en función del consumo e incremento de peso, es observable que los anteriores resultados muestra un comportamiento similar en aquellos animales que recibieron 60% de reemplazo de torta de soya por harina de *Lupinus mutabilis sweet*, seguidos de los que recibieron 20% de reemplazo de torta de soya por harina de *Lupinus mutabilis sweet* en su dieta, lo que muestra un mayor aprovechamiento de esta materia prima.

*Lupinus mutabilis sweet* al ser incorporado en forma de harina, no solo logró beneficios adicionales en consumo e incremento de peso, si no que posiblemente se bloquean o inactivan los metabolitos secundarios contenidos en el material fresco, con lo que se eleva el potencial nutritivo de esta, materia prima.

Al respecto, Bastidas y Espinoza afirman que: “es importante tener en cuenta que gran parte de la eficiencia alimenticia la determina el alimento, sobre todo por la calidad de materias primas, ya que los aportes nutricionales determinan su aprovechamiento”<sup>85</sup>

Al respecto, Caycedo<sup>86</sup> reporta que: “Conversiones de 5 – 7 son buenas para esta especie”.

Por lo tanto, estas conversiones se consideran buenas, y pueden obedecer a que, existió la alta concentración proteica en las dietas por lo cual los animales alcanzaron a llenar este requerimiento; puesto que en esta etapa la proteína es decisiva para obtener buenos rendimientos.

Los resultados obtenidos en este parámetro corresponden con los datos suministrados según las tablas de requerimiento (Caicedo 2007)<sup>87</sup>.

Los valores generales obtenidos en estas investigación demuestran una mejor conversión alimenticia que los reportados por el PORTAL AGRARIO del ministerio de Agricultura del Perú donde los cuyes mejorados, producidos en sistemas de cría comerciales en los que se administra una alimentación mixta (forraje mas suplemento), logra una conversión alimenticia de 6.5 a 8.0<sup>88</sup>.

---

<sup>85</sup> BASTIDAS, Carlos y ESPINOZA, Johnson. Evaluación de diferentes niveles de trigo (*Triticum vulgare*) en la alimentación de pollos de engorde. Pasto. 2000., p 85. Trabajo de grado (Zootecnia). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

<sup>86</sup> *Ibíd.*, p53

<sup>87</sup> CAYCEDO, A. Aspectos técnicos y sistemas de producción. Pasto, Colombia. 1991 56p.

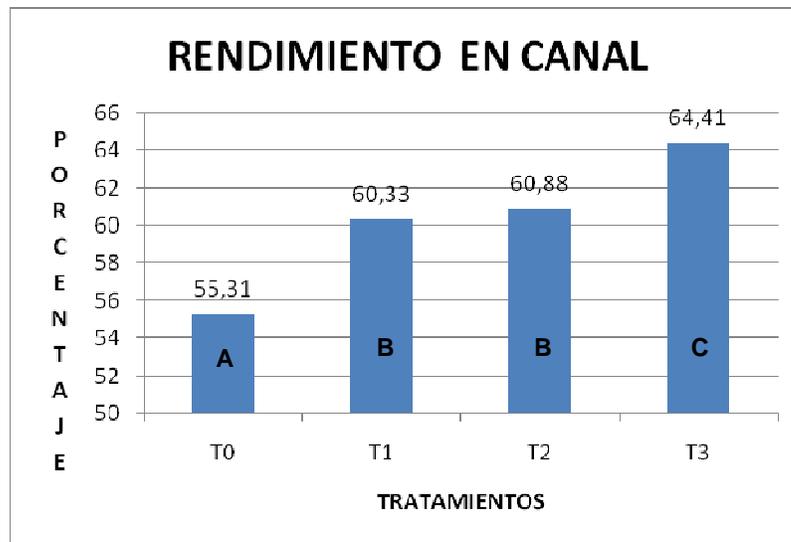
<sup>88</sup> PORTAL AGRARIO. Ministerio de Agricultura. Realidad y problemática del sector pecuario – Cuyes. [on line]. 2006. [Perú]. [citado 9 noviembre. 2006] Disponible en internet: URL://www. Portalagrario.gov.pe/index.php

Por otro lado, Vallejo<sup>89</sup> obtuvo una conversión alimenticia de 3.84 con una dieta a base de harina de *Lupinus mutabilis sweet* y 3.95 con una dieta a base de torta de soya; mientras que Rico<sup>90</sup>, encontró una conversión alimenticia de 3.5 con harina de chocho y 4.5 con torta de soya en gazapos alimentados con 20% de proteína de harina de *Lupinus mutabilis sweet*.

## 6.5 RENDIMIENTO EN CANAL

En la figura 5 se presentan los promedios del rendimiento en canal de todos los tratamientos

Figura 5. Rendimiento en canal



El análisis de varianza (Anexo H) encontró diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, para la variable rendimiento en canal. Los resultados del experimento permiten concluir que el mejor tratamiento para esta

<sup>89</sup> VALLEJO, J. 1991. Evaluación de diferentes fuentes de proteína para la alimentación de cuyes. Tesis. Ingeniero agrónomo. Cochabamba, Bolivia. Universidad mayor de San Simón. Facultad de ciencias agrícolas y pecuarias. Departamento de zootecnia. 88p.

<sup>90</sup> RICO, E. 1995. Evaluación de harina de tarwi y torta de soya en dietas para cuyes en la etapa de crecimiento. Tesis. Ingeniero agrónomo. Cochabamba, Bolivia. Universidad mayor de San Simón. Facultad de ciencias agrícolas y pecuarias. Departamento de zootecnia. 66p.

característica fue el T3, seguido de T2 y T1, mientras el T0 presentó el menor valor.

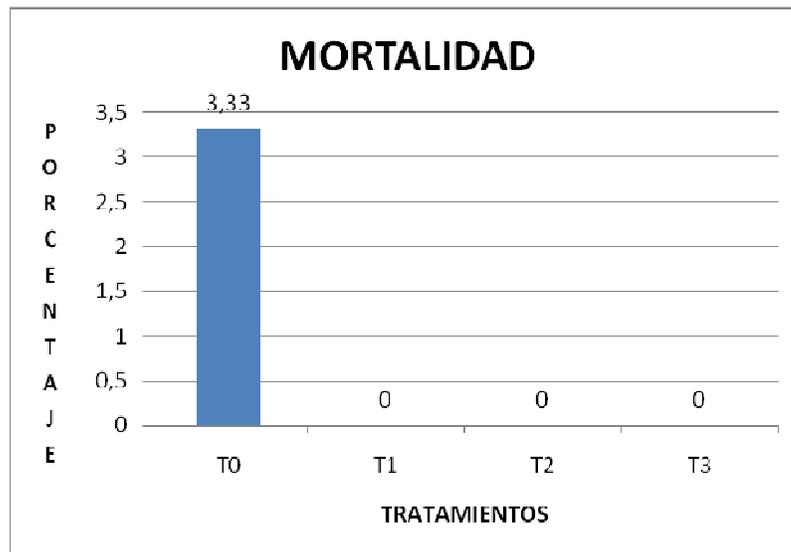
Los resultados de rendimiento en canal para el T1, T2 y T3 fueron de 60.88, 60.33 y 64.41 respectivamente (Figura 5), valores que se aproximan a los reportados por Chauca, quien encontró un rendimiento del 56.71% para animales de tres meses de edad, alimentados exclusivamente con forraje.

Además, la autora menciona que este rendimiento mejoró a un 65.75% en los cuyes que recibieron forraje más suplemento, concluyendo que alimentar cuyes con una ración balanceada mejora los rendimientos en canal a un 70,98%. En este sentido, se afirma que las dietas del T0 influyó en los bajos rendimientos en canal obtenidos, lo cual pudo deberse a los bajos consumos de MS, influyendo en bajas ganancias de peso y, por ende, en una deficiente conversión alimenticia. Los animales presentaron un promedio de peso en canal para el tratamiento T0 (658g), tratamiento T1 (717g), tratamiento T2 (724) y T3 (798g).

## 6.6 Mortalidad

En la figura 6 se presentan los promedios de mortalidad en todos los tratamientos y las diferencias existentes según la prueba de Fisher.

Figura 6. Mortalidad



En la figura 6 se presenta la mortalidad en cada uno de los tratamientos. Durante los 90 días del ensayo, se registró mortandad en los tratamientos así: T0 del 3.33 % y el T1 0%, T2 0%, T3 0%.

Este suceso se presenta en la séptima semana de experimento, se presentó un brote de diarrea, ocasionando posiblemente mayores tasas de paso del alimento consumido, lo que explicaría la muerte de estos animales.

## 6.7 ANÁLISIS PARCIAL DE COSTOS

En la Tabla 11 y Figura 7 se indican los resultados del análisis parcial de costos para los tratamientos utilizados en el ensayo, detallando los costos fijos, costos variables, los ingresos y la rentabilidad aparente de los tratamientos.

**TABLA 11. Análisis parcial de costos por tratamiento en miles de pesos**

CONCEPTO	T0	T1	T2	T3
<b>costos fijos</b>				
compra de animales	7000	7000	7000	7000
mano de obra	2500	2500	2500	2500
Subtotal	9500	9500	9500	9500
<b>costos variables</b>				
<b>ALIMENTACION</b>				
pasto Aubade	2838	3015,72	3048	3120
Suplemento	673,125	684,375	695,625	805,116
Total	3511,125	3700,095	3743,625	3925,116
drogas y desinfectantes	200	200	200	200
Subtotal	3711,1	3900,1	3943,6	4125,1
costos totales	13211,1	13400,1	13443,6	13625,1
<b>costos promedio por animal</b>	13211	13400	13444	13625
<b>Ingresos</b>				
ingreso total/animal	13774	18594	18900	18990
ingreso neto/animal	562,9	5193,9	5456,4	5364,9
<b>Rentabilidad (%)</b>	4,26	38,76	40,59	39,37
<b>costos de alimentación</b>	3511,13	3700,1	3743,63	3925,12
<b>% Costo de alimentación</b>	3,6	3,9	3,9	3,8

Con respecto a lo anterior, observamos que el costo de alimentación mas bajo se encontró en el T0 con 3.6%, el cual esta influenciado por un menor

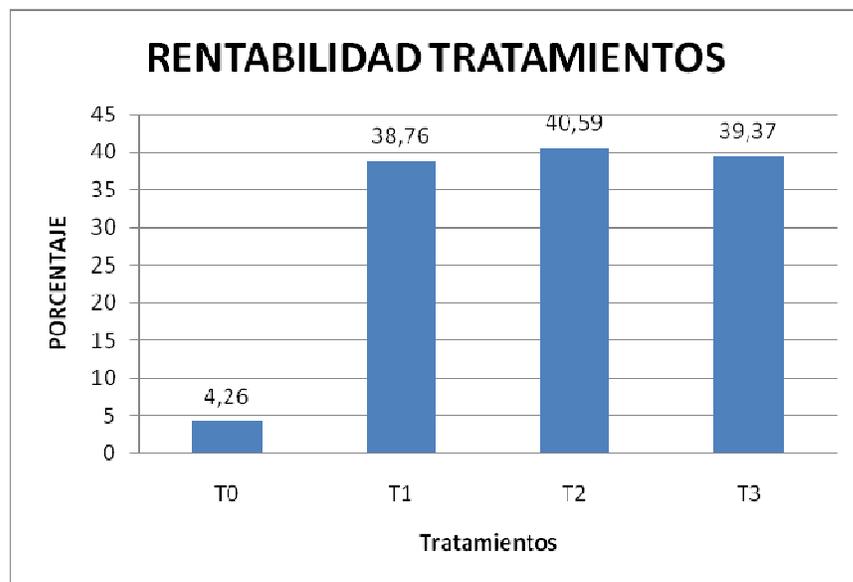
consumo por parte de los animales. También cabe mencionar que este tratamiento fue el más económico por que el costo de la Torta de soya es mas bajo debido a que es una fuente de proteína mas utilizada y conocida en la alimentación animal, lo que resulta en una obtención mas fácil en nuestra región; caso contrario ocurre con el *Lupinus mutabilis sweet* donde hay un desconocimiento de sus propiedades nutritivas lo que se ve reflejado en escaso cultivo y por ende en su comercialización afectando su precio.

El mayor costo de alimentación 3.9% se encuentra en el T1 y T2 por un mayor consumo con respecto al T0; debido a que se incrementan los precios en la materia prima

### 6.7.1 Rentabilidad de los tratamientos.

En la figura 7 se presentan los promedios del rentabilidad de todos los tratamientos.

**Figura 7. Rentabilidad de los tratamientos**



La mejor rentabilidad la presentó el tratamiento T2, con un 40.59% y el T3 con 39.37%, seguidos por el T1 con 38.76%. Este comportamiento pudo deberse a que los animales del T2 y T3, con respecto al T0 alcanzaron un mayor peso al final del periodo experimental, haciendo que estos animales se puedan comercializar a un mayor precio, lo contrario ocurre en el T0, quizá por la

mortalidad presentada en las dos primeras semanas de ensayo y los menores incrementos de peso, debido al bajo consumo de alimento.

Se concluye que los mejores resultados se obtuvieron con el tratamiento que contenía 20% y 40% del reemplazo de Torta de soya por harina de *Lupinus mutabilis* por mayor utilidad económica, a este nivel la harina de *Lupinus mutabilis* tiene mejor influencia que la torta de soya en lo que respecta a consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia, cuando se suministra en bajos niveles.

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1 CONCLUSIONES

Se puede sustituir la proteína de Torta de soya por proteína de harina de *Lupinus mutabilis* por considerarse que no afecta la palatabilidad de las raciones para cuyes en la fase de levante y engorde, puede mejorar parámetros productivos.

- La utilización de la harina de chocho en reemplazo de la torta de soya en bajas cantidades (menores al 60%) se constituye en una alternativa alimenticia que cumple con los requerimientos nutricionales del cuy, además de no afectar los costos en producción.
- Las mejor rentabilidad se obtuvo en el T2 y T3 que fueron los suplementos con el nivel de inclusión de harina de *Lupinus mutabilis* 20% y 40 % respectivamente, indicando que esta es una excelente materia prima para ser utilizada en los complementos para alimentación de cuyes.
- aunque se pudo demostrar que la harina de chocho puede reemplazar la torta de soya, la primera es mas costosa por que en nuestro medio es poco cultivado el (*Lupinus mutabilis sweet*), por lo tanto se deberá tener en cuenta costo Vs beneficio.

### 7.2 RECOMENDACIONES

- Fomentar el cultivo de chocho en el departamento de Nariño para que sea utilizado como fuente proteica en la elaboración de suplementos para cuyes y otras especies animales.
- Siendo el chocho una alternativa promisorio como fuente proteica para zonas frías, es indispensable hacer investigaciones desde el punto de vista agronómico y pecuario que permitan su mayor conocimiento de la especie *lupinus mutabilis sweet*.
- Dar a conocer a los productores los beneficios al utilizar Harina de chocho en la alimentación de cuyes.
- Hacer pruebas de digestibilidad de la harina de chocho en cuyes para determinar de una manera mucho más específica cuál es el aprovechamiento de sus nutrientes por parte de los animales.

- Evaluar nuevas alternativas de suministro de la Harina de chocho, en bloque multinutricionales para los sistemas pecuarios, con el fin de garantizar un mejor consumo y disminución en el costo.
- Realizar la técnica de cromatografía de gases en la canal del cuy, con el fin de determinar su calidad nutricional de la carne para animales alimentados con esta materia prima.

## ANEXOS

### Anexo A. Análisis de varianza para consumo de MS

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	364853,	3	121618,	11,14	0,0001 **
Intra grupos	5,85014E6	536	10914,4		
Total (Corr.)	6,215E6	539			

**\*\* $(P < 0.01)$  = Altamente significativo; \* $(P < 0.05)$  = Significativo; NS = No significativo**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	5.19299	0.00152543

### Anexo B. Prueba de Fisher para consumo de MS

<i>Tratamientos</i>	<i>N</i>	<i>Media</i>	<i>Fisher</i>
T0	135	452,77	A
T1	135	453,199	A
T2	135	492,813	B
T3	135	513,094	B

**Letras iguales no existen diferencias significativas**  
**Letras Distintas existen diferencias significativas**

**ANEXO C. APOORTE NUTRICIONAL SEGUN CONSUMO DE  
MATERIA SECA**

**APORTE DE PROTEINA**

<b>FORRAJE</b>							
<b>TRATAMIENTO</b>	<b>Consumo FV/anl/dia/periodo</b>	<b>MS del Pasto</b>	<b>Consumo forraje en BS/anl/dia/periodo</b>	<b>Proteína del Pasto</b>	<b>Aporte de proteína del pasto/anl/dia/period</b>	<b>Consumo real</b>	<b>Aporte total</b>
<b>T0</b>	15767,01	0,163	2570,023	0,145	<b>0,373</b>	0,692	26,94374203
<b>T1</b>	16754,37	0,163	2730,962	0,145	<b>0,396</b>	0,871	31,87842005
<b>T2</b>	16933,33	0,163	2760,133	0,145	<b>0,400</b>	0,947	34,32311973
<b>T3</b>	17333,33	0,163	2825,333	0,145	<b>0,410</b>	1,037	36,70761885

<b>SUPLEMENTO</b>							
<b>TRATAMIENTO</b>	<b>Consumo ◊/anl/dia/periodo</b>	<b>MS del ◊</b>	<b>Consumo ◊ en BS/anl/dia/periodo</b>	<b>Proteína del ◊</b>	<b>Aporte de proteína del ◊/anl/dia/period</b>		
<b>T0</b>	1683,62	0,896	1508,524	0,212	<b>0,320</b>		
<b>T1</b>	1666,66	0,904	1506,661	0,315	<b>0,475</b>		
<b>T2</b>	1666,67	0,917	1528,336	0,358	<b>0,547</b>		
<b>T3</b>	1777,73	0,912	1621,290	0,387	<b>0,627</b>		

**APORTE DE ENERGIA**

<b>FORRAJE</b>							
<b>TRATAMIENTO</b>	<b>Consumo FV/anl/dia/periodo</b>	<b>MS del Pasto</b>	<b>Consumo forraje en BS/anl/dia/periodo</b>	<b>Energía del Pasto</b>	<b>Aporte de energía del pasto/anl/dia/period</b>	<b>Consumo real</b>	<b>Aporte total</b>

<b>T0</b>	15767,01	0,163	2570,023	397	<b>1020,299</b>	1486,433	578,3734098
<b>T1</b>	16754,37	0,163	2730,962	397	<b>1084,192</b>	1570,828	575,1922505
<b>T2</b>	16933,33	0,163	2760,133	397	<b>1095,773</b>	1588,080	575,3637801
<b>T3</b>	17333,33	0,163	2825,333	397	<b>1121,657</b>	1655,061	585,7934522

#### SUPLEMENTO

TRATAMIENTO	Consumo ◇/anl/dia/periodo	MS del ◇	Consumo ◇ en BS/anl/dia/periodo	Energia del ◇	Aporte de energia del ◇/anl/dia/period
<b>T0</b>	1683,62	0,896	1508,524	309	<b>466,134</b>
<b>T1</b>	1666,66	0,904	1506,661	322,99	<b>486,636</b>
<b>T2</b>	1666,67	0,917	1528,336	322,12	<b>492,308</b>
<b>T3</b>	1777,73	0,912	1621,290	329	<b>533,404</b>

#### APORTE DE FIBRA

#### FORRAJE

TRATAMIENTO	Consumo FV/anl/dia/periodo	MS del Pasto	Consumo forraje en BS/anl/dia/periodo	Fibra del Pasto	Aporte de fibra del pasto/anl/dia/period	Consumo real	Aporte total
<b>T0</b>	15767,01	0,163	2570,023	33,1	<b>85,068</b>	96,005	37,35552499
<b>T1</b>	16754,37	0,163	2730,962	33,1	<b>90,395</b>	103,804	38,01009328
<b>T2</b>	16933,33	0,163	2760,133	33,1	<b>91,360</b>	105,268	38,1388377

<b>T3</b>	17333,33	0,163	2825,333	33,1	<b>93,519</b>	109,634	38,80397239
-----------	----------	-------	----------	------	---------------	---------	-------------

#### SULEMENTO

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>Consumo ◊/anl/dia/periodo</b>	<b>MS del ◊</b>	<b>Consumo ◊ en BS/anl/dia/periodo</b>	<b>Fibra del ◊</b>	<b>Aporte de fibra del ◊/anl/dia/period</b>
<b>T0</b>	1683,62	0,896	1508,524	7,25	<b>10,937</b>
<b>T1</b>	1666,66	0,904	1506,661	8,9	<b>13,409</b>
<b>T2</b>	1666,67	0,917	1528,336	9,1	<b>13,908</b>
<b>T3</b>	1777,73	0,912	1621,290	9,94	<b>16,116</b>

#### APORTE DE EXTRACTO ETereo

#### FORRAJE

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>Consumo FV/anl/dia/periodo</b>	<b>MS del Pasto</b>	<b>Consumo forraje en BS/anl/dia/periodo</b>	<b>EE del Pasto</b>	<b>Aporte de EE del pasto/anl/dia/period</b>	<b>Consumo real</b>	<b>Aporte total</b>
<b>T0</b>	15767,01	0,163	2570,023	2,61	<b>6,708</b>	11,595	4,511779443
<b>T1</b>	16754,37	0,163	2730,962	2,61	<b>7,128</b>	12,015	4,399704745
<b>T2</b>	16933,33	0,163	2760,133	2,61	<b>7,204</b>	13,683	4,957220676
<b>T3</b>	17333,33	0,163	2825,333	2,61	<b>7,374</b>	15,321	5,422889602

**SUPLEMENTO**

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>Consumo ◇/anl/dia/periodo</b>	<b>MS del ◇</b>	<b>Consumo ◇ en BS/anl/dia/periodo</b>	<b>EE del ◇</b>	<b>Aporte de EE del ◇/anl/dia/period</b>
<b>T0</b>	1683,62	0,896	1508,524	3,24	<b>4,888</b>
<b>T1</b>	1666,66	0,904	1506,661	4,3	<b>6,479</b>
<b>T2</b>	1666,67	0,917	1528,336	5,2	<b>7,947</b>
<b>T3</b>	1777,73	0,912	1621,290	5,94	<b>9,630</b>

**APORTE DE ELN**

**FORRAJE**

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>Consumo FV/anl/dia/periodo</b>	<b>MS del Pasto</b>	<b>Consumo forraje en BS/anl/dia/periodo</b>	<b>ELN del Pasto</b>	<b>Aporte de ELN del pasto/anl/dia/period</b>	<b>Consumo real</b>	<b>Aporte total</b>
<b>T0</b>	15767,01	0,163	2570,023	37,9	<b>97,404</b>	181,429	70,59417128
<b>T1</b>	16754,37	0,163	2730,962	37,9	<b>103,503</b>	187,528	68,66745503
<b>T2</b>	16933,33	0,163	2760,133	37,9	<b>104,609</b>	175,573	63,61025438
<b>T3</b>	17333,33	0,163	2825,333	37,9	<b>107,080</b>	169,727	60,07314323

---

**SUPLEMENTO**

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>Consumo ◇/anl/dia/periodo</b>	<b>MS del ◇</b>	<b>Consumo ◇ en BS/anl/dia/periodo</b>	<b>ELN del ◇</b>	<b>Aporte de ELN del ◇/anl/dia/period</b>	
<b>T0</b>	1683,62	0,896	1508,524	55,7	<b>84,025</b>	
<b>T1</b>	1666,66	0,904	1506,661	47,1	<b>70,964</b>	
<b>T2</b>	1666,67	0,917	1528,336	40,99	<b>62,647</b>	
<b>T3</b>	1777,73	0,912	1621,290	38,24	<b>61,998</b>	

**Anexo D. Análisis de varianza para la ganancia de peso/día (g)**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	86991,5	3	28997,2	29,63	0,0001 AS
Intra grupos	506857,	518	978,489		
Total (Corr.)	593849,	521			

**\*\* $(P<0.01)$  = Altamente significativo; \* $(P<0.05)$  = Significativo; NS = No significativo**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	5.77658	0.000686112

**Anexo E. Prueba de Fisher para ganancia de peso/día (g)**

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T0	117	85,1453	A
T1	135	88,4667	A
T2	135	98,8963	B
T3	135	118,237	C

Letras iguales: No existen diferencias significativas  
Fuente: Esta Investigación

**Anexo F. Análisis de varianza para conversión alimenticia**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	215,711	3	71,9038	4,37	0,0047 AS
Intra grupos	8527,49	518	16,4623		
Total (Corr.)	8743,2	521			

**< 0,01 altamente significativa <0,05 significativa >0,05 No significativo**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	4.18693	0.00606643

**Anexo G. Prueba de Fisher para conversión alimenticia**

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T3	135	4,70341	A
T1	135	5,5505	AB
T2	135	6,13739	B
T0	117	6,37507	B

Letras iguales: No existen diferencias significativas  
Fuente: Esta Investigación

**Anexo H. Análisis de varianza para rendimiento en canal**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	128,278	3	42,7593	80,78	0,0000
Intra grupos	4,23462	8	0,529327		
Total (Corr.)	132,513	11			

**< 0,01 altamente significativa <0,05 significativa >0,05 No significativo**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0,579154	0,644925

**Anexo I. Prueba de Fisher para rendimiento en canal**

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T0	3	55,2632	A
T1	3	60,3357	B
T2	3	60,8827	B
T3	3	64,4316	C

Letras iguales: No existen diferencias significativas  
Fuente: Esta Investigación

**Anexo J. Composición teórica suplemento con 0% de harina de *Lupinus mutabilis* en reemplazo de la torta de soya**

<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>% PROTEINA</b>	<b>CANTIDAD PROTEINA g</b>	<b>Kcal/kg</b>	<b>ED</b>	<b>% FIBRA</b>	<b>CANTIDAD FIBRA g</b>
<i>Lupinus mutabilis</i>	0	0,48	0	0,037	0	0.01	0
TORTA DE SOYA	18	0,46	8.28	0,0355	0,63	0,05	0,5
MAIZ	18	0,08	1.44	0.03	0,639	0,025	0,625
SALVADO DE TRIGO	25	0,14	3,5	0,027	0,675	0,105	2,625
MOGOLLA DE TRIGO	22	0.15	3.3	0.018	0.432		0.17
ACEITE VEGETAL	0.5	0	0	0.9	0.45		0
MELAZA	10	0,2	2	0,0245	0,392	0,005	0,05
PREMEZCLA	1	0	0	0	0		0
SAL COMUN	1.5	0	0	0	0		0
CaCO <sub>3</sub>	2	0	0	0	0		0
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>		<b>18.52</b>		<b>3.071</b>		<b>8.1</b>
REQUERIMIENTO			18		2,8		8 -- 11

. Composición teórica suplemento con 20% de harina de *Lupinus mutabilis* en reemplazo de la torta de soya

<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>% PROTEINA</b>	<b>CANTIDAD PROTEINA g</b>	<b>Kcal/kg</b>	<b>ED</b>	<b>% FIBRA</b>	<b>CANTIDAD FIBRA g</b>
<i>Lupinus mutabilis</i>	3.6	0,48	1.728	0,037	0	0.01	0
TORTA DE SOYA	14.4	0,46	8.28	0,0355	0,63	0,05	0,5
MAIZ	18	0,08	1.44	0.03	0,639	0,025	0,625
SALVADO DE TRIGO	25	0,14	3,5	0,027	0,675	0,105	2,625
MOGOLLA DE TRIGO	22	0.15	3.3	0.018	0.432		0.17
ACEITE VEGETAL	0.5	0	0	0.9	0.45		0
MELAZA	10	0,2	2	0,0245	0,392	0,005	0,05
PREMEZCLA	1	0	0	0	0		0
SAL COMUN	1.5	0	0	0	0		0
CaCO <sub>3</sub>	2	0	0	0	0		0
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>		<b>18.5</b>		<b>3.004</b>		<b>5</b>
REQUERIMIENTO			18		2,8		8 -- 11

Composición teórica suplemento con 40% de harina de *Lupinus mutabilis* en reemplazo de la torta de soya

<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>% PROTEINA</b>	<b>CANTIDAD PROTEINA g</b>	<b>Kcal/kg</b>	<b>ED</b>	<b>% FIBRA</b>	<b>CANTIDAD FIBRA g</b>
<i>Lupinus mutabilis</i>	7.2	0,48	3.456	0,037	0.2664	0.01	0.12
TORTA DE SOYA	10.8	0,46	4.968	0,0355	0,378	0,05	0,4
MAIZ	18	0,08	1.44	0.03	0,639	0,025	0,625
SALVADO DE TRIGO	25	0,14	3,5	0,027	0,675	0,105	2,625
MOGOLLA DE TRIGO	22	0.15	3.3	0.018	0.432		3.74
ACEITE VEGETAL	0.5	0	0	0.9	0.45		0
MELAZA	10	0,2	2	0,0245	0,392	0,005	0,05
PREMEZCLA	1	0	0	0	0		0
SAL COMUN	1.5	0	0	0	0		0
CaCO <sub>3</sub>	2	0	0	0	0		0
TOTAL	100		18.5		3.004		5.15
REQUERIMIENTO			18		2,8		8 -- 11

Composición teórica suplemento con 60 % de harina de *Lupinus mutabilis* en reemplazo de la torta de soya

<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>% PROTEINA</b>	<b>CANTIDAD PROTEINA g</b>	<b>Kcal/kg</b>	<b>ED</b>	<b>% FIBRA</b>	<b>CANTIDAD FIBRA g</b>
<i>Lupinus mutabilis</i>	12	0,48	5.76	0,037	0.444	0.01	0.072
TORTA DE SOYA	8	0,46	3.68	0,0355	0,28	0,05	0,54
MAIZ	18	0,08	1.44	0.03	0,639	0,025	0,625
SALVADO DE TRIGO	25	0,14	3,5	0,027	0,675	0,105	2,625
MOGOLLA DE TRIGO	22	0.15	3.3	0.018	0.432		3.74
ACEITE VEGETAL	0.5	0	0	0.9	0.45		0
MELAZA	10	0,2	2	0,0245	0,392	0,005	0,05
PREMEZCLA	1	0	0	0	0		0
SAL COMUN	1.5	0	0	0	0		0
CaCO <sub>3</sub>	2	0	0	0	0		0
TOTAL	100		18.9		3.129		5.11
REQUERIMIENTO			18		2,8		8 -- 11

## Anexo K. Recopilación fotográfica del periodo experimental





## BIBLIOGRAFIA

ARGELLES. G. La conservación de los forrajes en la empresa ganadera. Contribución del proyecto especies forrajeras de la División de Proyectos Especiales de la Investigación Pecuaría del ICA, Banco Ganadero. Colombia. 1992. p 65-73.

ARAUJO, M. y NARVÁEZ. D. Valoración de las harinas de Zarza (*Mimosa albida*) y Ortiga (*Urera sp.*) en levante y ceba de cuyes (*Cavia porcellus*). Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias, Programa de Zootecnia. Pasto, Colombia, 2008. p. 51.

AVILA, J. 1979. Mejoramiento integral del Tarwi. En: segunda reunión nacional sobre tarwi. Pairumani. Cochabamba, Bolivia.

BASANTE, I. 2009. Evaluación in vitro de la actividad microbiana de los alcaloides del agua de cocción del proceso desamargado del chocho (*lupinus mutabilis sweet*). Tesis (Bioquímico farmacéutico). Escuela Politécnica del Chimborazo.

BERNAL, E. Algunas características agronómicas de los raigrases. Revista semillas. Bogotá. Acribia.1984.p28-32.

BURBANO, Sandra y RIVERA, Claudia. Valoración nutritiva de los forrajes papayuelo (*Cnidocolus aconitifolius*) y botón de oro (*Thitonia diversifolia*) en mezcla con pasto kingras (*Pennisetum hybridum*) para la alimentación de cuyes durante las fases de crecimiento y engorde. 2006. p. 72. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño, Pasto, Colombia; Facultad de ciencias pecuarias, Programa de Zootecnia.

BURGOS, D. y ACOSTA, J. Evaluación de harina de Colla negra (*Smallantus pyramidalis*) como alternativa de suplementación en la alimentación en cuyes (*Cavia porcellus*). Tesis (Zootecnia). Universidad de Nariño. Facultad de ciencia Pecuarias. Programa de Zootecnia. Pasto. Colombia. 2009.

BUXADE.C. Zootecnia bases de producción animal. Alimentos y racionamiento. Mexico:Mundi Prensa. 1995. 196p.

CARVAJAL, J. y VIVAS, N. Evaluación del remplazo parcial del forraje axonopus sp por saccharina rustica en la alimentación del cuy (cavia porcellus). En: Revista Cubana de Ciencias Agrícolas. Tomo 42,No .3,2008.< URL: [Revistas.mes.edu.cu/sjas/repositorio/00347485/tomo .../file](http://Revistas.mes.edu.cu/sjas/repositorio/00347485/tomo.../file)>

CASTALLEDA, B. Probiótico elaborado en base a las semillas de lupinus mutabilis sweet (chocho o tarwi). acta medica peruana. V.25 n4.Lima.2008.

CASTAÑEDA, B.Efecto metabólico de lepidium meyenii, "MACA" y lupinus mutabilis sweet "CHOCHO" en ratas. Revista Horizonte medico. Vol 7 N° 1, junio 2007.

CAICEDO, C Y PERALTA, E. postcosecha y mercadeo de chocho (lupinus mutabilis sweet), Quito: estación experimental santa Catalina.2000. Boletín técnico nº 89.

CAYCEDO, A y EGAS, L. Aspectos técnicos e investigación en la explotación cuyes (*Cavia porcellus*). Universidad de Nariño. Pasto. 1993. p 110.

CAYCEDO, A. Experiencias Investigativas en la Producción de Cuyes (*Cavia porcellus*). Pasto- Colombia: Universidad de Nariño, 2000. p. 95.

CAYCEDO,A. Aspectos técnicos y sistemas de producción. Pasto, Colombia. 1991.56p.

----- El cuy, historia, cultura y futuro regional. Ed. Colombia Grafica. Pasto Colombia, 2004. 139p.

CALPA, A. y MELO, S. Valoración nutritiva del ensilaje Obonuco Triticale 98 (*Triticum spp*) y Avena (*Avena sativa*) línea 15/85 y Cayuse de la alimentación de vacas Holstein mestizo en producción en el Altiplano de Pasto. Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar al título de Zootecnista. Universidad de Nariño. Pasto. 2003. p. 25.

CORAL, J. y REYES, A. Evaluación de los rendimientos productivos en cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con forraje confrey (*Symphytum 75 peregrinum*) y pasto Aubade (*Lolium sp.*).Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar al título de Zootecnista. Universidad de Nariño. Pasto. 1997. p. 17-18.

CORREA, Ramón. La crianza del cuy: Manual Técnico. Pasto, Colombia: ICA. 1986., p 46

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

CHURCH, C. fundamento de nutrición y alimentación en animales. México: limusa, 1990.440p.

CERRATE,A.Y CAMARENA,M. Agronomía,mejoramiento genético, semillas en informe de avances de investigación del "Tarwi" (*lupinus mutabilis sweet*), en la U.N.A. la Molina,Lima,Peru, Universidad de la Agraria Molina,1981.

CHAUCA, L. Sistemas de producción de cuyes (*Cavia porcellus*). En: Crianza de cuyes, Serie Didáctica. INIA. Lima, 1994. p. 45

CRECE. Centro de estudios regionales cafeteros y empresariales. "estudio sobre la competitividad de maíz y soya en la altillanura colombiana". Informe final. Bogotá 2010.

DÍAZ, J. ZAMBRANO, A. Utilización de cubos multinutricionales como suplemento en la alimentación de cuyes de engorde. Pasto. Colombia, 1990, 60p. Tesis de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de ciencia Pecuarias. Programa de Zootecnia.

GÁLVEZ, Arturo. Experiencias de manejo silvopastoril y alimentación animal en sistemas alto andinos. En: Curso instrumentos y mecanismos para la gestión integral y sostenible de cuencas. Antioquia, Colombia: INWENT, CIPAV, ARPAS, CORNARE. 2005. p.3.

GROSS, R. 1982. El cultivo y la utilización del Tarwi. Estudio FAO. Producción y Protección Vegetal, no 36, p. 36-48.

GLENGROSS, B. 2001. Feeding lupins to fish: A review of the nutritional and biological value of lupins in aquaculture feeds. Department of Fisheries, Government of Western Australia (DFWA). pp 117.

Glencross B, Curnow W, Hawkins G, Kissil, W.M., Peterson D., 2003. Evaluation of the feed value of transgenic strain of the narrow leaf lupin (*Lupinus angustifolius*) in the diet of the marine fish, *Pagrus auratus*. Aquaculture Nutrition 9, 1-10.

GUTIERREZ, F Y GONZALES, C. Fisiología aplicada a la veterinaria y zootecnia. Centro edit. Universidad de Caldas. Manizales, Colombia.1998.

HATZOLD,GONZALES, GROSS y ELMADFA. Possibilities of lupin embittering though extraction with different solvens.Firs international lupine workshop. national institute of health. Lima, Peru.1980.

IDEAM. Instituto de Hidrología, Meteorología y estudios ambientales. <URL:<http://institucional.ideam.gov.co/jsp/loader.jsf?IServicio=Publicaciones&ITipo=pubicaciones&IFuncion=loadContenidoPublicacion&id=257>>[Disponible en internet].

ILC (International Lupin Conference). 2005. Feed & Food, Grain specifications and suppliers Documento disponible en: <http://www.lupins.org/feed/>

INCAP. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá. URL:<http://www.incap.org.gt/incap/>

JUAREZ, C y MORA, F. Destoxificación comparativa de tres especies de *Lupinus silvestres* y de *Lupinus mutabilis* cultivada en México. Tesis de química, México, Universidad Nacional de México, facultad de química. 1990.

LEON, J. Plantas alimenticias andinas. Instituto Americano de ciencias agrícolas, Lima, Perú. 1984.p.93-95.

LOPEZ, J. Nutrición de monogástricos. Universidad de Nariño. Programa de Zootecnia. San Juan de Pasto. 1989. p. 389.

LESCANO J, ZÚÑIGA E, VALDIVIA R. 1991. Obtención de líneas precoces de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet). In: Actas, 7. Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos, La Paz, Bolivia. IBTA-ORSTOM-CIID, 4-8 February 1991. pp. 173-177.

LESCANO J, ZÚÑIGA E, VALDIVIA R. 1991. Obtención de líneas precoces de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet). In: Actas, 7. Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos, La Paz, Bolivia. IBTA-ORSTOM-CIID, 4-8 February 1991. pp. 173-177.

MAYNARD, I. Nutrition Animal. Septima edition. McGRAW-HILL. Mexico. 1981

McDonald, P., Edwards, R. y Greenhalgh, J. 1981. *Nutrición animal*. Zaragoza, España, Ed.

Acribia.

MIRAMAC, Jhon y PORTILLO, P. valoración de la harina de frijol de desecho (*Phaseolus vulgaris*), en la productividad de cuyes (*Cavia porcellus*), bajo un esquema estratégico de suplementación proteica durante las fases de levante y engorde. Pasto, Colombia: 2007, p. 54. Trabajo de grado (Zootecnia)

Universidad de Narino. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requeriments of laboratoy animals. National Academy of Science. Washington. 1978, p.96. (NRC).

NTC. Norma técnica Colombina alimento para animales/ torta de soya3682.Bogota.

NRC national research consil.nutrient requeriment of laboratory animals. National Academy of sciencie. Washington.1978,p.96.(NRC).

MARTINEZ, R. Requerimientos nutricionales del cuy. En: PRIMER CURSO INTERNACIONAL DE CUYICULTURA. (1º: 2006: Ibarra). Memorias del Primer Curso Internacional de Cuyicultura. Ibarra: ASOPRAN, 2006.

MACRAE,R. y ZAND, A. The determination of componet oligasaccharides of lupine seed by high presure liquid chomatography. I.Sci.food.AGRIC.29: 1993-1994, USA.1988.

MUJICA, A. y JACOBSEN,S.El tarwi (lupinus mmutabilis sweet) y sus parientes silvestres.Boanica económica de losandes centrales.universidad Nacional del Antiplano, Puno,Peru.2006: 458-482.

MUÑOZ, Rolando. Centro de investigación del Tarwi.2007. p3.

ORTEGA, E, RODRIGUEZ, A. ZAMORA, A. caracterización de la semilla de lupino(lupinus mutabilis ) sembrado en los andes de Colombia. Disponible en internet

[[www.revista.unal.edu.co/index.php/acta/\\_agronomica/article/...14955](http://www.revista.unal.edu.co/index.php/acta/_agronomica/article/...14955) [15 abril 2010]

PALACIOS, J. ORTEGA, R. efecto del tiempo de remojo, lavado, cocción sobre el contenido de alcaloides y proteína en chocho (lupinus mutabilis sweet). URL: <http://www.idrc.ca/EN/Pages/404Error.aspx?badpage=http://www.idrc.ca/library/>

PALACIOS, C., CHAVEZ, M.C. Olvera-Novoa, M.A., Abdo de la Parra, M.I. (1996)Fuentes alternativas de proteínas vegetales como sustitutos de la harina de pescado para la alimentación en acuicultura. Avances en Nutrición Acuícola III pp 279-361

PORTAL AGRARIO. Ministerio de Agricultura. Realidad y problemática del sector pecuario – Cuyes. [on line]. 2006. [Perú]. [citado 9 noviembre. 2006] Disponible en internet: [URL:// www. Portalagrario.gov.pe/index.php](http://www.Portalagrario.gov.pe/index.php)

Programa de desarrollo regional/cultivo de la soya. Disponible URL: <http://www.oas.org/dsd/publication/unit/oea17s/ch30.htm> [mayo 2011]

RODRIGUEZ,A. composition and funtional properties of lupinus campestris protein isolates. Plant food for human nutrition.60, 99-107. ]. [citado 25 abril 2010] Disponible en internet: [URL:// www. Ncvi.nlm.nih.gov/puvemed/16187011.](http://www.Ncvi.nlm.nih.gov/puvemed/16187011)

RODRIGUEZ, A. Evaluación “in vitro” de la actividad antimicrobina de los alcaloides del agua de cocción del proceso de desamargado del chocho (*Lupinus mutabilis sweet*). Tesis de grado. Bioquimico Farmaceutico. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo.2009. p19

REVOLLO, K. document guia para productores.Bolivia 2006. <[URL://www.umns.edu.bo/epubs/etexts/donwlands/37c.pdf](http://www.umns.edu.bo/epubs/etexts/donwlands/37c.pdf)>

RICO,E. 1995. Evaluación de harina de tarwi y soya en dietas para cuyes en la etapa de crecimiento. Tesis. Ingeniero agrónomo, Cochabamba, Bolivia. Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Ciencias Agrícolas y pecuarias. Departamento de Zootecnia.66p.

RIVERA,M. VELA, G. utilización de harina de tarwi desamargada en la alimentación de pollos de engorde. Tesis. Universidad de Nariño.1986.

RUBIO,C.SANCHEZ,A. Evaluación de cubos multinutricionales en la etapa de gestación en cuyes (*cavia porcellus*) pasto, Colombia: 1992,p.1. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias. Programa de Zootecnia.

SALIS, A. cultivos andinos alternativa popular. Cuzco: Centro de Estudios Rurales Andinos Bartolome de las Casas CEDEP- AYLLU. Peru 2006. URL: [www.cadenacuy.pe/.../avanceseninvestigaciondecrianzadecuyes\\_2pdf](http://www.cadenacuy.pe/.../avanceseninvestigaciondecrianzadecuyes_2pdf)>

SIAVICHAY,G. Evaluación agronómica de quince ecotipos de chocho (*lupinus mutabilis sweet*) y aspectos relacionados con mejoramiento genético. Tesis de Ing. Agronómica.

SILVA, J. Establecimiento y manejo de praderas de clima frío. Pasto. Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). 1992. p 20.

SCHMIDLIM-MEZAROS, J. eine nahrungsmittelvegiftung mit lupinebohn. Mitt Aus dem gebiete der Lebensmittelunters. Umbers. Hyg.64:1994-205.1973. URL: [http:// www.jn.nutrition.org/cotent/112/1/70.full.pdf](http://www.jn.nutrition.org/cotent/112/1/70.full.pdf)[abril 25 2010]

TSAI, G, GALANO, H., VILLAREAL, C. Manual de ingredientes proteicos y aditivos empleados en la formulación de alimentos balanceados para camarones peneidos. Universidad de Mar del Plata.2007. [www.cibnor.org/bioelis/pdf/MANUAL\\_INGREDIENTES\\_PROTEICO S.pdf](http://www.cibnor.org/bioelis/pdf/MANUAL_INGREDIENTES_PROTEICO_S.pdf).

TELLEZ, J. 1995. Influencia del tarwi (*Lupinus mutabilis* sweet) en la producción de cuyes (*Cavia porcellus*). Tesis. Ingeniero agrónomo. Sucre, Bolivia. Universidad mayor real y pontificia de san francisco Xavier de Chuquisaca. Facultad de ciencias agrícolas, pecuarias y forestales. Departamento de zootecnia.85p.

TORRES, L.; ARAGON, L. y SILVA, A. Efecto de la Acacia (*Acacia decurrens*) en el desarrollo y producción del pasto Aubade (*Lolium multiflorum*, Lam). Artículo científico presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agroforestal, Facultad de Ciencias Agrícolas. Pasto, Colombia. 2009.

VALLEJO, J. 1991. Evaluación de diferentes fuentes de proteína para la alimentación de cuyes. Tesis. Ingeniero Agrónomo. Cochabamba, Bolivia. Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. Departamento de Zootecnia. 88 p.

VILLAREAL, E y PANTOJA, J. Utilización de la torta de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) amargada y desamargada en el acabado de pollos de engorde. Tesis de zootecnia. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de ciencias pecuarias, 1986. 100p.

Villareal, C.,H y F, Manual de ingredientes proteicos y aditivos empleados en la formulación de balanceados para camarones peneidos. Garcia-galano, T, J (Eds). 2007, Eudem ISBN: 978-987-1371-02-0.

ZAMBRANO, M. y DELGADO, C. Evaluación de la respuesta nutricional de los cuyes alimentados con harina de lombriz. Tesis (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia. Pasto. Nariño. 2005

ZALDIVAR, M. y VARGAS, N. Estudio de tres niveles de azúcar como fuente de energía mas un concentrado comercial en cobayos. EELM, Lima, Peru. 7p.1979.123