





VALORACION NUTRITIVA DEL FORRAJE COLLA NEGRA (*Smallanthus  
pyramidalis*) EN MEZCLA CON PASTO KIKUYO (*Pennisetum clandestinum*) EN  
LA ALIMENTACIÓN DE CUYES (*Cavia porcellus*), FASES DE LEVANTE Y  
ENGORDE

LUIS ALONSO BELALCAZAR LOPEZ  
OSCAR ARMANDO NARVAEZ ARTEAGA

UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
PROGRAMA DE ZOOTECNIA  
SAN JUAN DE PASTO  
2008

VALORACION NUTRITIVA DEL FORRAJE COLLA NEGRA (*Smallanthus  
pyramidalis*) EN MEZCLA CON PASTO KIKUYO (*Pennisetum clandestinum*) EN  
LA ALIMENTACIÓN DE CUYES (*Cavia porcellus*), FASES DE LEVANTE Y  
ENGORDE

LUIS ALONSO BELALCAZAR LOPEZ  
OSCAR ARMANDO NARVAEZ ARTEAGA

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

Presidente  
ARTURO GÁLVEZ CERON  
Zoot., M.Sc.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
PROGRAMA DE ZOOTEKNIA  
SAN JUAN DE PASTO  
2008

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

**Artículo 1º del acuerdo N° 324 de octubre 11 de 1966 emanado del honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.**

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

---

---

**ARTURO GÁLVEZ CERON M. Sc.**  
**Presidente**

---

**HERNÁN OJEDA JURADO Esp.**  
**Jurado delegado**

---

**ALBERTO CAYCEDO VALLEJO I.A., M.Sc.**  
**Jurado**

**San Juan de Pasto, febrero del 2008**

## **DEDICATORIA**

**A Dios por ser la luz en mi camino**

**A mis padres: Alonso y Sofía por su apoyo incondicional**

**A mis hermanos: C.P., M. Sc Gloria Belalcazar  
Mayor F.A.C Oscar Belalcazar  
D.M Maribel Belalcazar**

**A mi novia, Maria Teresa Bravo por brindarme su apoyo en la culminación de esta meta**

**A mí compañero de tesis: Oscar Narváez por ser el amigo en las buenas y malas**

**LUÍS ALONSO BELALCAZAR LOPEZ**

## **DEDICATORIA**

**A Dios**

**A mi padre: Buenaventura Narváez.**

**A mi madre. Elvia Marina Arteaga.**

**A mis hermanos: German, Manuel, Maria Eugenia y Mónica Andrea.**

**A mis sobrinos: Sebastián, Valentina, Jhon Felipe, Maria Fernada.**

**OSCAR ARMANDO NARVAEZ ARTEAGA**

## AGRADECIMIENTOS

ARTURO GÁLVEZ CERON.	Zootecnista M.Sc.
HERNÁN OJEDA JURADO.	Zootecnista Esp.
ALBERTO CAYCEDO VALLEJO	I.A., M.Sc.
EFREN INSUASTY SANTACRUZ	Zootecnista Esp.
OSCAR MONCAYO OTERO	Zootecnista Esp.
ANA JULIA MALLAMA GOYES	Zootecnista.
SANDRA ESPINOSA NARVÁEZ	Laboratorista.
FAMILIA TABLA ROJAS	.

A la Facultad de Ciencias Pecuarias, Programa de Zootecnia de la Universidad de Nariño.

Todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la culminación de este trabajo.

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	21
1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	22
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	23
3. OBJETIVOS	24
3.1 OBJETIVO GENERAL	24
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
4. MARCO TEÓRICO	25
4.1 GENERALIDADES FISIOLÓGICAS DEL CUY	25
4.1.1 Fisiología digestiva del cuy	25
4.2 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LOS CUYES	26
4.2.1 Necesidades de proteína	26
4.2.2 Necesidades de fibra	26
4.2.3 Necesidades de energía	27
4.2.4 Necesidades de grasa	28
4.2.5 Necesidades de agua	28
4.2.6 Necesidades de minerales y vitaminas	28
4.3 GENERALIDADES DE DIGESTIBILIDAD	29
4.3.2 Formas de determinación de la digestibilidad	29
4.4 UTILIZACIÓN DE FORRAJES EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES	30
4.4.1 Colla negra ( <i>Smallanthus pyramidalis</i> )	31

4.4.10 Pasto kikuyo ( <i>Pennisetum clandestinum</i> )	34
5. DISEÑO METODOLÓGICO	37
5.1 DIGESTIBILIDAD APARENTE DEL FORRAJE ARBÓREO COLLA NEGRA	37
5.1.1 Localización	37
5.1.2 animales	37
5.1.3 Equipos	37
5.1.4 Alimentación	37
5.1.5 Tratamientos	37
5.1.6 Plan sanitario	38
5.1.7 Desarrollo del experimento	38
5.1.8 Variables evaluadas	38
5.2 EVALUACIÓN DEL FORRAJE ARBÓREO COLLA NEGRA EN MEZCLA CON EL PASTO KIKUYO PARA LA FASE DE LEVANTE Y ENGORDE DE CUYES	39
5.2.1 Localización	39
5.2.2 Animales	39
5.2.3 Instalaciones	39
5.2.4 Alimentación	39
5.2.5 Manejo de los pastos	39
5.2.6 Tratamientos	39

5.2.7	Diseño experimental	40
5.2.8	Variables evaluadas	41
5.2.12	Mortalidad	41
5.2.13	Análisis parcial de costos	41
6.	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	42
6.1	Análisis bromatológico	42
6.2.1	Consumo de materia seca	44
6.2.2	Digestibilidad <i>in vivo</i> de la materia seca	45
6.2.3	Digestibilidad <i>in vivo</i> de la proteína	46
6.2.4	Digestibilidad <i>in vivo</i> de la fibra cruda	47
6.2.5	Digestibilidad <i>in vivo</i> del extracto etéreo	48
6.2.6	Digestibilidad <i>in vivo</i> del extracto libre de nitrógeno	49
6.2.7	Nutrientes digestibles totales	49
6.2.8	Razón nutritiva	50
6.3	PRUEBA DE COMPORTAMIENTO EN LAS FASES DE LEVANTE Y ENGORDE	50
6.3.1	Consumo de alimento	50
6.3.2	Incremento de peso	51
6.2.3	Conversión alimenticia	53
6.3.4	Mortalidad	54
6.4	ANÁLISIS PARCIAL DE COSTOS	57
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59

7.1 CONCLUSIONES	59
7.2 RECOMENDACIONES	61
BIBLIOGRAFÍA	62
ANEXOS	65

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Aspecto de una planta de Colla negra ( <i>Smallanthus pyramidalis</i> ).	31
Figura 2. Aspecto de una pradera kikuyo ( <i>Pennisetum clandestinum</i> ).	35
Figura 3. Consumo de materia seca Colla negra ( <i>Smallanthus pyramidalis</i> ).	45
Figura 4. Consumo de alimento en materia seca en cuyes ( <i>Cavia porcellus</i> ) alimentados con pasto kikuyo ( <i>Pennisetum Clandestinum</i> ), y forraje arbóreo Colla negra ( <i>Smallanthus pyramidalis</i> ) en fase de levante y engorde.	51
Figura 5. Incremento de peso en cuyes ( <i>Cavia porcellus</i> ) alimentados con pasto kikuyo ( <i>Pennisetum Clandestinum</i> ), y forraje arbóreo Colla negra ( <i>Smallanthus pyramidalis</i> ) en fase de levante y engorde.	53
Figura 6. Conversión alimenticia en cuyes ( <i>Cavia porcellus</i> ) alimentados con pasto kikuyo ( <i>Pennisetum Clandestinum</i> ), y forraje arbóreo Colla negra ( <i>Smallanthus pyramidalis</i> ) en fase de levante y engorde.	55
Figura 7. Mortalidad.	55
Figura 8. Análisis de rendimiento en canal.	56
Figura 9. Rentabilidad económica para cada uno de los tratamientos.	57

## LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Análisis de la Varianza y prueba de Duncan para la variable consumo de alimento en la fase de levante.	65
Anexo B. Análisis de la Varianza y prueba de Duncan para la variable consumo de alimento en la fase de engorde.	66
Anexo C. Análisis de varianza y prueba de Duncan para la variable incremento de peso día en la fase de levante.	67
Anexo D. Análisis de varianza y prueba de Duncan para la variable incremento de peso día en la fase de engorde.	68
Anexo E. Análisis de varianza y prueba de Duncan para la variable conversión alimenticia en la fase de levante.	69
Anexo F. Análisis de varianza y prueba de Duncan para la variable conversión alimenticia en la fase de engorde.	70
Anexo G. Balance de MS proteína y energía para la etapa de levante.	71
Anexo H. Balance de MS proteína y energía para la etapa de engorde.	72
Anexo I. Consumo de materia seca en las fases de levante y engorde.	73
Anexo J. Incremento de peso en la etapa de levante y engorde.	74
Anexo K. Conversión alimenticia al levante y engorde.	75
Anexo L. Digestibilidad Alimento ofrecido. Rechazado y excretado.	76
Anexo M. Consumo diario en la prueba de comportamiento.	77
Anexo N. Desperdicio de Kikuyo y Colla negra en la fase de levante.	78
Anexo O. Desperdicio de Kikuyo y Colla negra en la fase de engorde.	79
Anexo P. Rendimiento en canal.	80
Anexo Q. Composición del alimento y heces.	81

## LISTA DE TABLA

Tabla 1. Requerimientos nutritivos del cuy en diferentes etapas.	27
Tabla 2. Requerimientos nutricionales del cuy.	27
Tabla 3. Composición química de la colla negra ( <i>Smallanthus pyramidalis</i> ).	33
Tabla 4. Producción forrajera de la colla negra ( <i>Smallanthus Pyramidalis</i> ).	33
Tabla 5. Prueba de aceptabilidad en cuyes ( <i>Cavia porcellus</i> ).	34
Tabla 6. Composición química pasto kikuyo ( <i>Pennisetum clandestinum</i> ).	35
Tabla 7. Composición bromatológica del forraje arbóreo Colla negra ( <i>Smallanthus pyramidalis</i> ).	42
Tabla 8. Coeficiente de digestibilidad aparente en vivo de materia seca, proteína, fibra cruda, extracto libre de nitrógeno y extracto etéreo, valores nutrientes digestibles totales y razón nutritiva.	44
Tabla 9. Consumo de alimento en materia seca pasto kikuyo ( <i>Pennisetum clandestinum</i> ), y forraje arbóreo colla negra ( <i>Smallanthus pyramidalis</i> ) en fases de levante y engorde.	51
Tabla 10. Incremento de peso en cuyes ( <i>Cavia porcellus</i> ) alimentados con pasto kikuyo ( <i>Pennisetum clandestinum</i> ), y forraje arbóreo colla negra ( <i>Smallanthus pyramidalis</i> ) en fases de levante y engorde.	52
Tabla 11. Conversión alimenticia en cuyes ( <i>Cavia porcellus</i> ) alimentados con pasto kikuyo ( <i>Pennisetum clandestinum</i> ), y forraje arbóreo colla negra ( <i>Smallanthus pyramidalis</i> ) en fases de levante y engorde.	54
Tabla 12. Rendimiento en canal para cada uno de los tratamientos.	56
Tabla 13. Resultados económicos para cada uno de los tratamientos.	58

## GLOSARIO

**ALIMENTO:** Cualquier material generalmente de origen vegetal o animal que contiene los nutrimentos esenciales.

**ANÁLISIS PROXIMAL:** Combinación de procedimientos analíticos que se utilizan para cuantificar el contenido de proteínas, lípidos, materia seca, cenizas y glucidos de los alimentos, tejidos animales o excretas.

**BIOMASA:** Masa total de los componentes biológicos de un ecosistema

**BROMATOLOGÍA:** es el análisis de las propiedades químicas de un alimento llevadas a cabo en un laboratorio.

**CELULOSA:** polímero de glucosa que se encuentra en un enlace resistente a la hidrólisis producida por las enzimas digestivas

**CIEGO:** Se encuentra inmediatamente después del intestino delgado y que contiene una población muy numerosa de bacterias anaeróbicas.

**COLON:** Parte del Intestino grueso, que se encuentra después del ciego y del intestino delgado; contiene un gran población de bacterias anaeróbicas que fermentan los glucidos complejos que representan una contribución energética significativa en algunos animales

**CONVERSIÓN ALIMENTICIA:** Cantidad de alimento que necesita consumir un animal para incrementar 1 Kg. de peso.

**DIETA:** Mezcla de alimentos que se suministra según un programa continuo o prescrito; una dieta balanceada suministra todo los nutrimentos necesarios para mantener una salud normal y las funciones productivas.

**DIGESTIBILIDAD APARENTE:** Porcentaje de un nutrimento de un alimento que aparentemente se digiere y absorbe en el tubo gastrointestinal.

**DIGESTIBILIDAD *IN VIVO*:** Corresponde a una medida de la proporción del alimento que es digestible. La digestión *in vivo* de un nutriente se mide típicamente como la diferencia entre la cantidad ingerida y la cantidad excretada.

**MATERIA SECA:** Resultado de restar la humedad del material analizado (alimento) y que generalmente se da en términos de porcentaje

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

**VALOR NUTRITIVO:** Balance de nutrientes de un forraje o alimento para garantizar a los animales la asimilación y el aprovechamiento para el crecimiento y producción.

**COLLA NEGRA:** Arbusto de la familia asteraceae de 3 mts de altura aproximadamente, es una planta colonizadora frecuentemente se observa en rastrojos y bosques secundarios.

## RESUMEN

La falta de disponibilidad de forrajes en épocas críticas de verano para la alimentación de cuyes hace necesaria la utilización de nuevas alternativas de alimentación, en este caso el uso del forraje arbustivo Colla negra (*Smallanthus pyramidalis*), la cual se perfila como una gran alternativa en la alimentación de cuyes.

Esta investigación se realizó en dos etapas, la primera fue la prueba de digestibilidad que se realizó en las instalaciones de la Universidad de Nariño. En la cual se obtuvieron los siguientes datos. La digestibilidad: por la materia seca fue 74.4%, proteína 80%, fibra cruda 92.48%, extracto etéreo 53.57% y extracto libre de nitrógeno 28.89%

La prueba de comportamiento se realizó en la vereda Alto de Daza, finca La Palma, localizada al nororiente del municipio de Pasto. Con una altura de 2745 msnm, y una temperatura de 12 °C y una precipitación de 1300 mm y una humedad relativa de 77%.

En esta se utilizaron 60 cuyes machos, destetos, con un peso aproximado de 200 a 250 g, a los cuales se les suministró forraje arbóreo Colla negra en mezcla con pasto kikuyo en diferentes porcentajes.

Los animales se distribuyeron en un diseño irrestrictamente al azar, constituido por tres tratamientos, cinco repeticiones por tratamiento, cada réplica estuvo constituida por cuatro cuyes machos.

Para la fase de levante se establecieron los siguientes tratamientos T1 (100% pasto kikuyo + suplemento 20g), T2 (70% pasto kikuyo + 30% forraje colla negra + suplemento 20g), T3 (60% pasto kikuyo + 40% forraje colla negra + suplemento comercial 20g), para un suministro de 400 g por animal. Para la fase de engorde se estableció un consumo de 500g/animal/día con los porcentajes anteriormente mencionados.

Para evaluar los distintos tratamientos se realizarán los respectivos análisis de varianza y la respectiva prueba de Duncan para las variables productivas consumo de alimento, incremento de peso y conversión alimenticia.

Para el consumo de alimento en la fase de levante hay diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre los tratamientos. De acuerdo a la prueba de comparaciones múltiples de Duncan se comprobó son diferentes estadísticamente, el mayor consumo de materia seca fue para el T2 (76.29), seguido de T3 (74.46) y T1 (67.20g/animal/día). Para la fase de engorde, según

la prueba de Duncan, hay diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre los tratamientos T3 (85.48) y T2 (84.80) con respecto a T1 (81.92) g/animal/día.

Para la fase de levante. Según la prueba de Duncan, se mostró diferencias altamente significativas entre los tratamientos T1, T2 y T3 y ( $P < 0.01$ ). El tratamiento T3 presentó los mayores incrementos diarios de peso con 11.98g, seguido de T2 con 11.15. El T1 fue menor con 10.60g. Para la fase de engorde, según la prueba de Duncan, indica que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos T3 (11.99) y T2 (11.75) con respecto a T1, (10.67g/animal/día).

Para el parámetro conversión alimenticia para las dos fases se encontraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos ( $P < 0.01$ ). Según la prueba de Duncan se encontró que el tratamiento T3 tuvo una mejor conversión alimenticia en las dos fases evaluadas, así mismo el T1 y T2 mostró una conversión menos eficiente en ambas fases respecto a T3

Los costos de alimentación más bajos los presentó el tratamiento T3 (33627), seguido del T2 con (34047) y T1 (35047).

La mejor rentabilidad la presentó el T3 (44.27%), seguido el T2 con (39.57) y la más baja la presentó el T1 con (32.88%).

## ABSTRACT

The lack of availability of forages in epoch of summer for the nutrition of cuyes have necessary the utilization of news alternatives of nutrition in this case he use of the forajes shrub colla negra (*smallantus piramidalys*) the wich le profile that one grand alternatives in the nutrition of cuyes.

This investigation to realice in the property the Palm, located the nortorient of municipality of pasto, whit on altitude of 1750 msnm , whit temperatura of 12° and precipitación of 1048 mm. The work consists in two experimental stages. Firts related with the determination of the apparent digestibilidad of the foraje shrub Colla Negra and secund the evaluation of animal conduct. Increase of weight, consupcion of dry matter, and nutritional conversión. Of the foraje shrub colla negra, pasture Kikuyo more suplement, in the phase the east and fattenthe cuyes.

The thest of apparent digestibilidad to realize in the istaltiones of the University of Nariño, in the first istance to realice one staages preexperiment in the witch to adapt the animales.To food consumption of the foraje shrub colla negra, have one duration of 15 days, in the whitch to give food on Hill for determination of the food consupcion and reject.

The experimental stages have one duration of 8 days , in this to utilize 8 cuyes males of 3 manths of age and 900 grams.a the which to give one food with foraje shrub colla negra. The variables to evaluate were food consumption and apparent digestibilidad of protein, dry matter, crude fiber, energy, etereo extract and the calculate of free nitrogen extract (ELN). The analizing apparent digestibilidad in the different evaluated parameters to obtanaid results were. Dry matter 74.4%. Protein 80%, crude fiber 92.48%, etereo extract 53.51% and free nitrogen extract (ELN) 28.89.

For the testo f behavior to realice in the path tall of daza, in where to used 60 cuyes males weaned with a weightapproximated of 200 to 250 grams, the which to give forage shrub colla negra in mix with pasture kikuyo in differents porcentajes.

Use a design un restrictedly at random day conformed by three treatments and five returns by treatment, eaach talks back is costituted by tour cuyes males for one total of 60 animales tour the phases of east of the following manner. T1(100%pasture kikuyo , 400 grams more 20 grams the suplement), T2 (70% pasture kikuyo 280 grams, 30% foraje shrub colla negra 120 grams, more 20grams suplement) T3 (60% pasture kikuyo 240 grams, more 40% foraje shrub colla negra 160 grams more 20 grams suplement for one suplí of 400 grams of food for animal. For the phase the fatters to establish a consumption the 500 grams/animal/day whit the porcentaje establish.

For the evaluation the different treatments to realize the respective analysis of variable for the productive variables of weight nutritional conversion.

For the food consumption in the phases of east were highly significant differences between the treatments highly. It was verified that the treatment with greatest consumption of dry matter was the T2 (76.29) grams followed by T3 (74.46) grams and T1 (67.20) grams animal days. For the phase of fatter according to the Duncan test indicate were highly significant differences ( $P < 0.01$ ) between treatments T3 (85.48) and T2 (84.48) grams with respect to T1 (81.92) grams animal day.

The increase of weight in the phase of east according to Duncan to indicate were highly significant between treatments T1, T2, T3 ( $P < 0.01$ ) of treatment T3 present the greater increment of weight with 11.98 grams. T2 with 11.5 grams, the T1 with 10.60 for the phase of fatter following the Duncan test highly showed significant differences between the treatments, T3 (11.99) and T2 (11.75) with respect to T1 (10.61) grams animal day.

For the parameter nutritional conversion in the phases of east and fatters to the treatments, T3 have one better nutritional conversion in the two phases evaluation. T1 and T2 demonstrate one nutritional conversion least efficiency in the two phases.

The economic analysis of the test present display but the low cost of feeding T3 with (\$33.627)

The best rentability present the T3 (44.27%) followed the T2 (39.57%) and the more short present the T1 with (32.88 %).

## INTRODUCCIÓN

El cuy doméstico (*Cavia porcellus*) representa una fuente valiosa de carne en las zonas rurales y urbanas del sur occidente del país. La crianza del cuy se realiza mayormente en forma tradicional con escasas innovaciones técnicas; usualmente es una crianza familiar que permite al campesino aprovechar residuos alimenticios y forrajes disponibles en las zonas rurales para transformarlos en carne.

Entre otros factores, la disponibilidad de forraje, especialmente en épocas críticas, es uno de los limitantes más importantes que afectan la producción de carne en un plantel cuyícola.

La utilización de especies arbóreas, arbustivas leguminosas y no leguminosas, como una alternativa en las dietas basadas en pastos, se perfila como una opción de gran potencial para la alimentación de cuyes, teniendo en cuenta que los valores nutricionales de los pastos utilizados en forma tradicional en la alimentación son superados muchas veces por el follaje de arbustos.

Este es el caso del arbusto Colla negra (*Smallanthus pyramidalis*) el cual ofrece grandes bondades en la alimentación de cuyes ya que este contiene un alto porcentaje de proteína el cual es altamente digestible contribuyendo en el desarrollo tisular de los animales, además es muy resistente a veranos prolongados constituyéndose en una alternativa en épocas críticas.

Si consideramos más del 60% de los costos totales de un sistema de producción cuyícola lo constituye la alimentación, es importante adoptar estas alternativas que disminuyan este rubro.

Teniendo en cuenta lo anterior, se planteo el uso del arbusto colla negra (*Smallanthus pyramidalis*) en mezcla con los pastos comunes de la zona como el kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en la cría de cuyes, que permita aumentar la rentabilidad en el sistema de producción sin dejar de lado las necesidades nutricionales del animal.

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

Si se tiene en cuenta que el cuy es un animal herbívoro y la base de su alimentación la constituyen tanto gramíneas como leguminosas y arbóreas. Esto implica que este condicionado, entre otros factores, por la estacionalidad climática, la suplementación con altos niveles de concentrado con elevados costos de alimentación. Para revertir este problema, nos vemos en la necesidad de incorporar recursos forrajeros no convencionales en la dieta, dada su palatabilidad, perfil nutricional promisorio y facilidad de consecución en la zona, constituyendo una alternativa complementaria para lograr superar técnica y económicamente las limitantes que se presentan en dicha producción.

## 2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La producción cuyícola en el departamento de Nariño se puede beneficiar con la utilización de una gran variedad de plantas arbóreas y arbustivas para la alimentación animal. El conocimiento de las características nutricionales de éstas es incipiente; por tanto, es necesario avanzar en su investigación y descubrir nuevas alternativas enmarcadas dentro de los criterios de sostenibilidad.

Dado que en clima frío la disponibilidad de forrajes arbóreos y arbustivos es más escasa, nos planteamos el siguiente interrogante, ante la posibilidad de utilizar algunos recursos forrajeros promisorios.

¿Cuál es la valoración nutritiva del arbusto forrajero colla negra (*Smallanthus pyramidalis*) en la alimentación de cuyes tipo carne?

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar la valoración nutritiva del forraje arbustivo colla negra (*Smallanthus pyramidalis*) en mezcla con pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en la alimentación de cuyes tipo carne.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la digestibilidad aparente del forraje colla negra (*Smallanthus pyramidalis*) en cuyes tipo carne.
- Evaluar el comportamiento del forraje arbustivo colla negra en las fases de levante y engorde de cuyes.
- Realizar la prueba de rendimiento en canal para cada uno de los tratamientos.
- Determinar los costos de producción y rentabilidad de cada uno de los tratamientos.

## 4. MARCO TEÓRICO

### 4.1 GENERALIDADES FISIOLÓGICAS DEL CUY

#### 4.1.1 Características anatómicas del ciego

Según Romero y Ruiz

El ciego se encuentra ubicado a la izquierda de la línea media. Tiene forma de saco, voluminoso, color verdoso y de gran tamaño con relación a otros órganos. Presenta una base y un vértice ubicado al lado derecho de la línea media, su base se dirige hacia el lado izquierdo, el cuerpo se asienta sobre las paredes abdominales. Ventrales y el vértice es la extremidad que se dirige hacia el lado derecho. En su parte medial se conecta con el ileon y en su cara lateral izquierda con el colon. Formado por 3 porciones en forma de herradura las cuales se dividen por cintillas blancas de gran tamaño. Sus paredes son delgadas y friables<sup>1</sup>.

Por otra parte mencionan que. “el ciego craneal limita con el estomago y páncreas. Lateralmente hacia el lado derecho del ciego se relaciona con el intestino delgado y colon, lateralmente hacia el lado izquierdo y medialmente esta en contacto con los músculos abdominales y dorsales, con la vejiga y el recto”.

Dimensiones de ciego en la fase adulta:

Longitud:	41.1cm
Ancho :	8.4cm
Peso del ciego vacío:	19.45g
Peso del ciego lleno:	59.65g
Volumen:	120g

#### 4.1.2 Fisiología digestiva del cuy

Según Caycedo:

El cuy esta clasificado dentro del grupo monogástricos herbívoros, por consiguiente realiza fermentación post gástrica con una gran capacidad de consumo de forraje. Tiene un solo estomago, en donde se lleva a cabo una digestión enzimática y además posee un ciego funcional muy desarrollado con presencia de flora bacteriana, la cual es altamente

---

<sup>1</sup> ROMERO, Jenny y RUIZ, Yanny. Caracterización del tracto gastrointestinal del cuy (*Cavia porcellus*). Pasto, Colombia. 2004. p. 107. Trabajo de grado (Medico veterinario). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias, Programa de Zootecnia.

predominante, también se ha identificado una serie de protozoarios principalmente del tipo Entodinium, Diplodinium, Isotricha y Dasitricha. Responsables de la fermentación de alimentos fibrosos<sup>2</sup>.

El mismo autor afirma que con respecto a la capacidad fermentativa el cuy, alcanza valores del 46 % en el ciego y 29% en el colon, superiores al equino con 15% y al conejo con 43% en el ciego. Además, estudios señalan que el cuy puede aprovechar las proteínas de las células bacterianas presentes en el ciego y la reutilización de nitrógeno proteico y no proteico no digeridos en el intestino delgado.

Red y Whit, citados por Aliaga manifiestan que “la fisiología y anatomía del ciego del cuy soporta una ración voluminosa que permite a la celulosa almacenada se fermente por acción microbiana dando como resultado un mejor aprovechamiento del contenido de fibra”<sup>3</sup>.

## 4.2 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LOS CUYES

Aliaga menciona que:

La nutrición juega un papel importante en la explotación del cuy, circunstancia que se vuelve decisiva a causa de que el cuy crece a mayor velocidad con relación al peso de su cuerpo que los animales domésticos mayores y producen descendencia a más temprana edad. De este modo, es fundamental el conocimiento de las necesidades nutritivas de manera que las raciones que se suministran en las diferentes etapas contengan todos los nutrientes necesarios<sup>4</sup>.

**4.2.1 Necesidades de proteína.** Caycedo “reporta resultados de varias investigaciones sobre las diferentes etapas de vida productiva del cuy en lo referente a los requerimientos de proteína en crecimiento y engorde están por el orden de 13 a 18 %, en gestación una hembra requiere niveles de 18 a 20% y en lactancia entre 20 y 22%”<sup>5</sup> (tablas 1 y 2).

**4.2.2 Necesidades de fibra.** Raid *et al*, citados por Correa, sostienen que: “la fisiología y anatomía del ciego del cuy soporta una ración conteniendo un material inerte, voluminoso y permite que la celulosa almacenada fermente por acción microbiana, dando como resultado un mejor aprovechamiento del contenido de fibra”<sup>6</sup>.

---

<sup>2</sup> CAYCEDO, Alberto. Experiencias investigativas en la producción de cuyes (*Cavia porcellus*). Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, 1993. p. 23.

<sup>3</sup> ALIAGA, Luís. Producción de cuyes. Publicación de la UNCT: Huancayo: Universidad del centro del Perú, 1979. p. 5.

<sup>4</sup> Ibid., p. 312.

<sup>5</sup> CAYCEDO, Alberto. Op. cit., p.95.

<sup>6</sup> CORREA, Ramón. La crianza del cuy: Manual Técnico. Pasto, Colombia: ICA. 1986. p. 46.

Por su parte, Chauca afirma que: "La importancia de un nivel adecuado de fibra en la ración no solo radica en el grado de digestibilidad, sino en el papel que cumple para lograr un adecuado funcionamiento del aparato digestivo, retardando el contenido alimenticio a través de este"<sup>7</sup>.

**Tabla 1. Requerimientos nutritivos del cuy en diferentes etapas**

Etapa	Proteína (%)	ED (Kcal./Kg.)	Calcio (%)	Fósforo (%)
Crecimiento	13-18	2.900	1.20	0.60
Engorde	13-18	2.900	1.20	0.60
Gestación	18-20	2.860	1.40	0.80
Lactancia	20-22	2.860	1.40	0.80

Fuente: Caycedo (2000)

**Tabla 2. Requerimientos nutricionales del cuy**

NUTRIENTES (%)	CONCENTRACIÓN
Proteína	16.00
Fibra	15.00
Lisina	0.70
Metionina	0.35-0.64
Cistina	0.36
Met + Cis	0.65-0.70
Arginina	1.20-1.26
Triptofano	0.16-0.20
Calcio	0.80
Fósforo	0.60
Energía digestible (Kcal/Kg)	2.500

Fuente: Vergara, Q (1992)

Chauca reporta que: "El aporte de fibra está dado básicamente por el consumo de forrajes que son fuente alimenticia esencial para los cuyes. El suministro de fibra de un alimento balanceado pierde importancia cuando los animales reciben una alimentación mixta. Sin embargo, las raciones balanceadas deben contener un porcentaje de fibra no menor al 18%"<sup>8</sup>.

**4.2.3 Necesidades de energía.** Para Aliaga: "la energía es un factor esencial para mantener los procesos vitales del cuy almacenando el exceso de energía en forma de grasa dentro de su cuerpo; este principio digestivo debe constituir del 65 al 75% de nutriente digestibles totales (NDT) del contenido total dentro de la ración"<sup>9</sup>.

<sup>7</sup> CHAUCA, Lilia. Sistemas de producción de cuyes (*Cavia porcellus*). En: Crianza de cuyes, serie didáctica. INIA. Lima, 1994. p. 45.

<sup>8</sup> Ibid., p. 16.

<sup>9</sup> ALIAGA, Luís. Op. cit., p. 120.

#### **4.2.4 Necesidades de grasa.** Caycedo menciona que:

“El cuy tiene un requerimiento bien definido de grasa y ácidos grasos insaturados y su digestión tiene lugar fundamentalmente en el intestino delgado, donde se segrega la lipasa y la bilis; por lo tanto, ésta no sufre una hidrogenación, como ocurre en los rumiantes, produciéndose una grasa en los canales con bajo contenido de ácidos grasos saturados”<sup>10</sup>.

El mismo autor asevera que: “Las grasas ejercen funciones importantes en el crecimiento de los animales, evitando la caída del pelo e inflamaciones de la piel. Para crecimiento y reproducción, los requerimientos son de 1 a 2%, los cuales se pueden cubrir con aceites vegetales”<sup>11</sup>.

#### **4.2.5 Necesidades de agua.** Chauca afirma que:

El agua es un elemento imprescindible para los cuyes, ya que actúa en diversas funciones del organismo, como componente de los tejidos corporales, actúa como solvente y transportador de nutrientes dentro del cuerpo, etc. Cuando al animal se le suministra dietas con altas proporciones de alimento seco (concentrado y forrajes seco) y una baja cantidad de forrajes verdes, las necesidades de agua se incrementan. La utilización de agua en la etapa reproductiva disminuye la mortalidad de lactantes en un 3.22%. Mejora los pesos al nacimiento y al destete<sup>12</sup>.

#### **4.2.6 Necesidades de minerales y vitaminas.** Caycedo sostiene que:

Los minerales son importantes en el crecimiento, conservación, reproducción y funcionamiento de los tejidos corporales de acuerdo al potencial productivo del animal. Para crecimiento y engorde el cuy necesita 1.20% de calcio y 0.60 de fósforo, es importante guardar la relación calcio fósforo adecuada para evitar problemas de orden metabólico. Así mismo, los minerales y las vitaminas son requeridos en pequeñas cantidades y pueden suplirse con pastos y suplementos de buena calidad. La vitamina C no es sintetizada por el organismo del cuy debido a la deficiencia de la enzima gulonolactosa oxidasa. La carencia de esta vitamina produce pérdida del apetito, disminución del crecimiento y parálisis de los miembros posteriores, el cuy necesita 200 mg/Kg. de ración, constituyéndose los pastos verdes como fuentes importantes de vitamina C<sup>13</sup>.

---

<sup>10</sup> CAYCEDO, Alberto. Op. cit., p. 99.

<sup>11</sup> Ibid., p. 99.

<sup>12</sup> CHAUCA, Lilia. Op. cit. p. 13.

<sup>13</sup> CAYCEDO, Alberto. Op. cit., p. 103.

### 4.3 GENERALIDADES SOBRE DIGESTIBILIDAD

Según Bondi: “Un experimento de digestibilidad supone la determinación de la ingestión de un alimento determinado, o de una ración, administrado a un animal, y la recogida total de la excreción fecal de los animales, correspondiente a alimento en estudio”<sup>14</sup>.

El mismo autor asevera que:

El valor real de un alimento para un animal, no puede determinarse únicamente por análisis químicos, si no que ha de realizarse después de tener las pérdidas inestables que tienen lugar durante la digestión, absorción y metabolismo. Los restos no digeridos de los alimentos excretados en las heces, representan una gran pérdida en la ración con la utilización de los alimentos especialmente en los rumiantes<sup>15</sup>.

**4.3.1 Factores que afectan la digestibilidad de los alimentos.** Karp, citado por Medrano, Portilla, Rodríguez y Sarralde afirma que: “Uno de los factores que afectan la digestibilidad de los vegetales es la presencia de lignina en su estructura, la lignina hace parte de la pared celular, la cual desempeña funciones de protección y soporte; esto por cuanto la membrana plasmática que recubre la célula ofrece mínima protección para el contenido”<sup>16</sup>.

Para Church “existen diversos compuestos vegetales secundarios que influyen sobre el lugar, velocidad y cuantía de la digestión de los carbohidratos y otros nutrientes, así como la utilización de los mismos por el animal. Entre estos se incluyen lignina y fenolitos simples, alcaloides, taninos, cutina, sílice, compuestos estrogénicos y cianuros”<sup>17</sup>.

### 4.3.2 Formas de determinación de la digestibilidad

Digestibilidad aparente. Según Caicedo, Almeida y Córdoba:

La metodología para la determinación de la digestibilidad aparente de forraje ha sido utilizada en cuyes con jaulas metabólicas circulares y rectangulares en dos fases: una etapa preexperimental que hace referencia al periodo de adaptación a las condiciones de ensayo, jaulas y alimento por 20 días y otra experimental que dura 10 días donde se

---

<sup>14</sup> BONDI, ARON. Nutrición animal. España: Acribia, 1982. p. 293.

<sup>15</sup> Ibid., p. 104.

<sup>16</sup> MEDRANO, Jorge. *Et al.* Evaluación nutricional y degradabilidad “*in situ*” de algunas arbóreas y arbustivas con potencial forrajero para la suplementación de rumiantes en el altiplano de Nariño, Colombia: 2000, p. 24. Trabajo de especialización en producción de bovinos para leche. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias.

<sup>17</sup> CHURCH, D y POND, W. fundamentos de nutrición y alimentación de animales, México: Limusa .1990. p. 118.

recolecta las heces cada 12 horas, pesando y secando a una temperatura de 65 °C; por último, las excretas, una vez secas, se homogenizan para la realización de los análisis químicos correspondientes. Así mismo, se hace el análisis químico del pasto para establecer por diferencia la digestibilidad de la materia orgánica y de los nutrientes<sup>18</sup>.

Por su parte, Church y Pond, citados por Florez y Salazar, afirman que:

Existen diferentes mecanismos para determinar la digestibilidad de un alimento y la proporción que es utilizable por el animal mediante su absorción en el tracto gastrointestinal. Los animales son alimentados con una dieta de composición conocida durante un periodo de tiempo de varios días durante los cuales se recogen las heces que son analizadas para determinar los componentes que interesan. Un método consiste en la recolección de alimento y heces para lograr una recolección directa de la digestibilidad aparente. Se calcula mediante la fórmula:

$$\text{Digestibilidad aparente} = \frac{(\text{Nutriente ingerido} - \text{nutriente en heces})}{\text{Nutriente ingerido}} \times 100$$
<sup>19</sup>

**4.3.3 Análisis In vivo y digestibilidad verdadera.** Escobar y López manifiesta que: “El análisis In vivo es el método más sencillo para determinar el valor nutritivo de un alimento; consiste en determinar la cantidad de principios digestibles que se pueden suministrar en el forraje, mediante el empleo de animales”<sup>20</sup>.

#### 4.4 UTILIZACIÓN DE FORRAJES EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES

Correa, citado por Ramirez e Hidalgo, manifiesta que los sistemas de alimentación del cuy se basan generalmente en la utilización de pastos y forrajes verdes. Encontró que en la alimentación deben utilizarse los alimentos en combinación, ya que uno solo no es completo en todos los nutrientes que el cuy requiere, y los animales ganan poco peso por día. Por lo anterior, los mejores sistemas de alimentación son aquellos que

---

<sup>18</sup> CAYCEDO, Alberto; ALMEIDA, Álvaro y CORDOBA, Susana. Digestibilidad aparente de los forrajes kikuyo, vaina de haba, ramio y kingras en cuyes tipo carne (*Cavia porcellus*). Pasto, Colombia: 1991, p. 32. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias.

<sup>19</sup> FLOREZ, Luis y ZALAZAR, Giovanni. Digestibilidad aparente de algunos forrajes arbóreos (nacedero, morera, chachafruto y maíz forrajero) en cuyes (*Cavia porcellus*). Pasto, Colombia: 1995, p. 67. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias.

<sup>20</sup> ESCOBAR, Edison y LOPEZ, Alfonso. Valoración nutritiva del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) cultivado en un sistema de labranza mínima en el levante y engorde de cuyes (*Cavia porcellus*). Pasto, Colombia: 2001, p. 57. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias.

incorporan mezclas de pastos, residuos de cocina y cosechas, y es aun mejor cuando se mezclan leguminosas con gramíneas<sup>21</sup>.

#### 4.4.1 GENERALIDADES DE LA COLLA NEGRA (*Smallanthus pyramidalis*)

Según el Herbario de la Universidad de Nariño, la clasificación taxonómica de esta especie corresponde a la siguiente:

**Nombre común** : Colla negra  
**Familia** : Asteraceae  
**Genero** : Smallanthus  
**Especie** : Pyramidalis<sup>22</sup>.

Figura 1. Aspecto de una planta Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*)



#### 4.4.2 Generalidades de la familia Asteraceae. Mendoza Cifuentes y Ramírez Padilla mencionan que:

Esta familia es una de las más numerosas que existe a todo nivel y dado su gran variabilidad son poco las características vegetativas que la identifican. Pueden ser hierbas, lianas, arbustos, o árboles, y principalmente se encuentran en zonas despejadas o bordes de caminos, bosques en regeneración y pocas veces en bosque maduro. El tallo generalmente presenta una médula blanda, esponjosa o hueca y algunas especies presentan látex. Las hojas son alternas u opuestas, simples o compuestas, de borde dentado, serrado o liso, generalmente con líneas interpeciolar y algunas expiden olor a mango biche al

<sup>21</sup> RAMIREZ, Sonia e HIDALGO, Francisco. Evaluación de algunos recursos forrajeros en el engorde de cuyes (*Cavia porcellus*). Pasto, Colombia: 1992, p. 9. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias.

<sup>22</sup> HERBARIO, Universidad De Nariño.

frotarlas; estípulas presentes o ausentes. La nerviación es reticular, pinada, pero principalmente trinervia o con más de tres venas basales o suprabasales. La principal característica de la familia es su inflorescencia en cabezuela o capítulo. Esta es una inflorescencia compacta con un receptáculo alrededor del cual se agrupan varias flores, rodeadas por una serie de brácteas llamadas involucre. El capítulo puede presentar flores perfectas, unisexuales o estériles; de acuerdo a su posición dentro del capítulo, las flores se las cataloga como flores de disco, aquellas que se encuentran en el centro y generalmente su corola es infundiliforme, y flores liguladas, que son aquellas que se encuentran en la periferia del capítulo y presenta una corola con un lóbulo muy desarrollado y vistoso. Los capítulos pueden ser solitarios o estar dispuestos en inflorescencias mayores. El fruto es una cápsula indehiscente pequeña y semejante a un filamento (aquenio), menor de 0.5cm long y coronada generalmente por un penacho de tricomas largos llamados vilano o pappus; raras veces el fruto es carnoso y con una semilla globosa<sup>23</sup>.

#### **4.4.3 Generalidades sobre el genero *Smallanthus*.**

Según H. Robinsón, citado por Mendoza, Cifuentes y Ramírez Padilla, son hierbas erectas de 1-2 m de talla, que crecen en zonas abiertas o cañaduzales. Tallo hueco o con medula blanca esponjosa, pubescente; hojas opuestas y simples; lámina deltoide, de 10-30 cm de long, levemente escabra, con lóbulos agudos borde dentado, trinervia; pecíolo alado; línea ineterpeciola notoria. Inflorescencia terminal o axilar, grande, cimosa, con abundantes flores amarilla; capítulo con flores de disco y liguladas: involucre conformado por una serie de brácteas foliaceas grandes; aquenio ovoide, de 2-3 mm long, sin pappus<sup>24</sup>.

#### **4.4.4 Morfología de la Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*).**

“Arbusto de 2.02 m de altura a los ocho meses, 3.0 m de altura a los 15 meses aproximadamente. Es una planta colonizadora, frecuentemente se observa en rastrojos y bosques secundarios. Ramas quebradizas desde el suelo; hojas acorazonadas, opuestas, suculentas, con borde aserrado de 20 a 30 cm de longitud, haz verde oscuro y envés verde claro, tal como lo afirma Gálvez”<sup>25</sup>.

---

<sup>23</sup> MENDOZA CIFUENTES y RAMÍREZ PADILLA. .Plantas con flores de La Planada Bogota, Colombia: 2000, p. 32 – 33.

<sup>24</sup> Ibid., p. 44.

<sup>25</sup> GALVEZ, Arturo. Experiencias de manejo silvopastoril y alimentación animal en sistemas altoandinos. En curso instrumentos y mecanismos para la gestión integral y sostenible de cuencas. Antioquia, Colombia: INWENT, CIPAV, ARPAS, CORNARE.2005. p. 5.

**4.4.5 Distribución geográfica.** Según Gálvez, “La colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*) se encuentra entre los 1500 y 3000 m.s.n.m”<sup>26</sup>.

**4.4.6 Propagación.** Gálvez menciona que: “Se realiza por esqueje y semilla”<sup>27</sup>.

**4.4.7 Usos y particularidades.** Gálvez manifiesta que: “La colla negra puede ser usada para: forraje, reforestación de cuencas y control de erosión”<sup>28</sup>.

**Composición química:** En la Tabla 3 se relacionan datos sobre la composición.

**Tabla 3. Composición química de la colla negra (*Smallanthus pyramidalis*)**

<b>Análisis</b>	<b>%BS</b>
Materia seca	26.0
Ceniza	15.89
Extracto Eterno	8.94
Proteína	12.5
Lignina	17.23
FDN	29.99
FDA	27.38

Fuente: Medrano (2000).

**4.4.8 Producción forrajera:** En la tabla 4 se relacionan los datos.

**Tabla 4. Producción forrajera de la colla negra.**

<b>ITEM</b>	<b>8 meses(kg)</b>	<b>%</b>	<b>15 Meses (kg)</b>	<b>%</b>
Hojas (con pecíolo)	2.28	43.1	6.39	36.1
Tallos tiernos	1.05	19.8	1.59	9.0
Tallos leñosos	1.96	37.1	9.70	54.9
<b>TOTAL</b>	<b>5.29</b>	<b>100 %</b>	<b>17.68</b>	<b>100 %</b>

Fuente: Gálvez (2005).

**4.4.9 Utilización de Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*) en la alimentación animal.**

<sup>26</sup> Ibid., p. 5

<sup>27</sup> Ibid., p. 6

<sup>28</sup> Ibid., p. 6

En la tabla 5 se relaciona datos de diferentes arvenses.

Esta prueba comparativa muestra que el forraje de colla negra ofrecido a cuyes no acostumbrados a su consumo, posee una aceptabilidad de 41.53%, solamente comparado con plátano gigante (*Ensete ventricosa*), lo que indica un alto potencial de este forraje para su utilización en la alimentación de cuyes.

**Tabla 5. Prueba de aceptabilidad en cuyes (*Cavia porcellus*)**

Especie	Consumo g/Kg PV x 4 horas
Platano gigante ( <i>Ensete ventricosa</i> )	83.76
Colla Negra ( <i>Smallanthus pyramidalis</i> )	41.53
Majua ( <i>Palicourea angustifolia</i> )	37.86
Grillo ( <i>Clibadium sp.</i> )	30.36
Moquillo ( <i>Saurauia pruinosa</i> )	30.33
Campanillo ( <i>Delostoma integrifolium</i> )	22.87
Sauco ( <i>Sambucus ngra</i> )	14.99
Quillotoco ( <i>Tecoma stans</i> )	10.66

Fuente: Gálvez (2005).

**4.4.10 El Pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*):** Carmona y Martínez, citados por Escobar y Lopez, sostienen que el kikuyo es una gramínea nativa de las regiones montañosas al este de Kenya y parte central de África donde crece espontáneamente a altitudes entre los 2000 y 3000 msnm, deriva su nombre del pueblo kikuyo de Kenya. El género *Pennisetum* es casi en su totalidad africano ya que se han reportado 39 especies en el África subtropical y solamente una de Europa. La producción de forraje de Kikuyo depende en gran parte de la fertilidad y humedad del suelo, con prácticas de manejo adecuadas se pueden obtener más de 20/ton/ha/año de materia seca. Su calidad nutricional es adecuada cuando se rompe el césped regularmente y se aplica enmiendas y fertilizantes, lo que influye directamente en sus contenidos de proteína y digestibilidad<sup>29</sup>.

<sup>29</sup> ESCOBAR, Edición y LOPEZ, Alfonso, Op. cit., p. 53.

**Figura 2. Aspecto de una pradera de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*)**



**Tabla 6. Composición química del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*)**

<b>Análisis</b>	<b>%BS</b>
Materia seca	19.88
Ceniza	12.79
Extracto Etéreo	2.07
Proteína	16.54
Fibra cruda	29.19
E.N.N	39.41
Energía Digestible (Kcal/100g)	270
NDT	61.64

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal Universidad de Nariño (2007).

“Con respecto al valor nutritivo de este pasto, Caicedo, Almeida y Córdoba realizaron un ensayo de digestibilidad aparente en cuyes con pasto Kikuyo obtenido en condiciones naturales, donde encontraron valores para digestibilidad de la materia seca de 51.45%, ceniza 63.51%, grasa 34.72%, fibra 36.49%, proteína 78.00%, ENN 50.43%, y un contenido de NDT de 45.89%”<sup>30</sup>.

Burgos, Apraez y Caycedo “en un estudio del valor nutritivo del kikuyo, determinaron la siguiente composición química: proteína 10.22%, extracto etéreo 2.18%, fibra cruda 25.21%, ELN 51.05% y materia seca 21.2%. Valoraron también la digestibilidad *in vivo*, encontrando valores de digestibilidad de 72.55% para proteína, 55.91% para ELN y un valor energético de 45.89%”<sup>31</sup>.

<sup>30</sup> CAYCEDO, ALMEIDA, CORDOBA, Op. cit. , p. 43.

<sup>31</sup> BURGOS, APRAEZ y CAYCEDO, Op. cit., p.74.

#### 4.5 UTILIZACIÓN DE ALGUNOS ÁRBOLES FORRAJEROS EN LA ALIMENTACION DE CUYES

- **Nacedero (*Trichantera gigantea*).** Florez, Burgos y Caycedo reportan contenido de proteína de las hojas de 21.58%, con una digestibilidad en cuyes de 75.37 %. Los cuyes lograron consumir el 7.78% del peso vivo en materia seca, que corresponde a una ingestión de 300g de nacedero verde para un animal de 800g de peso; esto equivale a un consumo de proteína de 13.43g por día, con lo cual se logra un ahorro considerable de suplemento concentrado<sup>32</sup>.
- **Chachafruto (*Eritryna edulis*).** Florez, Burgos y Caycedo aseguran que de esta leguminosa se aprovecha muy bien las hojas y el fruto. A los cuyes se les suministra forraje de arbustos de 2 m de altura. Las hojas contienen de 15 a 18% de proteína en MS con un 15% de fibra. La semilla (grano) alcanza valores de 21% de proteína en MS. Los mismos autores realizaron un trabajo de digestibilidad del forraje chachafruto en cuyes y se encontró valores de 58.59% en MS y 63.88% para proteína. El consumo por día de materia seca en 100g de peso vivo fue de 8.78g, superior al forraje de nacedero<sup>33</sup>.
- **Morera (*Morus indica*).** Flores, Burgos y Caycedo la clasifican como una morácea de 2 a 6 m de altura, cuyas hojas tiene altos contenidos de proteína 36.35, 31.04, 28.29% (Bustamante 1980).Este forraje se ha utilizado en la alimentación de animales herbívoros, especialmente cuyes en mezcla de pasto kingras, maíz, pasto guatemala, imperial.La digestibilidad de la materia seca es de 83.6 % y la de proteína es 90.44<sup>34</sup>.
- **Botón oro (*Tithonia diversifolia*).** Según Florez, Burgos y Caycedo “es una Planta herbácea de 1.5 a 4 m de altura, el contenido de proteína varia desde 28.51% a los treinta días de edad hasta 14.84% a los 89 días. Su contenido de calcio es alto: 1.65 y 2.25%, y bajo el de fósforo: 0.32 y 0.39%”<sup>35</sup>.

Los cuyes consumen bien este forraje cuando se suministra tierno, alrededor de los treinta días de edad, época en que la que presenta un buen valor nutricional.

---

<sup>32</sup> FLOREZ, SALAZAR Y CAYCEDO, Op. cit. , p.43

<sup>33</sup> Ibid., p. 45.

<sup>34</sup> Ibid., p. 45.

<sup>35</sup> Ibid., p. 45

## 5. DISEÑO METODOLÓGICO

El presente ensayo consta de dos etapas experimentales, la primera consistió en la determinación de la digestibilidad aparente del forraje arbóreo colla negra (*Smallanthus pyramidalis*), y la segunda evaluó el comportamiento animal, con forrajes colla negra (*Smallanthus pyramidalis*) en mezcla con pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en las etapas de levante y engorde del cuy.

### 5.1 DIGESTIBILIDAD APARENTE DEL FORRAJE ARBÓREO COLLA NEGRA (*Smallanthus pyramidalis*).

**5.1.1 Localización.** La prueba de digestibilidad aparente se llevo a cabo en las instalaciones de la Universidad de Nariño (Bioterio), Torobajo ubicada en el municipio de Pasto, departamento de Nariño, con temperatura promedio de 14 °C, a una altura de 2540 msnm, precipitación anual promedio de 1084 mm y humedad relativa del 76%.

**5.1.2 Animales.** Se utilizarán 8 cuyes machos de tres meses de edad de línea mejorada, con un peso promedio de 900 gramos, procedentes de la granja experimental Botana de la Universidad de Nariño.

#### 5.1.3 Equipos:

- **Jaulas metabólicas:** Los animales se alojaron en 8 jaulas metabólicas de tipo rectangular con su respectivo comedero, con un mecanismo especial que permite la separación de heces y orina; con dimensiones de 34 cm. de ancho, una altura de 84 cm. y largo de 34 cm, longitud del recipiente recolector de heces de 34 cm. de ancho por 34 cm. de largo y una altura de 3 cm.
- **Balanza gramera:** Se utilizo una balanza gramera con una capacidad de medida desde 0.1 gramos a 5000 gramos para los pesajes diarios, tanto del alimento suministrado como del rechazado.
- **Utensilios:** canastillas para el suministro de forrajes, cepillos para la limpieza e implementos de aseo para la desinfección de materiales y de las instalaciones.

**5.1.4 Alimentación.** La alimentación estuvo constituida por forraje colla negra (*Smallanthus pyramidalis*). Se suministro una vez al día, pesando diariamente la cantidad determinada en el preensayo; de la misma manera, se peso el forraje rechazado por el animal.

**5.1.5 Tratamiento.** El tratamiento corresponde a:

T0: 100% forraje arbustivo colla negra (*Smallanthus pyramidalis*).

**5.1.6 Plan sanitario.** Con el fin de eliminar tanto parásitos internos como externos, se procedió a desparasitar con un producto a base de fenbendazol, vía oral y otro a base de piretroide sintético, respectivamente. También se realizó un lavado previo de las instalaciones y se desinfectó con una solución de hipoclorito de sodio.

**5.1.7 Desarrollo del experimento.** Durante la fase de digestibilidad se determinaron dos periodos para el desarrollo del experimento, los cuales se detallan a continuación.

- **Etapa pre-experimental.** los animales se alimentaron individualmente en jaulas metabólicas por un periodo de 15 días, esto con el objeto de lograr una adaptación, tanto a la jaula como al forraje suministrado. El suministro de alimento fue a voluntad, y se retiró al día siguiente el sobrante para establecer, de esta manera, el consumo voluntario. Se anotó semanalmente el peso para establecer sus variaciones.
- **Etapa experimental.** Esta fase tuvo una duración de 8 días, durante los cuales se suministró el alimento una vez al día, se pesaron los animales semanalmente, se recolectaron y pesaron las heces de cada animal y se llevó a la estufa a una temperatura de 65 °C por 48 horas y luego se realizaron los análisis químicos de las fracciones materia seca, fibra, proteína, extracto etéreo, y, por cálculo, el ELN (extracto libre de nitrógeno).

#### **5.1.8 Variables evaluadas:**

**5.1.9 Consumo de alimento.** Para la evaluación de esta variable se tuvo en cuenta el forraje suministrado por animal, haciendo una diferencia entre lo consumido y lo rechazado, para determinar el alimento consumido

**5.1.10 Digestibilidad aparente.** Se evaluó cada uno de los nutrientes, como son: proteína, fibra, extracto etéreo, extracto libre de nitrógeno y materia seca; para determinar estas variables se tuvo en cuenta el análisis bromatológico del forraje ofrecido y el análisis químico de las heces, y se aplicaron las siguientes formulas:

$$\text{Coeficiente de digestibilidad} = \frac{\text{Material ofrecido} - \text{Material excretado}}{\text{Material ofrecido}} \times 100$$

$$\text{Principio digestible} = \frac{\text{Coeficiente de digestibilidad} \times \text{Análisis químico}}{100}$$

$$\text{Razón nutritiva} = \frac{\text{NDT} - \text{Principio Digestible proteína}}{\text{Principio Digestible de la proteína}}$$

## **5.2 EVALUACIÓN DEL FORRAJE ARBÓREO COLLA NEGRA EN MEZCLA CON EL PASTO KIKUYO PARA LA FASE DE LEVANTE Y ENGORDE DE CUYES**

**5.2.1 Localización.** La prueba de campo se llevo acabo en la granja de propiedad del señor Arturo Gálvez, en el Corregimiento de Daza, localizada a 8 kilómetros de la ciudad de San Juan de Pasto, vía panamericana al Norte. El IDEAM reporta una altitud de 2745 msnm, con una temperatura promedio de 12 °C, con una fluctuación de 0 a 23 °C, con presencia de heladas en febrero, marzo y agosto, precipitación anual 1300 ml, y una humedad relativa de 77%<sup>36</sup>.

**5.2.2 Animales.** Se utilizaron 60 cuyes machos mejorados, destetos, con un peso aproximado de 220 a 250 gramos,

**5.2.3 Instalaciones.** El galpón utilizado tiene un área de 24 metros cuadrados con piso en concreto, muros en ladrillo y techo en hojas de zinc, posee iluminación natural y artificial con ventanas laterales. Se emplearon jaulas de 1 metro de largo y 2,5 metros de ancho, con subdivisiones de 50 centímetros, y 0,65 metros de alto, se colocaron cuatro animales por cada subdivisión, para el pesaje de animales y forraje se utilizo una balanza gramera con una capacidad de medida de 0,1 a 5.000 gramos.

**5.2.4 Alimentación.** Se utilizo como forrajes la colla negra y kikuyo en cantidades de 400 g para levante y 500 g para engorde, el suministro de suplemento concentrado fue de 20 gramos/animal/día en la etapa de levante y 25gramos/animal/día en la etapa de engorde. El suministro de estos forrajes se realizo dos veces al día, teniendo en cuenta la cantidad de forraje establecido en cada uno de los tratamientos, además se peso el alimento rechazado para poder determinar el consumo de alimento.

**5.2.5 Manejo de los pastos.** El pasto kikuyo y colla negra se tomaron de los cultivos ya establecidos, el pasto kikuyo se lo tomo a los 45 días posterior al corte, no recibió ninguna tipo de fertilización química, para el caso de la colla negra se suministro de los diferentes tercios de la planta parte baja, media y alta suministrándose solo la hoja previo oreo.

**5.2.6 Tratamientos.** Se utilizaron tres tratamientos, con cinco repeticiones por tratamiento, y cuatro animales por unidad experimental.

---

<sup>36</sup> INSTITUTO DE HIDROLOGIA Y MEDIO AMBIENTE. (IDEAM).online S.n Nariño, Colombia : 2006. Septiembre del 2006. Disponible en Internet: [http:// www.IDEAM.gov.co](http://www.IDEAM.gov.co)

Estos porcentajes fueron utilizados en la fase de levante, esta se desarrollo en 55 días, el suministro fue de 400g de forraje verde + suplemento.

- T1 = 100% pasto kikuyo + 20g suplemento.
- T2 = 70% pasto kikuyo + 30% forraje colla negra + 20g suplemento.
- T3 = 60% pasto kikuyo + 40% forraje colla negra + 20g suplemento.

La fase de engorde se llevo a cabo en 28 días, con un suministro de 500 g de forraje verde + suplemento.

- T1 = 100% pasto kikuyo + 25g suplemento.
- T2 = 70% pasto kikuyo + 30% forraje colla negra + 25g suplemento.
- T3 = 60% pasto kikuyo + 40% forraje colla negra + 25g suplemento.

**5.2.7 Diseño experimental.** Se empleo un diseño irrestrictamente al azar (DIA), conformado por tres tratamientos y cinco réplicas por tratamiento; cada réplica estuvo constituida por cuatro cuyes machos, para un total de 60 animales. Para evaluar los distintos tratamientos se realizaron los respectivos análisis de varianza para las variables productivas como consumo de alimento, incremento de peso, conversión alimenticia. Así mismo, se llevo a cabo las pruebas de significancia de Duncan para la determinación del mejor tratamiento.

- $Y_{ij} = u + T_j + E_{ij}$ , 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 numero igual de replicas.

- **Formulación de hipótesis.** Con el análisis estadístico se plantearon las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula  
 $H_0 = u_1 = u_2 = \dots u_T$

La media de los tratamientos es igual. No hay diferencias significativas en las variables a evaluadas.

Hipótesis alterna

$H_a = u_1 \neq u_2 \neq \dots u_T$

La media de los tratamientos no es igual. Por lo tanto, al menos una muestra diferencias estadísticas significativas en los promedios de las variables; al aceptar

este tipo de hipótesis, se elige el tratamiento que presente los rendimientos con base en la prueba de Duncan respecto a las variables planteadas.

### **5.2.8 Las Variables evaluadas fueron:**

**5.2.9 Consumo de alimento:** Para esta variable se considero la cantidad de alimento ofrecido y rechazado en los diferentes periodos para determinar el alimento consumido

**5.2.10 Incremento de peso:** Los animales se pesaron al inicio del experimento y después cada 15 días. El incremento de peso se obtuvo por diferencia del peso final y el peso inicial en cada etapa.

**5.2.11 Conversión alimenticia:** Se calculo teniendo en cuenta el consumo de materia seca y el incremento de peso, considerando la siguiente formula:

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{Consumo de materia seca}}{\text{Incremento de peso}}$$

**5.2.12 Mortalidad:** Se determino relacionando el número inicial de animales y el número de animales al final del ensayo, expresado en porcentaje.

**5.2.13 Análisis parcial de costos:** La alimentación, droga e insumos del proyecto se asumieron como costos variables, y como costos fijos los originados por los animales y mano de obra. Teniendo en cuenta lo anterior, se determino el costo total de producción y la rentabilidad.

- **Costo total** = costos fijos + costos variables
- **% de rentabilidad** =  $\frac{\text{ingreso neto}}{\text{Costo total}} \times 100$
- **Rendimiento en canal:** se sacrificaran 2 animales por tratamiento para determinar su peso en canal.

$$\text{Rendimiento en canal} = \frac{\text{Peso de la canal}}{\text{Peso vivo}} \times 100$$

## 6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### PRUEBA DE DIGESTIBILIDAD aparente *in vivo*.

#### 6.1 Análisis bromatológico.

En la tabla 7 se presenta la composición bromatológica del forraje arbustivo colla negra

**Tabla 7. Composición bromatológica del forraje colla negra (*Smallanthus pyramidalis*)**

<b>Nutriente</b>	<b>Cantidad</b>
Humedad	63.04
Materia seca	36.96
Extracto etéreo	9.00
Ceniza	13.38
Fibra cruda	43.88
FDN	35.88
FDA	23.65
Proteína	22.76
E.N.N	10.97
Energía Digestible (Kcal/100g)	318

Fuente: Laboratorio de Nutrición animal universidad de Nariño 2007

La tabla 7 muestra un porcentaje alto de materia seca 36.96%, Comparado con el de Medrano 26%, esto se debe a las condiciones de origen de la planta.

La MS de las gramíneas, arbustos y arbustivas puede presentar gran variabilidad en virtud de las características genéticas y morfológicas, época del año, condiciones edafoclimáticas, edad y parte de la planta, entre otras.

Adicionalmente, Bernal menciona que: “la composición química de las plantas en general esta en dependencia directa de su composición vertical, así la MS puede ser mayor en aquellos forrajes con menor relación hoja: tallo ya que los tallos están formados mayoritariamente por carbohidratos estructurales que le dan sostén y firmeza a la planta y retienen poco agua”<sup>37</sup>.

“La proteína del forraje evaluado fue de 22.76%. Siendo superior al reportado por Medrano 12.5%, posiblemente se deba a que la muestra comparada fue tomada en una época marcada de verano, malas condiciones de suelo, el estado de maduras de la planta no fue el mas favorable, parte de la planta que a sido analizada en el laboratorio (hoja – tallo).

---

<sup>37</sup> BERNAL, Javier, Pastos y forrajes tropicales: producción y manejo. Bogota, Banco ganadero, 1988. P 56.

Burbano y Rivera, “reportan porcentajes de 22.8 para Botón de oro (*Tithonia diversifolia*) y 27.32 para papayuelo (*Cnodoscolus Aconitifolius*) siendo incluso superiores a los reportados en este trabajo”<sup>38</sup>.

El nivel proteico del arbusto evaluado fue de 22.76 el cual supera incluso a la mayoría de forrajes de clima frío utilizados tradicionalmente en la alimentación animal. En este sentido, Esquivel afirma que:

El contenido de proteína de algunos follajes de alboreas es superior al de las gramíneas, entre las cuales menciona: Raigras (*Lolium multiflorum*) (19.88%), Tetralite (*Lolium hibridum*) (20.80%) y Aubade (*Lolium sp*) (21.31%), e incluso mayor que algunas leguminosas como el trébol blanco (*Trifolium repens*) con 18.9%, trébol rojo (*Trifolium pratense*) con 16.1%”<sup>39</sup>.

El extracto etéreo presento un valor de (9.00%), similares a los reportados por Medrano quien reporto un valor de 8.94%, para esta misma especie.

El Extracto etéreo fue de 9,00%, este valor posiblemente obedeció a que este forraje puede albergar grasas verdaderas, esteroides de ácidos grasos, lípidos compuestos, vitaminas liposolubles, ceras, resinas y terpenos, ya que el éter utilizado en su determinación disuelve este tipo de componentes, dando un aparente contenido graso que puede eventualmente sobreestimar el valor energético, tal como lo menciona Church y Pond<sup>40</sup>.

Con respecto a la fibra cruda, se reportaron los niveles mas altos en este análisis bromatológico con (43.88%), Raid y otros citados por Correa, sostienen que la fisiología y anatomía del ciego del cuy soporta una ración conteniendo un material inerte, voluminoso y permite que la celulosa almacenada fermenta por acción microbiana dando como resultado un mejor aprovechamiento del contenido de fibra.

Por su parte Chauca afirma “la importancia de un nivel adecuado de fibra en la ración no solo radica en el grado de digestibilidad si no en el papel que cumple para lograr un adecuado funcionamiento del aparato digestivo, retardando el contenido alimenticio a través de este”<sup>41</sup>.

---

<sup>38</sup> BURBANO, Sandra y RIVERA, Claudia. Valoración nutritiva de los forrajes de (Papayuelo y botón de oro), en mezcla con pasto Kinggrass (*Pennisetum hybridum*) para la alimentación de cuyes durante las fases de crecimiento y engorde. Pasto, Colombia 2006, 52 p. Tesis de grado (Zootecnia). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias Programa de Zootecnia.

<sup>39</sup> ESQUIVEL S. *et al.* Suplemento de vacas lecheras en pastoreo con morera (*Morus sp*) en la zona alta del valle central de Costa Rica. Costa Rica. Turrialba, 1996.p35.

<sup>40</sup> CHURCH; D y POND; W. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales, México: Limusa, 1990.

118

<sup>41</sup> CHAUCA, Lilia. Sistemas de producción de cuyes (*Cavia porcellus*). En: crianza de cuyes, serie ed. didáctica.

El extracto libre de nitrógeno (ELN) alcanzo el nivel mas bajo en este análisis (10.98%). debido a que tiene bajos niveles de carbohidratos solubles como azucares y almidones. además se tiene que tener en cuenta que esta fracción se calcula por diferencia de las otras obtenidas en el análisis proximal, pueden acumular los errores de otras determinaciones.

“En este sentido, Portilla, Rodríguez y Sarralde reportan rangos muy similares de ELN con la colla negra, para chilca (*Bacharis litifolia*) 15.04% y colla blanca (*Verbesina arbórea*) con 12.23%”<sup>42</sup>.

## 6.2 DIGESTIBILIDAD DE LA COLLA NEGRA

**Tabla 8. Coeficiente de digestibilidad aparente *in vivo***

	<b>Colla negra</b>
Consumo de materia seca g/animal/día	59.84
Digestibilidad de materia seca %	74.4
Digestibilidad de proteína %	79.65
Digestibilidad de fibra cruda %	92.48
Digestibilidad de Extracto etéreo %	53.57
Digestibilidad de extracto libre de nitrógeno %	28.89
Nutrientes digestibles totales %	72.72
Razón nutritiva	3.01

Fuente: Laboratorio de Nutrición animal Universidad de Nariño 2007.

**6.2.1 Consumo de materia seca.** En la tabla No 8 y figura No 3 Anexo L se muestra el resultado de consumo de alimento en materia seca (g), de 59.84g/MS/animal/día, que es un consumo favorable, además presenta un buen contenido energético razón por la cual el animal podrá satisfacer sus requerimientos nutricionales.

Flores y Salazar “reportan consumos de materia seca para el nacedero de 35.87 g de ms, chachafruto de 42.61g y morera de 38.05 g de ms, valores superados por la colla negra”<sup>43</sup>.

Por otra parte los resultados obtenidos para la colla negra en esta investigación son comparables a los reportados por Campaña y Jácome en forraje de Ramio (*Bohemeris nivea*), que también es clasificado como fuente de proteína”<sup>44</sup>.

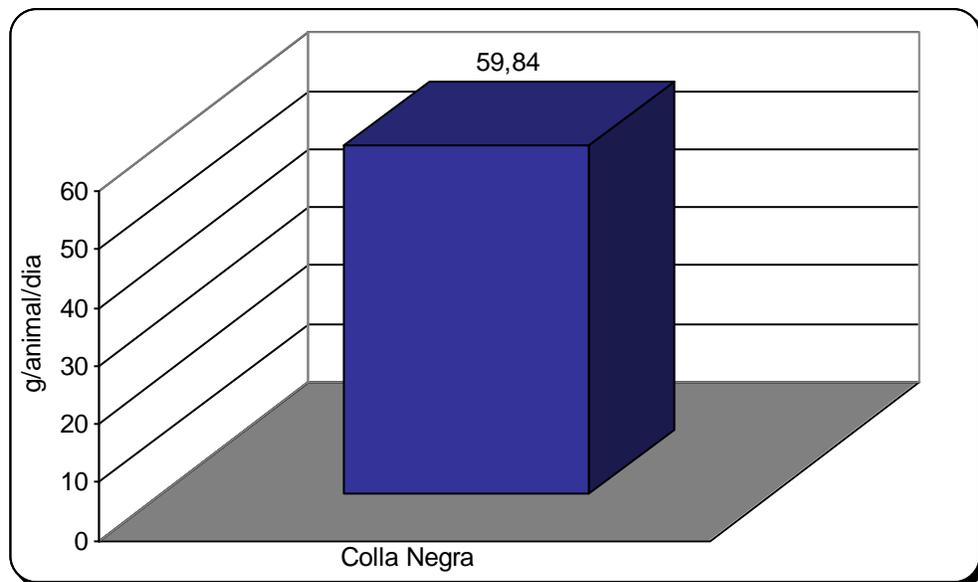
<sup>42</sup> PORTILLA, Oswaldo, RODRIGUEZ, Patricia y SARRALDE, Carmen, Op., cit., p. 66

<sup>43</sup> FLOREZ, L y SALAZAR, G. Op. cit., p. 60.

<sup>44</sup> CAMPAÑA, E JACOME, R. Evaluacion de diferentes niveles de ramio (*Bohemeris nivea*) en la alimentacion de cuyes. Pasto, Colombia. 1983., P.58. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias.

En este sentido, Cheeke menciona que "Uno de los factores de mayor influencia en la regulación del consumo voluntario es el contenido energético de la ración, adicionalmente, este tipo de animales como el conejo y el cuy consumen alimento en función de su tamaño, estado fisiológico y temperatura ambiental, sin embargo la densidad energética de la ración es decisiva"<sup>45</sup>.

**Figura 3. Consumo de materia seca colla negra**



Por otra parte, se puede decir que el contenido proteico es alto (Tabla 7), por eso el consumo de materia seca esta en termino medio y como menciona Maynard. "Con una dieta baja en proteína los animales muestran una ingesta mayor del alimento; ya que bajo esta circunstancias el animal trata de autobalancearse consumiendo mas alimento hasta que su capacidad gástrica se lo permita o hasta que sus requerimientos sean cubiertos"<sup>46</sup>.

**6.2.2 Digestibilidad *In vivo* de la materia seca.** En la tabla No 8 aparecen los resultados de la digestibilidad de la materia seca, el ensayo de reporto un coeficiente para la materia seca de 74.4%, que es un coeficiente bueno para cualquier especie animal.

Este coeficiente de degradabilidad de la materia seca encontrado para la colla negra probablemente obedece a que los componentes proteicos y energéticos de este forraje son los que mas se acercan a los niveles requeridos por el cuy, adicionalmente, como menciona Caycedo. "Dietas con un balance sincronizado en cuanto a energía y proteína precisan un mayor aprovechamiento en el tracto gastrointestinal del cuy, en otras palabras, alimentos con mayor concentración de

<sup>45</sup> CHEEKE, P. Alimentación y nutrición del conejo. Zaragoza, España: Acribia, 1995. p.57.

<sup>46</sup> MAYNARD, L. Nutrición animal. México: Mag Graw Hill, 1981. p. 45.

proteína degradable en función de su energía digestible muestran mayores digestibilidades que alimentos pobres proteica y enérgicamente”<sup>47</sup>.

Los resultados de digestibilidad de materia seca para la colla negra obtenidos en este trabajo son superiores a otros forrajes fuente de proteína encontrados por Flores y Salazar “58.59% para el chachafruto, sin embargo para el nacedero la digestibilidad encontrada por estos autores fue 78.68% indicando que es similar a la de la colla negra”<sup>48</sup>.

Campaña y Jácome “reportan una digestibilidad de ms para el ramio (*Bohemeris nivea*) de (82.19%), forraje clasificado como una fuente de proteína, lo anterior se debe al manejo del suelo y estado nutricional de los forrajes utilizados”<sup>49</sup>.

Ramírez y Hidalgo “encontraron niveles de digestibilidad de la materia seca para el botón de oro de 62.26%.valor superado por el obtenido en el presente trabajo, resultado que puede deberse a la diferencia en el estado de crecimiento”<sup>50</sup>.

**6.2.3 Digestibilidad *In vivo* de la proteína.** En la tabla 8 aparecen los resultados de la digestibilidad de la proteína, la prueba de degradabilidad para este nutriente esta en un 80%. Porcentaje considerado alto y muy importante, ya que el porcentaje de proteína de la colla negra esta en 22.76%, lo que puede concluir que la gran mayoría de ese nutriente va a ser aprovechado por el animal y se vera reflejado en la ganancia de peso vivo.

La mayor degradabilidad lograda por la colla negra se puede atribuir a los altos contenidos de este nutriente y posiblemente a su adecuado contenido de aminoácidos en este forraje.

Por su parte, Aliaga argumenta que. “la alta digestibilidad de la proteína posiblemente se deba a la alta capacidad de digestión del animal, la cual puede superar a los rumiantes, adicionalmente la composición química del alimento y en especial su relación energía proteína pudo haber favorecido la digestión ya que el balance entre la fracción

---

<sup>47</sup> CAYCEDO, Alberto. Op. cit., p. 30.

<sup>48</sup> FLOREZ y SALAZAR. Op. Cit. P 73

<sup>49</sup> CAMPAÑA, E y JACOME, R. Evaluación de diferentes niveles de ramio (*Bohemeris nivea*) en la alimentación de cuyes. Pasto, Colombia. 1983., p. 58. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de zootecnia.

<sup>50</sup> RAMIREZ, S. HIDALGO, F. Evaluación de algunos recursos forrajeros en el engorde de cuyes. Pasto, Colombia. 1998., p. 68. Tesis de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia

<sup>50</sup> ALIAGA, R. Producción de cuyes, Huancayo, Perú: UNCO. Universidad Nacional del centro del Perú. 1979. p., 65.

nitrogenada y glucida es decisiva en el aprovechamiento de los componentes proteicos del alimento”<sup>51</sup>.

Al respecto Cheeke, afirma que. “La digestibilidad de la proteína en animales monogástricos herbívoros puede elevarse al ser afectada por la fermentación cecal y subsiguiente cecotrofia; ya que esta es una estrategia digestiva que extrae la proteína de los forrajes con alta eficiencia”<sup>52</sup>.

En este sentido, se puede deducir que en el forraje arbóreo colla negra quizá gran parte de la fracción proteica que escapó a la digestión enzimática en el estómago, se encontraba como nitrógeno no proteico, puesto que, según Maynard: “en algunos forrajes con elevada concentración de proteína el nitrógeno no proteico puede llegar a constituir hasta una tercera parte del nitrógeno total, el cual es aprovechado para la síntesis de proteína microbiana en el ciego y subsiguiente consumo por la actividad cecotrofica”<sup>53</sup>.

De otra parte, los resultados obtenidos mostraron que el contenido de fibra no afectó la utilización de la fracción proteica, coincidiendo con Cheeke, quien afirma que: “En herbívoros como el conejo y el cuy, los altos niveles de fibra en la ración no afectan negativamente a la digestibilidad de la proteína bruta por el consumo de heces blandas”<sup>54</sup>.

**6.2.4 Digestibilidad *In vivo* de la fibra cruda.** En la tabla 8 aparece el coeficiente de digestibilidad para la fibra cruda de 92.48%, este es un valor muy elevado que obedece a su mayor cantidad y calidad proteica y energética, que como menciona Maynard “los alimentos con bajo contenido proteico y energético limitan el desdoblamiento microbiano de la fibra, circunstancias bajo las cuales la microbiota cecal no posee disponibilidad energética suficiente para poder garantizar el crecimiento microbiano y la actividad de estos microorganismos en la colonización y degradación de los componente fibrosos del alimento”<sup>55</sup>.

La fibra juega un papel importante en animales herbívoros como el cuy y el conejo que, según Raid y otros citados por Correa, “la fisiología y anatomía del ciego del cuy soporta una ración contenida de un material inerte, voluminoso y permite que la celulosa almacenada fermente por acción microbiana, dando como resultado un mejor aprovechamiento de este nutriente”<sup>56</sup>.

---

<sup>51</sup> ALIAGA, R. Producción de cuyes, Huancayo, Perú: UNCO. Universidad Nacional del centro del Perú. 1979. p., 65.

<sup>52</sup> CHEEKE, P. Op. cit., p.55.

<sup>53</sup> MAYNARD, L. Op. cit., p.110.

<sup>54</sup> CHEEKE, P. Op. cit., p.60.

<sup>55</sup> MAYNARD, L. Op. cit., p. 109.

<sup>56</sup> CORREA, Ramón. La crianza del cuy: Manual técnico. Pasto, Colombia: ICA, 1986. p.25.

La digestibilidad de la fibra fue mayor que la de proteína, porque esta tiene un porcentaje de 43% este nutriente recibe una alta degradación en ciego por parte de los microorganismos cecales por su parte el FDN presenta valores de 35.88% lo cual nos indica la presencia de celulosa y Hemicelulosa nutrientes altamente digestibles.

Ramírez e Hidalgo, “trabajando con los árboles forrajeros nacedero (*Tirchanthera gigantea*), chachafruto (*Eritrina edulis*) y morera (*Morus indica*), encontraron coeficientes de digestibilidad para la fibra de 83.09% y 79.48% y 82.36% respectivamente son valores inferiores a los reportados en esta investigación”<sup>57</sup>.

**6.2.5 Digestibilidad *In vivo* del extracto etéreo (EE).** En la tabla 8 aparecen los resultados de la digestibilidad del extracto etéreo, que está en 53.57%, es un coeficiente bajo que tal vez, obedece a la presencia de ceras o esteroides, que pueden hacer parte del extracto, afectando el aprovechamiento de los lípidos que proporcionan energía para el animal.

Por su parte, Aliaga menciona que “las ceras y esteroides no son utilizadas por el cuy,”<sup>58</sup> a pesar que la colla negra presento digestibilidades altas de proteína y fibra cruda, muestra menores digestibilidades en extracto etéreo y ENN,

En este sentido Cheeke afirma que: “los animales monogástricos herbívoros poseen un requerimiento bien definido de grasa y ácidos grasos insaturados, la utilización de ceras y esteroides es muy baja, sin embargo, la concentración de estos compuestos se refleja en un mayor valor determinado en laboratorio. Adicionalmente, la digestión de los lípidos como tal se lleva a cabo fundamentalmente en el intestino delgado mediante la acción de la lipasa pancreática y bilis, la participación del ciego en este proceso es mínima”<sup>59</sup>.

Florez y Salazar “reportan coeficientes de digestibilidad para el extracto etéreo de 48.67, 43.82 y 25.54% para forrajes nacedero, chachafruto y morera, respectivamente datos similares e inferiores presentado por la colla negra”<sup>60</sup>.

Al respecto, Ramírez e Hidalgo “encontraron coeficientes de digestibilidad para E.E de 87.69% para botón de oro y 74.17% para el liberal, valores relativamente altos, donde se puede concluir que en estas grasas no hubo presencia de ceras ni esteroides que impidan la absorción de grasas”<sup>61</sup>.

---

<sup>57</sup> RAMIREZ, S. E HIDALGO, F. Op., cit. p. 70.

<sup>58</sup> ALIAGA, R.L. Op., cit. P 55.

<sup>59</sup> CHEEKE, P. Op. cit., p. 90.

<sup>60</sup> FLOREZ, y SALAZAR, Op., cit. p

<sup>61</sup> RAMIREZ, S. E HIDALGO, F. Op., cit. p. 82.

**6.2.6 Digestibilidad *In vivo* del extracto libre de nitrógeno (ELN).** En la tabla 8 aparece el resultado de digestibilidad del ELN de, 28.89% este valor se considera bajo, debido que el ELN del análisis bromatológico fue bajo (10.97%) incidiendo en su baja digestibilidad.

Debido a que este forraje arbóreo no posee carbohidratos solubles que le van a proporcionar parte de la energía que necesita el animal para su normal funcionamiento, teniendo que acudir a la fibra, que es aprovechada en ciego, fermentada y convertida en ácidos grasos volátiles, que serán utilizados como energía.

El porcentaje de ELN en el análisis bromatológico y coeficiente de digestibilidad son bajos por su alto contenido de carbohidratos estructurales, con (43.88%) de fibra.

Por otra parte, Van Soest argumenta que “Al incluir la fracción de la pared celular en el análisis causa una aparente digestibilidad de E.L.N que es menor al de la fibra cruda, la presencia de una prominente fracción metabólica en el ELN fecal contribuye en forma importante este efecto”<sup>62</sup>.

Burbano y Rivera “reportan digestibilidades de ELN para el papayuelo y botón de oro 92.86% y 83.5%, estos valores son altos, ya que los porcentajes de fibra en los análisis bromatológicos de dichos forrajes están alrededor del 15 al 17%, niveles óptimos de fibra, y el ELN esta alrededor del 45 al 55%, donde se puede concluir la presencia alta de carbohidratos solubles, por eso su digestibilidad es elevada”<sup>63</sup>.

**6.2.7 Nutrientes digestibles totales (NDT).** En la tabla 8 se muestra el resultado de la digestibilidad del NDT para este ensayo, que fue de 72.72%. Este valor obedece a un mejor equilibrio de los nutrientes que permiten al animal aprovechar en forma más eficiente el contenido global de nutriente del alimento. en este sentido Cheeke, afirma que: “la determinación de los NDT se basa en la supuesta equivalencia de los carbohidratos, proteínas y lípidos como fuente de energía, por lo que el valor final de NDT esta en dependencia de su aparente utilización o biodisponibilidad de los nutrientes en forma global”<sup>64</sup>.

Cabe destacar que la colla negra presento alta concentración energética la cual cumple con los requerimientos energéticos del cuy en las fases de levante y engorde, según el NRC que deben encontrarse entre 65 a 70%.

---

<sup>62</sup> VAN SOEST, Op. cit., p.70.

<sup>63</sup> BURBANO, S y RIVERA, C Op., Cit. P 64

<sup>64</sup> CHEEKE, P. Op. cit., p. 90.

El valor de NDT para la colla negra encontrado fue mayor a los de otras arbustivas, según lo reportado por Flores, Salazar y Caycedo quienes encontraron concentraciones energéticas de 64.44% para el nacedero, 55.35% para chachafruto porque hubo una mayor digestibilidad de los nutrientes, la degradación de fibra en ciego hace que se produzcan ácidos grasos volátiles los cuales van a aportar energía<sup>65</sup>.

**6.2.8 Razón nutritiva.** En la tabla 8 se reporta el valor de la razón nutritiva, que es de 3.01. Este valor es relativamente alto debido a que el forraje arbustivo colla negra presenta altos coeficientes de digestibilidad de los nutrientes, excepto del ELN, y quizá un aporte más adecuado de nutrientes específicos como aminoácidos esenciales que, en líneas generales, es un factor de mayor peso en comparación con la proteína total del alimento.

La razón nutritiva es interpretada como la cantidad de energía que necesitan los microorganismos del ciego para desdoblar un gramo de proteína en este caso la relación es 3:1, 3 g de NDT para desdoblar 1g de proteína.

El dato obtenido en esta investigación es casi similar o superior a los reportados por Florez y Salazar “quienes encontraron valores de 3.08 para el nacedero, 2.97 para el chachafruto y 2.42 para morera<sup>66</sup>”.

## **6.3 PRUEBA DE COMPORTAMIENTO**

**6.3.1 Consumo de alimento.** En la tabla 9 y figura 5 aparecen los resultados de consumo de alimento en materia seca para la fase de levante y engorde, así mismo en el Anexo A y B se encuentra el análisis de varianza para las dos fases. En la fase de levante hay diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre los tratamientos de acuerdo a la prueba de comparaciones múltiples de Duncan se comprobó que los tratamientos son diferentes estadísticamente el mayor consumo de materia seca fue para el T2 (76.29), seguido de T3 (74.46) y T1 (67.20g/animal/día). Para la fase de engorde según la prueba de Duncan, hay diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre los tratamientos T3 (85.48) y T2 (84.80) con respecto a T1 (81.92) g/animal/día.

---

<sup>65</sup> FLORES, y SALAZAR, Op., Cit. p. 54.

<sup>66</sup> Ibid, Op., Cit. p. 54.

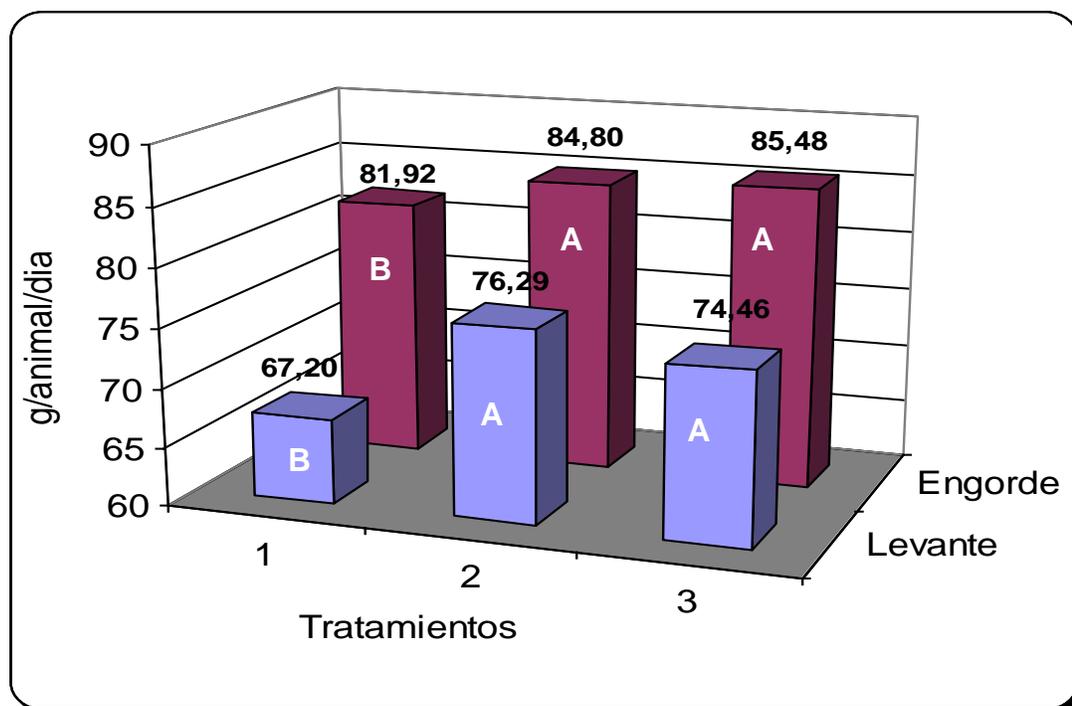
**Tabla 9. Consumo de alimento en materia seca**

Tratamiento	Consumo de alimento (g/animal/día)	
	Levante	Engorde
T1	67.20B	81.92B
T2	76.29A	84.80A
T3	74.46A	85.48A

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

En la fase de levante el T2 y 3 presentan el mayor consumo de alimento debido a que estos tratamientos recibieron una cantidad considerable de forraje arbusto colla negra y kikuyo, los cuales presentaron según el análisis bromatológico un contenido alto de nutrientes respecto al T1 que solo recibió pasto kikuyo.

**Figura 4. Consumo de alimento en materia seca**



**6.3.2 Incremento de peso.** En la tabla 10 y figura 6 aparecen los resultados del incremento de peso para las dos fases y el análisis de varianza Anexo C y D para la fase de levante según la prueba de Duncan se mostro diferencias altamente significativas entre los tratamientos T3, T2 y T1 y ( $P < 0.01$ ) el tratamiento T3 presento los mayores incrementos diarios de peso con 11.98g, seguido de T2 con

11.15, el T1 fue, menor con 10.60. Para la fase de engorde, según la prueba de Duncan, indica que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos T3 (11.99) y T2 (11.75) con respecto a T1 (10.67g/animal/día).

El T1 para las fases de levante y engorde presentan un contenido de proteína bajo de 13.97 y 15.19 con respecto al T2 y T3 para las respectivas fases 16.68 y 20.80g de proteína el T3 con 18.12 y 22.63 lo cual nos permite deducir que el T3 y el T2 tienen los mejores incrementos de peso porque el aporte de proteína es alto y digestible el cual es aportado de la colla negra.

Por otra parte las diferencias obtenidas en la fase de engorde a favor de T2 quizá estuvieron relacionados con su mayor aporte energético ya que como menciona Cheeke “si bien es cierto que la relación energía-proteína juega un papel decisivo en el comportamiento del peso de los animales, dicha relación debe estar acorde con la fase de crecimiento y el nivel de aprovechamiento de la fracción proteica y energética, es decir, que a medida que la edad del animal avanza los requerimientos de proteína decrecen y los de energía incrementan, a si mismo, en las fases iniciales de crecimiento la cantidad y calidad de la proteína aportada debe ser adecuada para contribuir a la formación tisular, mientras que en las fases de engorde y acabado son mas notables los requerimientos energéticos”<sup>67</sup>.

**Tabla 10. Incremento de peso diario**

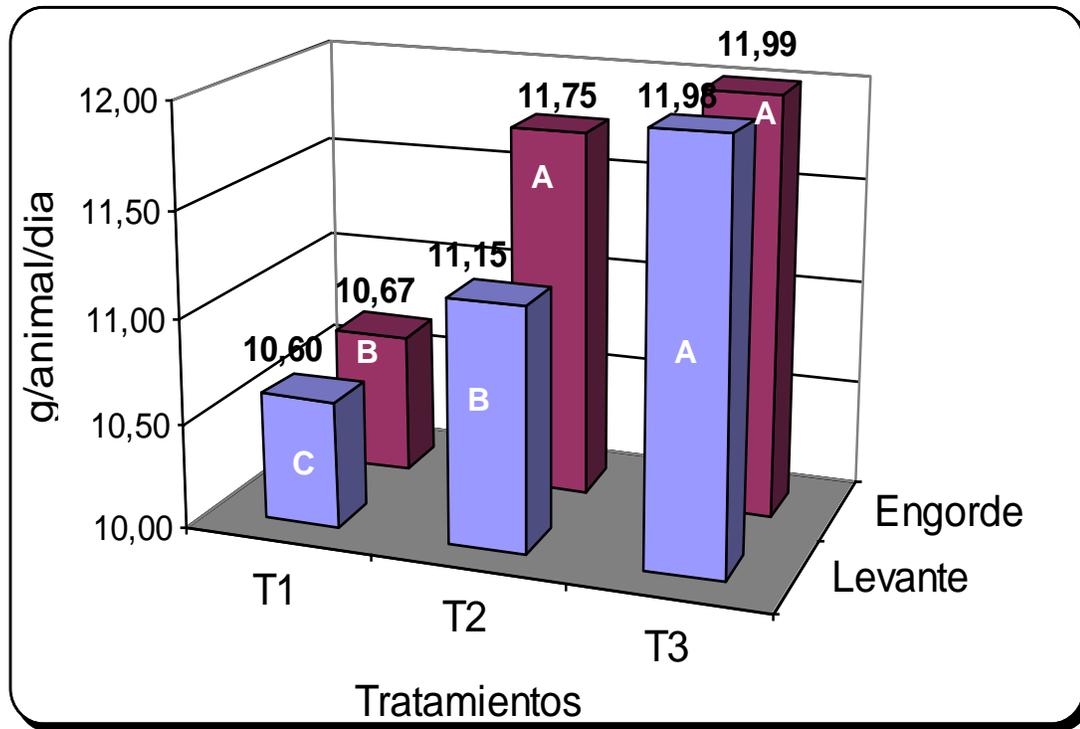
<b>Tratamiento</b>	<b>Incremento de peso (g/animal/día)</b>	
	<b>Levante</b>	<b>Engorde</b>
T1	10.60C	10.67B
T2	11.15B	11.75A
T3	11.98A	11.99A

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

Por su parte, Mac Donald asevera que: “los animales en crecimiento que reciben proteína en niveles adecuados pero con baja digestibilidad adicionalmente insuficiente cantidad de energía para 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 de los animales”<sup>68</sup>.

<sup>67</sup> CHEEKE, P. Op. cit., p.176.

**Figura 5. Incremento de peso diario**



**6.3.3 Conversión alimenticia.** En la tabla 11 y figura 7 aparecen los resultados de conversión alimenticia para las dos fases y el análisis de varianza Anexo E y F se encontraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos ( $P < 0.01$ ). Mediante la prueba de Duncan se encontró que el tratamiento T3 tuvo una mejor conversión alimenticia en las dos fases evaluadas, así mismo el T1 mostró una conversión menos eficiente en la fase de engorde respecto a T3 y T2.

La conversión menos eficientes mostrada para el tratamiento T1 para la fase de levante se atribuyen al bajo consumo de materia seca y incremento de peso diario, para la fase de engorde las mejores conversiones se presentan en el T3 y T2 ya que estos tratamientos tuvieron un mayor consumo de materia seca que se vio reflejado en un mayor incremento de peso diario, ya que estas dos variables son directamente proporcionales. Las mejores conversiones alimenticias se dan en la etapa de levante ya que en esta fase el animal esta en pleno desarrollo corporal, con una alta síntesis de proteína la cual se refleja en una buena ganancia de peso.

<sup>68</sup> MAC DONALD. *et al.* Op., p 365.

Cheeke argumenta que. “Al disminuir la concentración energética de la ración se precisa mayor cantidad de alimento para cubrir las necesidades energéticas por lo que se da una menor eficiencia en la conversión de alimento en músculo”<sup>68</sup>.

La mayor concentración de proteína,energía como también la mayor digestibilidad de los principios nutritivos del forraje arbustivo colla negra reflejo directamente en la mayor eficiencia de conversión alimenticia ya que como menciona Mac Donald: “El animal generalmente muestra una tendencia a autobalancearse, osea, que mientras su capacidad gástrica se lo permita, el consumo voluntario de alimento se incrementa en presencia de raciones de bajo valor nutritivo hasta que sus requerimientos se satisfacen”<sup>70</sup>.

**Tabla 11. Conversión alimenticia**

Tratamiento	Conversión alimenticia	
	Levante	Engorde
T1	6.34B	7.69A
T2	6.84A	7.22B
T3	6.22B	7.14B

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

De lo anterior se deduce que la alimentación de cuyes con un porcentaje adecuado de forraje arbóreo colla negra adecuadamente suplementado muestra un alto potencial para mejorar los índices productivos de producción cuyicola ya que por una parte se utilizan los recursos, disponibles de la zona y por otra se obtienen buenos incrementos de peso y conversión alimenticia eficiente.

**6.3.4 Mortalidad.** La mortalidad en este trabajo experimental se presento durante los primeros días del ensayo, correspondiente a la etapa de levante, cuando los animales destetados fueron ubicados en el galpón, murieron un total de 4 animales que equivale a 6.6 % de la población; distribuidos así:

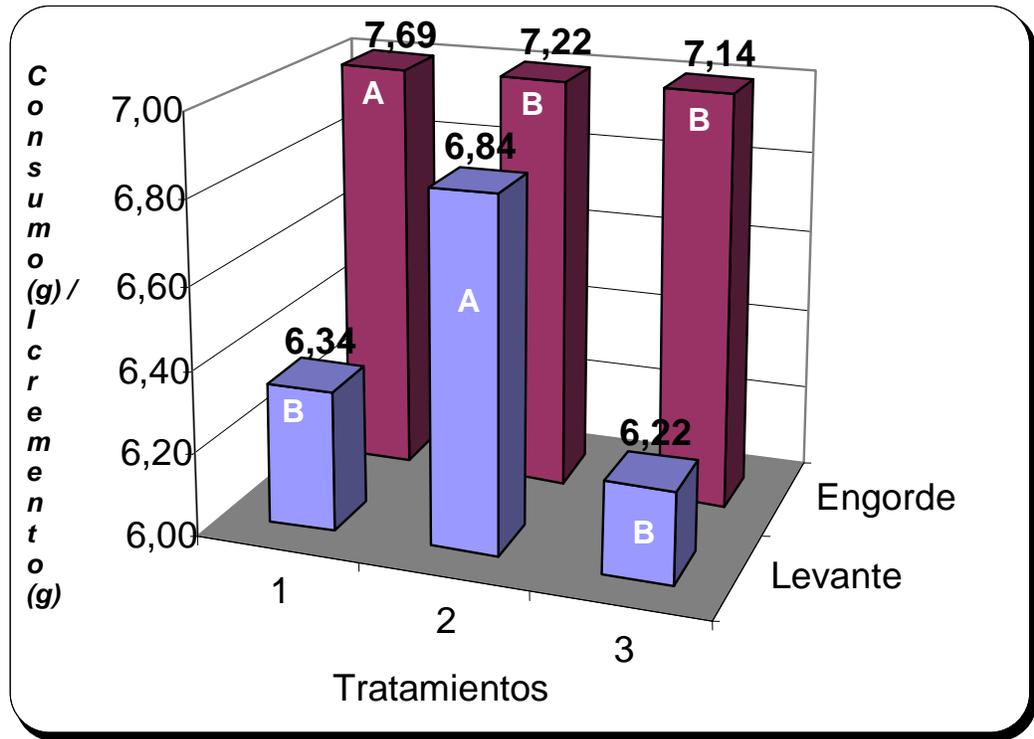
- T1: 1.6 % mortalidad
- T2: 1.6 % mortalidad
- T3: 3.4 % mortalidad

La causa principal de la mortalidad se atribuye a que los primeros días del ensayo ya que se presento una excesiva ventilación, otra posible causa fue por el cambio de ambiente de traslado de los animales de una granja a otra.

<sup>68</sup> CHEEKE, P. Op. cit., p.183.

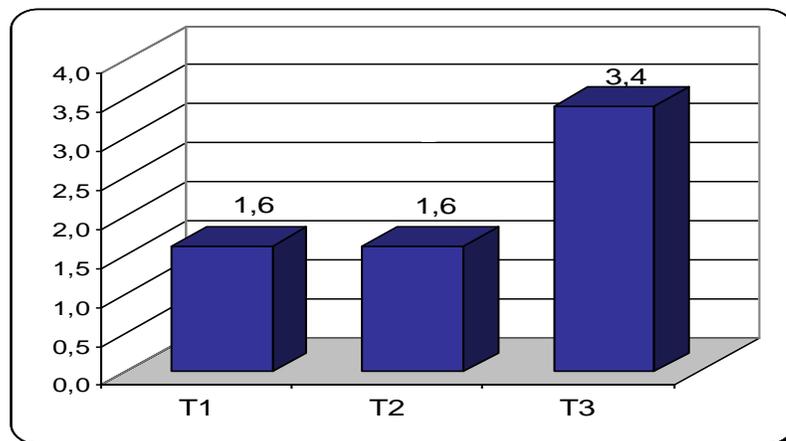
<sup>70</sup> MAC DONALD. *et al.* Op., p 365.

**Figura 6. Conversión alimenticia en cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con forrajes kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), colla negra (*Smallanthus pyramidalis*) en fase de levante y engorde.**



Caicedo reporta una mortalidad en levante del 5 % y para la fase de engorde de un 4 %; cabe destacar que en la etapa de engorde no se presento ninguna mortalidad.

**Figura 7. Mortalidad**



### 6.3.5 Rendimiento en canal de cuyes de engorde

Para la determinación del rendimiento en canal, se optó por sacrificar dos animales por tratamiento.

**Tabla 12. Rendimiento en canal**

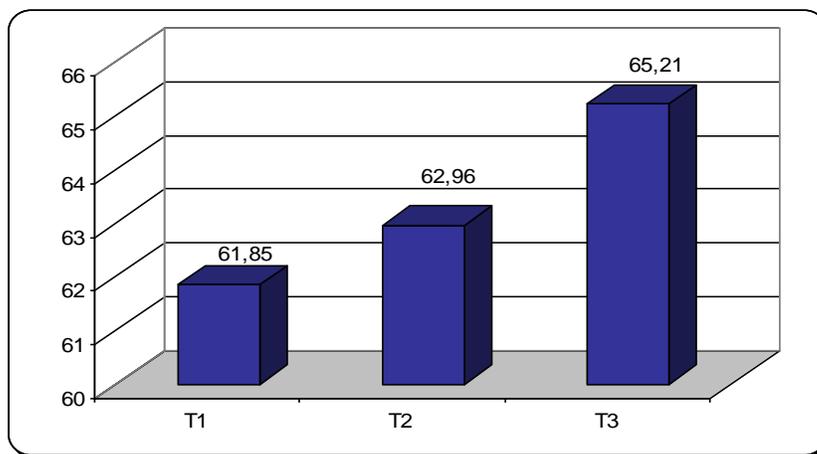
<b>Variables</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
Peso vivo (g)	1080	1215	1290
Peso en canal (g)	665	765	840
Rendimiento	61.85	62.96	65.21

### 6.3.6 Análisis rendimiento en canal

Como se puede observar, en la tabla 12 Anexo P el mejor rendimiento en canal fue para el tratamiento 3, que recibió 40% de follaje arbustivo colla negra con un rendimiento en canal del 65.21%, seguido del T2 que recibió 30% del forraje arbustivo con un rendimiento en canal del 62.96%, el más bajo rendimiento fue para el T1, cuya alimentación fue a base de kikuyo. Estos resultados están directamente relacionados con el incremento de peso y la conversión alimenticia tanto para la fase de levante como para engorde.

Caycedo (1991) determinó el rendimiento en canal de cuyes sometidos a un programa de frecuencia de suministro de alfalfa y suplementación de concentrado, los rendimientos en canal reportados son: 68% para alfalfa + suplementación en los primeros 42 días, 67% para alfalfa + suplementación los últimos 42 días y 64% para el tratamiento alimentado solo con forraje de alfalfa.

**Figura 8. Rendimiento en canal**



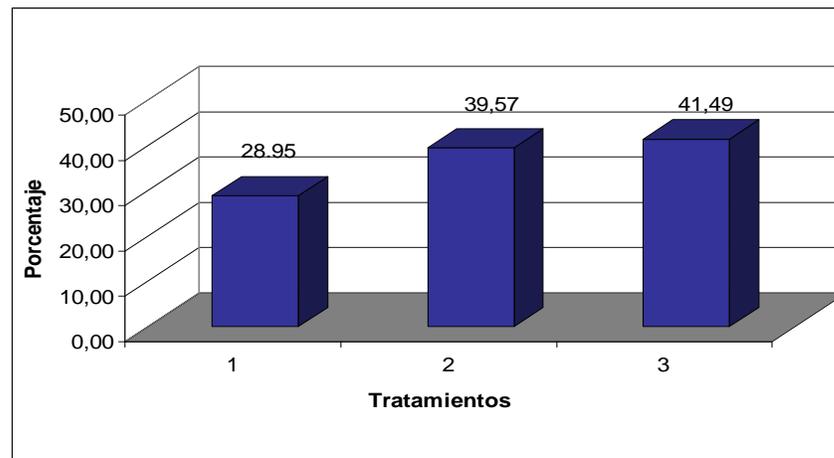
## 6.4 ANÁLISIS PARCIAL DE COSTOS

En la tabla 13 y figura 10 se indican los resultados económicos para los tratamientos utilizados en el ensayo, detallando los costos fijos, costos variables, los ingresos y la rentabilidad aparente de los tratamientos.

Los costos de alimentación más bajos los presento el tratamiento T3 (31.42%), seguido del T2 (34.24%) y T1 (35.04%) El menor costo se explica por un menor consumo de los forrajes y suplemento por presentarse una mortalidad de dos animales para este tratamiento.

La mejor rentabilidad la presento el T3 (44.27%), seguido el T2 con (39.57%) y la mas baja la presento el T1 con (32.88%). la razón por la cual el T3 tuvo la mejor rentabilidad se debió a que tuvo un mayor peso final, por consiguiente para la venta tuvo un mayor valor.

**Figura 9. Rentabilidad económica para cada uno de los tratamientos**



**Tabla 13. Resultados económicos en cada uno de los tratamientos**

Rubros	Tratamientos		
	T1	T2	T3
<b>A. INGRESOS</b>			
PESO PROMEDIO FINAL (g)	1043	1091	1169
VALOR GRAMO/CUY (\$)	11	11	11
VENTA DE ANIMALES	<b>218.000</b>	<b>228.000</b>	<b>231.462</b>
No animales venta	19	19	18
<b>B. EGRESOS</b>			
Compra de animales	100.000	100.000	100.000
Suplemento	27.047	27.047	25.627
Mano de obra	20.000	20.000	20.000
Pasto kikuyo	8.000	5.000	3.000
Colla negra	0	2.300	2.800
Medicamentos y desinfectantes	5.000	5.000	5.000
Imprevistos	4.000	4.000	4.000
<b>TOTAL EGRESOS</b>	<b>164.047</b>	<b>163.347</b>	<b>160.427</b>
<b>COSTO POR ANIMAL</b>	8.634	8.597	8.912
<b>C. INGRESO NETO (A-B)</b>	53.953	64.643	71.462
<b>D. RENTABILIDAD (C/B)</b>	<b>32.88%</b>	<b>39.57%</b>	<b>44.27%</b>

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1 CONCLUSIONES

El forraje arbustivo colla negra, en mezcla con el pasto kikuyo, constituye una alternativa alimenticia que cumple con los requerimientos nutricionales exigidos por el cuy en las etapas de levante y engorde.

Los resultados de la digestibilidad aparente *in vivo* muestran al forraje colla negra con un alta degradabilidad en sus nutrientes, materia seca 74.4%, Proteína 80%, Fibra cruda 92.48%, extracto etéreo 53.57, y extracto libre de nitrógeno con 28.89%, el forraje de colla negra presentó una buena concentración energética, expresada en NDT 72.72%.

En la prueba de comportamiento, el mayor consumo de materia seca lo presentaron los animales alimentados con kikuyo y un porcentaje de follaje de colla negra en los tratamientos T2 y T3 para el levante fue de 76.29 y 74.46 g/ms, y para el engorde fue de 84.80 y 85.48 g /ms respectivamente, ya que hecho el balance de materia seca estos tratamientos fueron los que mas gramos de MS presentaron en la ración con respecto a T1

Los resultados del incremento diario de peso muestran una relación directamente proporcional con el consumo de MS, porque a mayor consumo de materia seca hay un mayor incremento de peso. El T3 presentó los mejores incrementos de peso, tanto en levante como en engorde, con 11.98g y 11.99g respectivamente; se debe a que este tratamiento de acuerdo al balance proteico y energético presento un alto contenido de estos nutrientes logrando un mayor peso final para la venta.

La mejor conversión alimenticia la presenta el tratamiento T3 para las dos fases como consecuencia de un mayor consumo de materia seca y un alto incremento de peso por tener un suministro mayor de forraje arbustivo colla negra.

La mayor rentabilidad se presento en los tratamientos T3 y T2, con 44.27% y 39.47%; esto se dio porque los animales de estos tratamientos tuvieron un peso superior al T1 (32.88%), que por tal razón tuvieron un mayor valor en su venta. Como también sus costos de producción fueron menores por el forraje colla negra suministrado para esos tratamientos es relativamente mas económico que el kikuyo.

El forraje arbóreo colla negra mantiene su biomasa en cualquier condición climática razón por la cual se constituye en una alternativa de alimentación en épocas de escasez de forraje.

Desde el punto de vista es posible mencionar que la utilización del forraje arbóreo colla negra constituye una alternativa importante en la optimización de los

rendimientos productivos para los productores de la zona, ya que estos forrajes se encuentran bien adaptados a la zona con alto nivel de rusticidad y potencial nutritivo.

## **7.2 RECOMENDACIONES**

Realizar pruebas de comportamiento agronómico al cultivo de forraje arbustivo colla negra a fin de determinar la producción de biomasa con miras a su industrialización en forma de harina.

Evaluar el efecto de evaluación con el follaje de colla negra sobre el comportamiento de cuyes en la fase reproductiva.

Transferir la tecnología propuesta en esta investigación a pequeños, medianos y grandes cuyicultores con el propósito que se implemente el cultivo de colla negra para su utilización en los sistemas de alimentación de cuyes.

Evaluar el efecto del follaje de colla negra en otras especies.

Realizar el análisis de aminograma para el forraje arbustivo colla negra.

Realizar un análisis cualitativo de las sustancias antinutricionales presentes en el forraje evaluado.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

ALIAGA, R. L. Producción de cuyes. Lima-Perú: UNCT, Huancayo, p.1979.

ALMEIDA, Álvaro. CAYCEDO Alberto y CORDOBA, Susana. Digestibilidad aparente de los forrajes kikuyo, vaina de haba, ramio y kingras en cuyes tipo carne (*Cavia porcellus*). Pasto, Colombia: 1991. 93 p. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias, Programa de Zootecnia.

ARROYO, L. FAJARDO, J, A. Evaluación de cuatro niveles de hoja de calabaza (*Cucúrbita pepo*) en la alimentación de cuyes durante la fase reproductiva. Pasto, Colombia. 1998., p. 174. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño, Facultad de ciencias pecuarias, Programa de Zootecnia.

BERNAL, Javier, Pastos y forrajes tropicales: producción y manejo. Bogota, Banco ganadero, 1994. 571 p.

BONDI. Nutrición animal. Acribia; (Zaragoza España); 1989. p. 546.

BURBANO, S y RIVERA, C. Valoración nutritiva de los forrajes de (Papayuelo y botón de oro), en mezcla con pasto Kinggrass (*Pennisetum Hybridum*) para la Alimentación de cuyes durante las fases de crecimiento y engorde. Pasto, Colombia. 2006., p. 96. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño, Facultad de ciencias pecuarias, Programa de Zootecnia.

BURGOS, Álvaro. APRAEZ, Edmundo y CAYCEDO, Alberto. Composición química de pastos y forrajes utilizados en cuyes en clima frío, medio y calido. En: Revista de investigaciones. Pasto, 1986. 167p.

CAYCEDO, A. y EGAS, L. Aspectos técnicos e investigación en la explotación de cuyes. Pasto, Colombia: 110 p.

CAYCEDO, Alberto. Experiencias investigativas en la producción de cuyes (*Cavia porcellus*). Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, 2000. 323 p.

CAMPAÑA, E y JACOME, R. Evaluación de diferentes niveles de ramio (*Bohemeria nivea*) en la alimentación de cuyes. Pasto, Colombia. 1983., 71 p. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias, Programa de Zootecnia.

CHAUCA, Lilia. Sistemas de producción en la crianza de cuyes. Lima-Perú. INIA. 1994. p. 86.

CHEEKE, P. Alimentación y nutrición del conejo. Zaragoza, España: Acribia. 1995. 127 p.

- CHURCH, C. El rumiante: Fisiología digestiva y nutrición. México: Acribia. 1996.
- CHURCH; D y POND; W. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales, México: Limusa, 1990. 118 p. 12
- CORREA, Ramón. La crianza del cuy: Manual técnico. Pasto, Colombia: ICA. 1986. 46 p.
- ESCOBAR, Edison y LOPEZ, Alfonso. Valoración nutritiva del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) cultivado en un sistema de labranza mínima en el levante y engorde de cuyes (*Cavia porcellus*). Pasto, Colombia: 2001, p. 57. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias, Programa de Zootecnia.
- FLOREZ, Luís y ZALAZAR, Giovanni. Digestibilidad aparente de algunos forrajes arbóreos (nacedero, morera, chachafruto y maíz forrajero) en cuyes (*Cavia porcellus*). Pasto, Colombia: 1995, 130 p. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias, Programa de Zootecnia.
- GALVEZ, Arturo. Experiencias de manejo silvopastoril y alimentación animal en sistemas altoandinos. En curso instrumentos y mecanismos para la gestión integral y sostenible de cuencas. Antioquía, Colombia: INWENT, CIPAV, ARPAS, CORNARE.2005.
- HERBARIO, Universidad De Nariño 2006.
- MAC DONALD, *et al.* Nutrición animal, Zaragoza: Acribia. 1995. 576 p.
- MEDRANO, Jorge; PORTILLA, Wilson, RODRÍGUEZ, Sonia y SARRALDE, Carmen. Evaluación nutricional y degradabilidad "in situ" de algunas arbóreas y arbustivas con potencial forrajero para la suplementación de rumiantes en el altiplano de Nariño, Colombia: 2000, 168 p. Trabajo de especialización en producción de bovinos para leche. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de ciencias pecuarias, Programa de Zootecnia.
- MENDOZA CIFUENTES y RAMÍREZ PADILLA. .Plantas con flores de La Planada Bogota, Colombia: 2000, p.32 – 33.
- MIRAMAC, J y PORTILLO, P. Valoración de la Harina de frijol de desecho (*Phasiolus vulgaris*) en la productividad de los cuyes (*Cavia porcellus*), bajo un esquema estratégico de suplementación. ( ). Pasto, Colombia: 2007.Trabajo de

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

RAMIREZ, Sonia e HIDALGO, Francisco. Evaluación de algunos recursos forrajeros en el engorde de cuyes (*Cavia porcellus*). Pasto, Colombia: 1998, 150 p.. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias, Programa de Zootecnia.

VAN SOEST, Nutritional ecology of the ruminant. New York, Cornell University press. 1994. 476 p.

**ANEXOS**

Anexo A. Análisis de varianza y prueba de Duncan para la variable consumo de alimento en la fase de levante.

Dependent Variable: Consumo de alimento levante					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	283.17522667	47.19587111	6.29	0.0104
Error	8	60.03717333	7.50464667		
Corrected Total	14	343.21240000			
	R-Square	C.V.	Root MSE		CONSLEV Mean
	0.825073	3.770765	2.73946102		72.65000000
Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TTO	2	230.85076000	115.42538000	15.38	0.0018
REP	4	52.32446667	13.08111667	1.74	0.2333

PRUEBA DE DUNCAN

	Media	No	Tratamientos
B	67.20	5	1
A	76.29	5	2
A	74.46	5	3

(P<0.05)

Anexo B. Análisis de varianza y prueba de Duncan para la variable consumo de alimento en la fase de engorde.

Dependent Variable: Consumo de alimento engorde					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	61.58997333	10.26499556	2.48	0.1168
Error	8	33.87896000	4.13559500		
Corrected Total	14	94.67473333			
	R-Square	C.V.	Root MSE	CONSENG Mean	
	0.992000	1.062094	0.65569429	61.73600000	
Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TTO	2	35.70377333	17.85188667	4.32	0.0535
REP	4	25.88620000	6.47155000	1.56	0.2730

PRUEBA DE DUNCAN

	Media	No	Tratamientos
B	81.92	5	1
A	84.80	5	2
A	85.48	5	3

(P<0.05)

Anexo C. Análisis de varianza y prueba de Duncan para la variable incremento de peso día en la fase de levante.

Dependent Variable: Incremento de peso día levante

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	5.02814667	0.83802444	17.57	0.0003
Error	8	0.38162667	0.04770333		
Corrected Total	14	5.40977333			
	R-Square	C.V.	Root MSE		P.LEV Mean
	0.929456	1.942236	0.21841093		11.24533333
Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TTO	2	4.81537333	2.40768667	50.47	0.0001
REP	4	0.21277333	0.05319333	1.12	0.4132

PRUEBA DE DUNCAN

	Media	No	Tratamientos
C	10.60	5	1
B	11.15	5	2
A	11.98	5	3

(P<0.05)

Anexo D. Análisis de varianza y prueba de Duncan para la variable incremento de peso día en la fase de engorde

Dependent Variable: Incremento de peso día engorde					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	6.29013333	1.04835556	10.05	0.0023
Error	8	0.83484000	0.10435500		
Corrected Total	14	7.12497333			
	R-Square	C.V.	Root MSE		IPENG Mean
	0.882829	2.816065	0.32304025		11.47133333
Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TTO	2	4.98169333	2.49084667	23.87	0.0004
REP	4	1.30844000	0.32711000	3.13	0.0792

PRUEBA DE DUNCAN

	Media	No	Tratamientos
B	10.67	5	1
A	11.75	5	2
A	11.99	5	3

(P<0.05)

Anexo E. Análisis de varianza y prueba de Duncan para la variable conversión alimenticia en la fase de levante

Dependent Variable: Conversion alimenticia levante

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	1.46781333	0.24463556	2.68	0.0987
Error	8	0.72914667	0.09114333		
Corrected Total	14	2.19696000			
	R-Square	C.V.	Root MSE		CALEV Mean
	0.668111	4.669031	0.30189954		6.46600000
Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TTO	2	1.09632000	0.54816000	6.01	0.0255
REP	4	0.37149333	0.09287333	1.02	0.4527

PRUEBA DE DUNCAN

	Media	No	Tratamientos
B	6.34	5	1
A	6.84	5	2
B	6.22	5	3

(P<0.05)

Anexo F. Análisis de varianza y prueba de Duncan para la variable conversión alimenticia en la fase de engorde

Dependent Variable: Conversión alimenticia engorde

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	1.56914667	0.26152444	6.34	0.0101
Error	8	0.32994667	0.04124333		
Corrected Total	14	1.89909333			
	R-Square	C.V.	Root MSE		CAENG Mean
	0.826261	2.764058	0.20308455		7.34733333
Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TTO	2	0.87465333	0.43732667	11.89	0.0056
REP	4	0.69449333	0.17362333	4.21	0.0399

PRUEBA DE DUNCAN

	Media	No	Tratamientos
A	7.69	5	1
B	7.22	5	2
B	7.14	5	3

(P<0.05)



Anexo G. Balance teórico de acuerdo al consumo de Materia Seca fase de levante.

Tabla 1. Tratamiento 1 levante: kikuyo +suplemento

	MS (g)	Proteína (g)	E.D, Kca/100g	Fibra
1. aporte kikuyo	49.8	8.27	1740	19.48
2. aporte colla negra	0	0	0	0
3. aporte suplemento	17.4	3.1	575	3.18
4. total aporte	67.2	11.37	2315	22.63
5. requerimiento	54	10	2500	18
6. balance	+13.2	1.37	-185	+4.63

(1) Estimados con base a un consumo de 400g de pasto Kikuyo y colla negra +20 g de suplemento

Tabla 2. Tratamiento 2 levante: kikuyo +Colla Negra + suplemento

	MS (g)	Proteína (g)	E.D, Kca/100g	Fibra
1. aporte kikuyo	41.223	6.81	1530	15.48
2. aporte colla negra	17.667	4.09	420	9.84
3. aporte suplemento	17.4	3.1	575	3.18
4. total aporte	76.29	14	2525	28.47
5. requerimiento	54	10	2500	18
6. balance	+22.29	+4	+25	+10.47

(2) Estimados con base a un consumo de 400g de pasto Kikuyo y colla negra + 20 g de suplemento

Tabla 1. Tratamiento 3 levante: kikuyo +Colla Negra + suplemento

	MS (g)	Proteína (g)	E.D, Kca/100g	Fibra
1. aporte kikuyo	34.332	5.6	1410	13.4
2. aporte colla negra	22.888	5	684	12.8
3. aporte suplemento	17.4	3.1	575	3.15
4. total aporte	74.62	13.7	2669	29.35
5. requerimiento	54	10	2500	18
6. balance	+20.62	+3.7	+169	+11.35

(3) Estimados con base a un consumo de 400g de forraje y colla negra + 20 g de suplemento

Anexo H. Balance teórico de acuerdo al consumo de Materia Seca fase de engorde.

Tabla1.Tratamiento 1 Engorde: kikuyo +suplemento con 30% desperdicio

	Proteína		E.D, Kca/100g	Fibra
	MS (g)	(g)		
1. aporte kikuyo	60.17	10	1822	23.75
2. aporte colla negra	0	0	0	0
3. aporte suplemento	21.75	4	750	3.87
4. total aporte	81.92	14	2572	27.62
5. requerimiento	70	12.6	2500	22
6. balance	+11.92	+2.6	+72	+5.62

(4) Estimados con base a un consumo de 500g de pasto Kikuyo y 20 g de suplemento con 30% de desperdicio

Tabla 1. Tratamiento 2 Engorde: kikuyo +Colla Negra + suplemento

	Proteína		E.D, Kca/100g	Fibra
	MS (g)	(g)		
1. aporte kikuyo	44.13	7.29	1460	17.21
2. aporte colla negra	18.91	4.3	516	10.93
3. aporte suplemento	21.75	4	750	3.87
4. total aporte	84.8	15.59	2726	31.02
5. requerimiento	70	12.6	2500	22
6. balance	+14.8	2.99	+276	+9.02

(5) Estimados con base a un consumo de 500g de pasto Kikuyo y 20 g de suplemento con 30% de desperdicio

Tabla 1. Tratamiento 3 Engorde: kikuyo +suplemento

	Proteína		E.D, Kca/100g	Fibra
	MS (g)	(g)		
1. Aporte kikuyo	38.238	6.32	1331	14.81
2. aporte colla negra	25.492	5.8	696	14.7
3. aporte suplemento	21.75	4	750	3.8
4. total aporte	85.48	16.16	2777	33.37
5. requerimiento	70	12.6	2500	22
6. balance	+15.48	+3.56	+277	11.37

(6) Estimados con base a un consumo de 500g de pasto Kikuyo y 20 g de suplemento

Anexo i. Consumo de materia seca en la etapa de levante y engorde

Réplicas	T1	T2	T3
1	67.33	76.29	76.25
2	73.70	76.70	74.46
3	67.61	76.50	72.51
4	67.07	76.01	77.27
5	60.31	75.95	71.79
Promedio Periodo/tratamiento (g)	67.20	76.79	74.46

Réplicas	T1	T2	T3
1	80.25	80.30	85.65
2	81.44	87.48	85.04
3	82.51	81.41	85.04
4	83.15	86.79	85.79
5	82.25	88.03	85.87
promedio Periodo/tratamiento (g)	81.92	84.80	85.48

Anexo J. Incremento de peso en la etapa de levante y engorde

Réplicas	T1	T2	T3
1	10.68	10.94	10.94
2	10.57	11.28	11.28
3	10.36	11.18	11.18
4	11.01	11.11	11.11
5	10.40	11.24	11.24
Promedio Periodo/tratamiento (g)	10.60	11.15	11.98

Réplicas	T1	T2	T3
1	10.91	11.90	12.19
2	10.19	11.74	11.09
3	10.31	11.16	12.26
4	11.04	12.12	12.17
5	10.89	11.85	12.25
promedio Periodo/tratamiento (g)	10.67	11.75	11.99

Anexo k. Conversión alimenticia en la etapa de levante y engorde

Réplicas	T1	T2	T3
1	6.30	6.97	6.55
2	6.97	6.80	6.03
3	6.53	6.84	6.09
4	6.09	6.84	6.46
5	5.80	6.76	5.96
Promedio Periodo/tratamiento (g)	6.34	6.84	6.22

Réplicas	T1	T2	T3
1	7.36	6.75	7.03
2	7.99	7.45	7.67
3	8.00	7.29	6.94
4	7.53	7.16	7.05
5	7.55	7.43	7.01
Promedio Periodo/tratamiento (g)	7.69	7.22	7.14

## Anexo L. Digestibilidad de la colla negra

Promedio de los 8 días del ensayo en base fresca

Réplicas	Alimento ofrecido gr	Alimento rechazado gr	Heces gr
1	400	160	75.5
2	400	180.5	60.83
3	400	150.4	76.16
4	400	159	72.66
5	400	155	69.8
6	400	200	89.25
7	400	140.3	80
8	400	128.66	74.66

Promedio de los 8 días del ensayo en base seca

Colla negra: 36.96% ms

Heces : 19.99% ms

Réplicas	Alimento ofrecido gr	Alimento rechazado gr	Heces gr
1	148	59.2	15.1
2	148	66.785	12.166
3	148	55.648	15.232
4	148	58.83	14.532
5	148	57.35	13.96
6	148	74	17.85
7	148	51.911	16
8	148	47.6042	14.932
Promedio final	148	59	15

Anexo M. Consumo de alimento diario en la etapa de levante y engorde

T1:100% kikuyo + suplemento

T2:70% kikuyo +30% colla negra + suplemento

T3 60% kikuyo +40% colla negra + suplemento

Consumos/gr/bf	T1	T2	T3
Consumo total de alimento	1600	1600	1600
kikuyo	1600	1120	960
colla negra	0	480	640
concentrado	80	80	80

T1:100% kikuyo + suplemento

T2:70% kikuyo +30% colla negra + suplemento

T3 60% kikuyo +40% colla negra + suplemento

Consumos/gr/bf	T1	T2	T3
Consumo total de alimento	2000	2000	2000
kikuyo	1900	1400	1200
colla negra	0	600	800
concentrado	100	100	100

Anexo N. Desperdicio de kikuyo en la etapa de levante en BF

Réplicas	T1	T2	T3
1	372.38	378.3	390
2	281.38	381.42	318.5
3	368.36	383.76	319.15
4	376.08	389.22	380.25
5	354.5	390	324.35

Desperdicio de colla negra en la etapa de levante en BF

Réplicas	T1	T2	T3
1	0	106.7	210
2	0	107.58	171.5
3	0	108.24	171.85
4	0	109.78	204.75
5	0	110	174.65

Anexo O. Desperdicio de kikuyo en la etapa de engorde en BF

Réplicas	T1	T2	T3
1	352.08	328.3	340
2	281.18	381.39	405
3	348.36	393.66	379.15
4	376.08	329.22	350.82
5	394.5	370	374.37

Desperdicio de colla negra en la etapa de levante en BF

Réplicas	T1	T2	T3
1	0	206.7	215
2	0	144.58	171.5
3	0	168.24	173.8
4	0	139.78	209.37
5	0	150	194.65

Anexo P. Rendimiento en canal

Variables	T1	T2	T3
Peso vivo (g)	1080	1215	1290
Peso canal (g)	665	765	825
Rendimiento %	61.88	62.96	65.21
Sangre	46	62	57
Pelo	43	48	59
Patas	15	20	26
Viseras	210	220	211
Cabeza	101	110	112

## Anexo Q. Composición Química de alimento y heces

Nutriente	Colla negra (BS)	Heces (BS)
Humedad	63.04	80.01
Materia seca	36.96	19.99
Extracto etéreo	9.00	16.97
Ceniza	13.38	20.70
Fibra cruda	43.88	13.25
Proteína	22.76	18.45
5E.N.N	10.97	36.63
Energía Digestible (Kcal/100g)	318	321



