

**EVALUACIÓN DE DOS NIVELES DE INCLUSIÓN DE FORRAJE DE *Canavalia
brasiliensis* COMO REEMPLAZO DE LA PROTEÍNA DE TORTA DE SOYA EN
ALIMENTACIÓN DE POLLOS DE ENGORDE**



**ELSY ELIANA DORADO RENGIFO
SANTIAGO ANDRÉS BRAVO BOLAÑOS**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2012**

**EVALUACIÓN DE DOS NIVELES DE INCLUSIÓN DE FORRAJE DE *Canavalia
brasiliensis* COMO REEMPLAZO DE LA PROTEÍNA DE TORTA DE SOYA EN
ALIMENTACIÓN DE POLLOS DE ENGORDE**

**ELSY ELIANA DORADO RENGIFO
SANTIAGO ANDRÉS BRAVO BOLAÑOS**

**Tesis de grado en modalidad de investigación para optar al título de
Ingeniero Agropecuario**

**Director:
NELSON JOSE VIVAS QUILA
Zootecnista, M.sc.**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2012**

Nota De Aceptación

EL Director y los Jurados han leído el presente documento, han escuchado la sustentación del mismo por sus autores, y lo encuentran satisfactorio.

M. Sc. NELSON JOSE VIVAS QUILA
Director

M. Sc. JULIANA ISABEL CARVAJAL TAPIA
Presidente del Jurado

M. Sc. FREDY JAVIER LOPEZ MOLINA
Jurado

Popayán, 30 de mayo de 2012

Le dedico este trabajo a Dios, por darme la fuerza e inteligencia necesaria para culminar esta etapa tan importante de mi vida.

A mis padres, por su apoyo incondicional, sin importar los altos y bajos que acontecieron durante mi estudio, por haberme inculcado desde niña que el estudio es la base de una vida llena de sabiduría y por mantenerme siempre en el camino correcto.

A mi hermano Ney Franklin que desde el cielo me dio fortaleza para los momentos difíciles, a mi hermana Judy Paola, que estuvo a mi lado en los inicios de mi carrera y me enseñó a desenvolverme en el campus universitario, a mis hermanos menores Angy Lizeth y Luigi Fabian por permitirme compartir con ellos mis experiencias, a mi sobrinita Camila, por las enseñanzas que comparte con tanta alegría, a Jackeline por darme consejos, su actitud trabajadora y sus ganas salir adelante sin importar las dificultades.

A Pablo Agudelo por apoyarme siempre, y demostrarme que el estudio es muy importante para lograr las metas a futuro.

A mis compañeros de estudio, por cada ayuda prestada, por cada momento compartido y también por permitirme de vez en cuando sacarles una sonrisa. Y a todas aquellas personas que estuvieron a mí alrededor y que de una u otra manera contribuyeron para que esta meta se cumpliera.

ELSY ELIANA DORADO RENGIFO

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por permitirme vivir e iluminar mi camino con sabiduría.

A mis padres Mary Bolaños y Gilberto Bravo por el amor que me han brindado y el ejemplo de trabajo incansable que me han dado para crecer como persona, a mi hermana Marcela por su apoyo incondicional.

A mis compañeros y amigos por los gratos momentos compartidos.

SANTIAGO ANDRÉS BRAVO BOLAÑOS

AGRADECIMIENTOS

A nuestro director M. Sc. NELSON JOSE VIVAS por el apoyo, confianza, orientación y enseñanzas que nos brindo para llevar a cabo satisfactoriamente este trabajo.

Al Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Palmira, por los aportes para la realización de esta investigación.

Al grupo de investigación NUTRICIÓN AGROPECUARIA (Nutrifaca) de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad del Cauca, por el respaldo y apoyo a esta investigación.

Al Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, por su colaboración en el análisis de las dietas experimentales.

A nuestros jurados M. Sc JULIANA CARVAJAL y M. Sc. FREDY LOPEZ, por los aportes y recomendaciones para la culminación de este trabajo.

GIZ.

A la Universidad del Cauca, especialmente al grupo de profesores y administrativos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, por permitirnos culminar satisfactoriamente esta etapa de constante aprendizaje y crecimiento personal.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	14
1. MARCO REFERENCIAL	16
1.1 EL SECTOR AVÍCOLA EN COLOMBIA	16
1.2 EVOLUCIÓN DE LA NUTRICIÓN AVÍCOLA	17
1.3 ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DIGESTIVA DEL AVE	19
1.3.1 Pico	20
1.3.2 Cavidad bucal	20
1.3.3 Lengua	20
1.3.4 Esófago	21
1.3.5 Buche	21
1.3.6 Estómago	21
1.3.7 Intestino delgado	21
1.3.8 Intestino grueso	22
1.3.9 Cloaca	22
1.4 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES PARA POLLOS DE ENGORDE	22
1.4.1 Proteína cruda	23
1.4.2 Energía	23
1.4.3 Carbohidratos	24
1.4.4 Grasas	24
1.4.5 Vitaminas	24
1.4.6 Minerales	24
1.4.7 El agua	25
1.4.8 Consumo de alimento	25

1.5 MANEJO DEL POLLO DE ENGORDE	26
1.6 <i>Canavalia brasiliensis</i> Mart. Ex Benth	27
1.6.1 Generalidades	27
1.6.2 Taxonomía	28
1.6.3 Descripción botánica	28
1.6.4 Adaptación	29
1.6.5 Establecimiento	29
1.6.6 Utilización	29
1.6.7 Productividad y valor nutritivo	29
1.7 ANTECEDENTES	31
2. METODOLOGÍA	34
2.1 LOCALIZACIÓN	34
2.2 INSTALACIONES Y EQUIPOS	34
2.3 OBTENCIÓN DE LA HARINA DE FOLLAJE DE <i>Canavalia brasiliensis</i>	35
2.4 DIETAS EXPERIMENTALES	36
2.5 ANIMALES EXPERIMENTALES	38
2.5.1 Recibimiento de los pollos	38
2.5.2 Manejo	39
2.6 PLAN DE ALIMENTACIÓN	39
2.7 DISEÑO EXPERIMENTAL	40
2.8 VARIABLES EVALUADAS	41
2.8.1 Consumo de alimento	41

2.8.2 Ganancia de peso	41
2.8.3 Conversión alimenticia	41
2.8.4 Análisis económico	42
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
3.1 CONSUMO DE ALIMENTO	43
3.2 GANANCIA DE PESO	45
3.3 CONVERSIÓN ALIMENTICIA	48
3.4 MORTALIDAD	50
3.5 ANÁLISIS ECONÓMICO	50
4. CONCLUSIONES	53
5. RECOMENDACIONES.	54
6. BIBLIOGRAFÍA	55
ANEXOS	61

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Requerimientos nutricionales de los pollos de engorde según edad	23
Tabla 2. Consumo diario y acumulado de alimento respecto al peso promedio por semana de vida	26
Tabla 3. Composición química del forraje de <i>Canavalia brasiliensis</i>	30
Tabla 4. Composición nutricional de las dietas experimentales	37
Tabla 5. Costos variables	50
Tabla 6. Beneficio bruto de campo	51
Tabla 7. Beneficio neto de campo	51
Tabla 8. Costo de producción por kilogramo de carne con dietas experimentales	52

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Sistema digestivo de las aves	20
Figura 2. <i>Canavalia brasiliensis</i>	28
Figura 3. Distribución de las jaulas	35
Figura 4. Apariencia final de los tratamientos	36
Figura 5. Proceso para la preparación del concentrado experimental	38
Figura 6. Diseño experimental utilizado en campo	41
Figura 7. Consumo de alimento	43
Figura 8. Peso del pollo a los 28 días	45
Figura 9. Ganancia de peso acumulada para la etapa de finalización	46
Figura 10. Conversión alimenticia	48

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Análisis de varianza	63

RESUMEN

El estudio se realizó en la Vereda Las Guacas, Municipio de Popayán, con el objetivo de evaluar dos niveles de inclusión de forraje de *canavalia brasiliensis* como reemplazo de la proteína de torta de soya en alimentación de pollos de engorde. Las variables evaluadas fueron consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y relación costo beneficio de las dietas implementadas, en etapa de finalización. Se trabajó con 180 pollos machos de la línea Cobb 500, bajo un diseño experimental completamente al azar con tres tratamientos y seis repeticiones por tratamiento. Los tratamientos fueron los siguientes: T₀ (tratamiento control, no comercial), T₁ (tratamiento experimental con 15% de reemplazo de la proteína que aporta la Torta de Soya por proteína de harina de forraje de *Canavalia brasiliensis*) y T₂ (tratamiento experimental con 30% de reemplazo de la proteína que aporta la Torta de Soya por proteína de harina de forraje de *Canavalia brasiliensis*). Con los datos experimentales obtenidos durante la evaluación se efectuó análisis de varianza y prueba de comparación múltiple de Duncan.

Los resultados demostraron que para la variable consumo de alimento se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, el que presentó mejor desempeño fue el T₀ (2779,98 g), estuvo por encima del T₁ en 397.02 g y del T₂ en 352.9 g. Para la variable ganancia de peso se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, el tratamiento que presentó mayor ganancia durante la evaluación fue el T₀ (1247.4g) seguido por el T₂ (802.45g) y por último el T₁ (675.72g). En cuanto a la variable conversión alimenticia el grupo alimentado con el tratamiento control (T₀) obtuvo mejor conversión alimenticia (2,24) comparado con los tratamientos experimentales T₁ (3,53) y T₂ (3.03). Al realizar el análisis económico por medio de la metodología de presupuestos parciales, se encontró que el costo de producir 1 kilogramo de carne fue más bajo para el T₀ (\$2519), seguido por el T₂ (\$3213) y por último el T₁ (\$3965) siendo este el más costoso y por consiguiente el menos rentable.

PALABRAS CLAVE: *Canavalia brasiliensis*, finalización, conversión alimenticia, pollos de engorde.

SUMMARY

The study was realized in the village "Las Guacas", Municipality of Popayan, with the objective of evaluating two levels of incorporation of sheathing of *Canavalia brasiliensis* as a replacement of the protein of the soy cake in the feeding of fattening chickens. The variables evaluated were consumption of food, profit of weight, feed conversion and relation cost-benefit of the implemented diets, in stage of ending. It was worked with 180 male chickens of the line Cobb 500, under an experimental design completely at random with three treatments and six repetitions by treatment. The treatments were the following: T₀ (control treatment, noncommercial), T₁ (experimental treatment with 15% of replacement of the protein that provides the soy cake for protein of flour of sheathing of *Canavalia brasiliensis*) and T₂ (experimental treatment with 30% of replacement of the protein that provides the soy cake for protein of flour of sheathing of *Canavalia brasiliensis*). An analysis of variance and test of multiple comparison of Duncan was made with the experimental data during the evaluation.

The results demonstrated that for the variable consumption of food meaningful differences statistically were presented among the treatments, that with the best performance was the T₀ (2779.98 g), it was over the T₁ in 397.02 g and of the T₂ in 352.9 g. For the variable profit of weight meaningful differences statistically were presented among the treatments, the treatment that presented bigger profit during the evaluation was the T₀ (1247.4 g) followed for the T₂ (802.45 g) and finally the T₁ (675.72 g). Concerning the variable feed conversion the group fed with the control treatment (T₀) got better feed conversion (2.24) compared with the experimental treatments T₁ (3.53) and T₂ (3.03). Making the economical analysis by means of the methodology of partial budgets, it was found that the cost of producing 1 kilogram of meat was lower for the T₀ (\$2519), followed for the T₂ (\$3213) and finally for the T₁ (\$3965) being this one the most expensive and therefore the less profitable.

KEY WORDS: *Canavalia brasiliensis*, completion, feed conversion, fattening chickens.

INTRODUCCIÓN

Debido al crecimiento de la población y a las necesidades de alimento, la producción avícola ha tomado importancia en los últimos años a nivel mundial y se ha incrementado a un tasa constante y relativamente rápida. En Colombia se encasentan en promedio 50 millones de pollitos al mes, para obtener una producción anual promedio de 1.098.951 Tn de pollo, para un consumo per cápita de 23,8 Kg/Hab/año. La participación regional en la producción de pollo la lidera la zona central del país (Cundinamarca, Tolima y Huila), con 31% del total, seguida de los Santanderes (26%), Valle (15%), Costa Atlántica (10%), Eje Cafetero (8%), Antioquia (7%) y Oriental (3%). (FENAVI-FONAV, 2011).

En el país la producción de pollo de engorde se ha desarrollado y difundido ampliamente, cubriendo todos los climas y regiones, debido a su alta adaptabilidad, rentabilidad y aceptación en el mercado. (Renteria, 2007). Según los avicultores, existen deseconomías de escala que restan capacidad competitiva a la industria. De hecho, actualmente quizá una de las mayores dificultades que se presentan en el sector avícola son los elevados costos de producción, dentro de esta estructura de costos alrededor del 85% corresponden al alimento balanceado comercial. (Renteria, 2007). Los avicultores consideran que el alimento balanceado es un costo fijo muy difícil de reducir, lo que constituye un freno para el avance y crecimiento rentable de este sector, esta situación ha conllevado a que los mismos avicultores estén procesando directamente parte del alimento para las aves, avanzando en la integración de la industria.

Particularmente en los países tropicales, donde hay abundancia de recursos vegetales con alto contenido de fibra, la investigación sobre el uso adecuado de tales insumos en la alimentación animal reviste importancia para formular dietas no convencionales. La utilización y aprovechamiento de los alimentos fibrosos para la producción de monogástricos han sido cuestionadas, dada la muy baja capacidad que tienen estos animales para aprovechar esa fibra. Sin embargo, cuestiones como si las aves criollas son más eficientes que las aves comerciales, en el aprovechamiento de insumos fibrosos, han provocado debate. (Sarmiento et al, 2002).

En la producción avícola es importante la búsqueda de nuevas alternativas de alimentación con materias primas no convencionales, por ello los trabajos de investigación que se realicen en este campo serán de utilidad para los productores ya que se puede lograr la disminución de costos de producción relacionados con la alimentación que representan la mayor inversión en este tipo de explotaciones pecuarias.

En la presente investigación se evaluaron dos niveles de sustitución de la proteína proveniente de la torta de soya por proteína de harina de follaje de *Canavalia brasiliensis*, con niveles de inclusión del 15% y 30% en la dieta para pollos de engorde en etapa de finalización. Este trabajo se realizó en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de La Universidad del Cauca ubicada en el municipio de Popayán, Cauca.

Esta investigación se desarrolló con el grupo de investigación “Nutrición Agropecuaria” y hace parte del proyecto “More chicken and pork in the pot, and money in pocket: Improving forages for monogastric animals with low-income farmers” creado para desarrollarse en Colombia, Nicaragua y El Congo, financiado por Bundesministerium für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) y ejecutado por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) donde la Universidad del Cauca y la Universidad Nacional, participan como instituciones colaboradoras. Igualmente hace parte del proyecto “Caupí (*Vigna unguiculata*) y Canavalia (*Canavalia brasiliensis*) como Materia Prima No Convencional en la Alimentación de Pollos de Engorde.

1. MARCO REFERENCIAL

1.1 EL SECTOR AVÍCOLA EN COLOMBIA

El sector avícola del país ha ganado participación dentro de la producción agropecuaria nacional y también en el consumo de carnes en los hogares colombianos. En los últimos años, se ha evidenciado que la producción avícola ha evolucionado más que la bovina, debido a los avances tecnológicos y a una mejor utilización de economías de escala como la optimización de la capacidad de albergue en los galpones y la reducción en el tiempo de levante y de engorde. Hace 20 años producir un pollo tardaba más de 80 días, actualmente está entre 39 y 42. (Ruiz, 2007).

Al observar el consumo per cápita de pollo en Colombia medido en kilogramos por año se evidencia que el consumo de pollo se ha incrementado en un 76.48% entre los años 1997 y el 2010, pasando de 11.2 kilogramos por persona por año a 23.4 kilogramos por año. El incremento en la productividad del sector, se ha transmitido al consumidor vía precio, esta es la principal razón para que los colombianos en la última década hayan cambiado el hábito de tener como principal alimento de proteína de carne a los bovinos y pasarse al pollo. (FENAVI-FONAV, 2010).

Al incursionar en el campo industrial, el sector avícola se reforzó con la creación de la Federación Nacional de Avicultores de Colombia FENAVI en 1983, quedando a partir de ese momento como una organización gremial; posteriormente se crea el Fondo Nacional Avícola FONAV por medio de la ley 117 de 1994, este es administrado por FENAVI y es una cuenta especial vigilada por la Contraloría General de la Nación, que se nutre de la Cuota de Fomento Avícola. (Ruiz, 2007).

El sector avícola ha incrementado su participación en el sector agropecuario nacional, pasando de representar el 10.3% en 1991 al 14.8% en 1999 y al 18% en el 2005. Según cifras de FENAVI, la producción avícola colombiana ha aumentado de manera significativa en los últimos años, registrando en el año 2006 una producción de 849.830 toneladas de pollo, y en el año 2011 1.098.951 toneladas. En el mismo período, la producción de huevos fue para el año 2006 de 525.433 toneladas y para el 2011 de 620.083 toneladas, es decir sumando el pollo más los huevos pasó de 1.375.263 toneladas a 1.719.034 toneladas en tan solo cinco años. (Santisteban, 2011).

Actualmente una posible amenaza, pero que a la vez puede ser una oportunidad es el Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos. Actualmente el 98% de las ventas del sector se hacen al mercado doméstico y solo el 2% se exporta. Las cifras dicen que el precio del pollo entero es similar en los dos países; sin embargo, los cuartos traseros cuestan la mitad en Estados Unidos con relación a Colombia y sería la mayor amenaza para el sector, pero la pechuga, en cambio, cuesta el doble en EE UU con relación a Colombia, lo cual es una oportunidad para competir con este producto en el mercado norteamericano que tiene más de 300 millones de habitantes. (Santisteban, 2010).

Las condiciones favorables del clima y de tecnología, así como la libre importación de los insumos necesarios para elaborar los alimentos balanceados que representan el mayor costo del sector, permiten pensar que en el largo plazo, la avicultura colombiana puede ser competitiva en los mercados internacionales, en especial en Los Estados Unidos.

1.2 EVOLUCIÓN DE LA NUTRICIÓN AVÍCOLA

El progreso que la industria avícola ha conseguido es inigualable. En el inicio del siglo XX, se llevaron a cabo descubrimientos importantes que contribuyeron positivamente para esa evolución. Se incrementó notablemente la investigación, tanto en el área de mejoramiento genético como en el de la nutrición animal, con el propósito de ayudar a resolver el problema de hambre en el mundo. En un principio la filosofía de la nutrición avícola era el aprovechamiento de subproductos impropios para el consumo humano, por este motivo las primeras raciones eran deficientes en varios nutrientes esenciales lo que causaba un bajo desempeño de las aves. (Rostagno et al, 2000).

El gran crecimiento en la producción pecuaria y en consecuencia el aumento en el número de sacrificios, generan volúmenes muy importantes de subproductos, los cuales en su mayoría son transformados a través del procesamiento, con autoclave y digestores, que resultan en la obtención de harinas de carne, de huesos, de vísceras, de plumas, de sangre, entre otras. Para evitar la contaminación ambiental que estos subproductos provocarían si fueran arrojados a la basura o quemados, se desarrollaron otras formas para utilizarlos en la alimentación animal, principalmente en la formulación de dietas para aves y cerdos. Sin embargo, la incorporación de estas harinas de origen animal, en las dietas para aves ha sido limitada y hasta eliminada, debido a una serie de factores, como por ejemplo, diferencias en el procesamiento, que puedan provocar reducción en el valor nutritivo de dichos subproductos, también otro aspecto que limita su utilización, es el hecho de que los ingredientes de origen animal han sido

tradicionalmente considerados como la principal fuente de contaminación bacteriana de los alimentos terminados. (Rostagno et al, 2000).

Los primeros nutrientes a ser identificados como "causantes" del bajo desempeño de los animales, por su deficiencia, fueron las vitaminas y los minerales (Rostagno et al, 2000). En el inicio de la formulación de raciones, estas eran deficientes en riboflavina y tenían exceso de calcio y fósforo, por la inclusión de altos niveles de productos de origen animal. Con relación a la suplementación de aminoácidos en las raciones para aves, investigadores comprobaron el beneficio de la adición de metionina en las dietas, lo que resultó en una mejora en el desempeño de los animales. Posteriormente, los nutricionistas visualizaron la importancia de un nivel proteico adecuado en las raciones, pues algunas presentaban niveles elevados, y otras deficientes, llegando a perjudicar el desarrollo del animal. De esta forma se incorporó a la nutrición animal el concepto de relación caloría/proteína. (Fisher, 2002).

Con la utilización de grasas y/o aceites en la preparación de raciones, se estimularon los estudios sobre antioxidantes (vitamina E, selenio, etoxiquin, etc), para prevenir la rancidez. Los suplementos de microminerales sólo fueron adicionados a las raciones en el final de los años 50, dando inicio a los suplementos completos (vitamínicos y minerales) como parte de las raciones de aves y cerdos. (Lima, 2001).

Con la creciente demanda por carnes de alta calidad y de menor costo, fueron realizadas investigaciones para mejorar la eficiencia en la producción de pollos de engorde. La fabricación comercial de suplementos vitamínicos y minerales, y la disponibilidad de los aminoácidos sintéticos (lisina y metionina), permitieron la elaboración de raciones simples basadas en maíz, torta de soya y un núcleo conteniendo sal, carbonato de calcio, fosfato bicálcico, micronutrientes, metionina y aditivos, lo que resultó en una óptima ganancia de peso. Después de la adopción de esta tecnología, fue posible incluir la utilización de alimentos alternativos, con el objetivo principal de reducir costos, sin comprometer el desempeño animal. (Leeson et al, 2001).

El desarrollo en la nutrición avícola generalmente ha estado impulsado por la necesidad de mantener un potencial genético dentro de los confines de los sistemas de producción avícola siempre en evolución y crecimiento. En el transcurso de los últimos 50 años, se han desarrollado sistemas bastante complejos para cuantificar los nutrientes disponibles tanto en los ingredientes como en las dietas, lo que ha permitido proporcionarle al ave niveles bastante precisos de los nutrientes que se requieren para la producción. (Leeson, 2008).

Los objetivos en las plantas de alimentos balanceados, en el pasado se dirigían a asegurar la consistencia del contenido de nutrientes del alimento junto con minimizar el contenido de los antinutrientes. Aunque las técnicas tales como el análisis de infrarrojo cercano (NIR) permiten una rápida identificación de las muestras anormales en términos de nutrientes tan complejos como los aminoácidos e incluso la energía disponible, por lo general los programas de control de calidad han proporcionado los datos históricos que ayudan a construir bases de datos más sólidas a considerarse en la toma de decisiones a futuro. (Leeson, 2008).

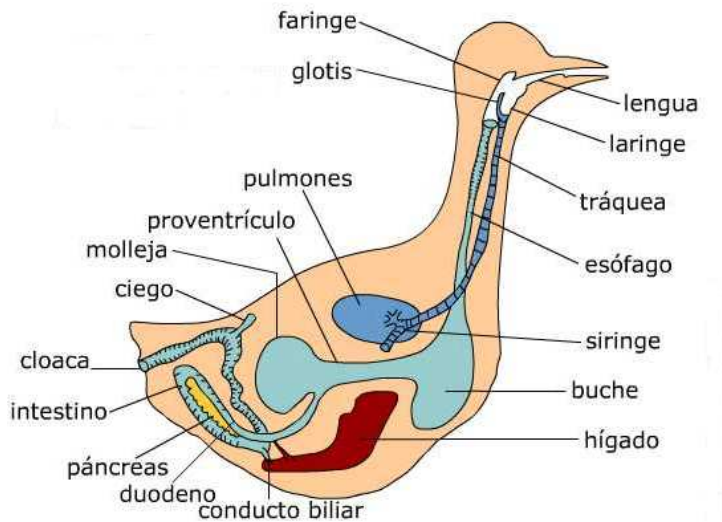
El perfil de nutrientes de los productos avícolas tiene ahora impacto sobre la nutrición avícola para la producción de productos de especialidad, mientras que la necesidad de evitar anti nutrientes naturales o hechos por el hombre que afectan tanto a las aves como a los humanos, tienen un mayor impacto sobre la fabricación de alimentos balanceados. Relacionado a este tema hay otro problema que han tenido que afrontar estas compañías y es la amenaza percibida a la salud humana por el uso de antibióticos, promotores del crecimiento y de ciertos anticoccidiales en el alimento que han sido alentados por informes de organizaciones como La Organización Mundial de la Salud. (Leeson, 2008).

El costo actual de la energía del alimento es un tema importante al que se enfrenta en general la producción animal, este costo es alto debido a la demanda del maíz y al hecho de que no hay en el mundo alternativas viables a disposición que puedan reemplazar al maíz en todo el mundo en las cantidades que ahora usan las industrias avícola y porcina. Junto con el desvío del maíz para la producción de etanol, está la pérdida concomitante de la disponibilidad de grasa y aceites a precios razonables que se usan como materia prima para el biodiesel. (Leeson, 2008).

1.3 ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DIGESTIVA DEL AVE

El sistema digestivo de las aves reúne todos los órganos y partes del cuerpo que sirven para transformar y asimilar los alimentos, y extraer de ellos las sustancias nutritivas. Este es anatómica y funcionalmente diferente al de otras especies animales (Figura 1). Incluso existen diferencias entre especies de aves, especialmente en tamaño, que en gran parte depende del tipo de alimento que consumen. Por ejemplo, aves que se alimentan de granos tienen un tracto digestivo de mayor tamaño que las carnívoras, y aquellas consumidoras de fibra poseen ciegos más desarrollados. El largo del sistema digestivo, en proporción al cuerpo, es inferior al de los mamíferos. (Camargo et al, 2008).

Figura 1. Sistema digestivo de las aves.



Fuente: Araya et al, 2000.

1.3.1 Pico. Su base ósea la integran por un lado, los huesos nasal, maxilar y premaxilar, y por otro, el esqueleto mandibular. Todos estos huesos quedan revestidos por un estuche córneo epidérmico muy duro denominado ranfoteca. El pico, cuya forma depende del tipo de alimentación, sustituye a los labios, carrillos y dientes de los mamíferos, y las aves lo utilizan como órgano prensil. (Gil, 2000). El pico está formado por queratina. A medida que se desgasta va creciendo y se va reemplazando. Es la estructura que no sufre modificaciones con cambios en la dieta. (Godoy, 1999).

1.3.2 Cavidad bucal. Se caracteriza por la existencia de un largo paladar duro y presencia de papilas cornificadas dispuestas en hileras. (Gil, 2000). La cavidad bucal está cubierta con epitelio estratificado y se encuentran presentes glándulas salivales que son generalmente tubulares, estas se reducen considerablemente de tamaño al no haber masticación. La secreción de saliva es muy pequeña, de 7 a 30 ml y no es muy importante en la digestión. (Cuca et al, 1996).

1.3.3 Lengua. La lengua tiene una sección en la parte anterior en forma triangular, la cual tiene como función forzar el alimento hacia el esófago y a la vez ayuda a pasar el agua que el ave ingiere. (Cuca et al, 1996). Generalmente la lengua se

adapta a la forma del pico, y puede ir provista de papilas filiformes. El tamaño de la lengua presenta adaptaciones de acuerdo a la recolección, manipulación y deglución de los alimentos. (Gil, 2000).

1.3.4 Esófago. En su inicio se sitúa entre la tráquea y los músculos cervicales, pero enseguida se desvía hacia la derecha, manteniendo esta posición en su recorrido por el cuello. (Gil, 2000). El esófago es un conducto tubular que va de la boca al buche y de ahí al proventrículo, además que tiene la propiedad de extenderse. Tiene unos músculos longitudinales en la parte externa y otros músculos circulares en la parte interna. También contiene glándulas mucosas que son abundantes y ayudan a la lubricación para el paso del alimento. (Cuca et al, 1996).

1.3.5 Buche. Es un ensanchamiento del esófago que actúa como órgano de almacenamiento temporal del alimento y está muy bien desarrollado en los pollos. El bolo alimenticio permanece en el buche por algún tiempo, dependiendo del tamaño de las partículas, la cantidad consumida y la cantidad de material presente en la molleja, aquí el alimento es ablandado con la ayuda de la ptilina, proveniente de la boca. (Cuca et al, 1996). En el buche no se producen enzimas y tampoco hay digestión. (Gil, 2000).

1.3.6 Estómago. Consta en las aves domésticas de dos porciones o cavidades, claramente distinguibles exteriormente, que son el estómago glandular y el estómago muscular. El estómago glandular es también denominado **proventrículo**, este está en contacto ventral con el lóbulo izquierdo del hígado. Presenta una pared rica en glándulas que segregan mucus, enzimas (pepsina) y ácido clorhídrico. (Gil, 2000). La pepsina y el ácido clorhídrico actúan sobre las proteínas y los polipéptidos. (Cuca et al, 1996). El estómago muscular o **molleja**, queda más caudal y también se relaciona con el hígado. (Gil, 2000). Su función es la digestión mecánica del alimento mediante fuertes contracciones musculares. (Godoy, 1999). En la mayoría de las aves, la molleja está compuesta de dos pares de músculos opuestos, llamados músculos delgados y músculos gruesos. Estos músculos actúan como órgano de masticación de los pollos y con sus repetidas contracciones, ejercen presión sobre los alimentos, quebrándolos en pequeñas partículas y mezclándolos con la pepsina, procedente del proventrículo. (Cuca et al, 1996).

1.3.7 Intestino delgado. Se extiende desde la molleja al origen de los ciegos. El intestino delgado es el sitio donde se produce la digestión y absorción de los nutrientes. La digestión se realiza mediante enzimas producidas por la mucosa del intestino y el páncreas; y mediante los jugos biliares producidos por el hígado. Se divide en tres porciones anatómicas: duodeno, yeyuno e íleon. El **duodeno** es la primer porción y forma un asa alrededor del páncreas. En el duodeno desembocan

los conductos pancreáticos y biliares que vierten sus jugos y enzimas a la luz intestinal. El **yeyuno** se continúa hasta el divertículo vitelino, que es el remanente del saco vitelino, y el **íleon** comienza en este punto y termina en la válvula ileocecal. La mucosa intestinal contiene vellosidades para aumentar la superficie de absorción de los nutrientes. Las vellosidades están irrigadas con gran cantidad de capilares que toman los nutrientes y los transportan hacia el hígado mediante la vena porta. (Godoy, 1999). El intestino delgado también secreta hormonas que están involucradas principalmente en la regulación de las acciones gástricas e intestinales; realiza tres funciones: la primera es recibir el jugo gástrico que contiene enzimas, estas enzimas completan la digestión final de las proteínas y convierten los carbohidratos en compuestos más sencillos; la segunda función es absorber el alimento digerido y pasarlo al torrente circulatorio y la tercera realiza una función peristáltica que empuja el material no digerido hacia los ciegos y al recto. (Cuca et al, 1996).

1.3.8 Intestino grueso. El intestino grueso es histológicamente similar al intestino delgado, excepto que las vellosidades son más cortas. Aquí no se secreta ninguna enzima, pero se continúa con el proceso digestivo iniciado en el intestino delgado. (Cuca et al, 1996). Se subdivide en dos porciones, las cuales son: ciegos y recto. (Godoy, 1999). Los **ciegos** son dos sacos, cuya función principal es la fermentación microbiana de la fibra contenida en el alimento y la digestión de una pequeña cantidad de esta fibra que el pollo es capaz de utilizar. (Cuca et al, 1996). El **recto** es una porción pequeña del intestino y representa un pequeño porcentaje del mismo, 4% en los pollos. Este desemboca en la cloaca. (Godoy, 1999).

1.3.9 Cloaca. Es el receptáculo común a los sistemas genital, digestivo y urinario. Se divide en tres compartimientos: coprodeo, urodeo y proctodeo. El intestino grueso se vacía dentro del coprodeo y el tracto genital y urinario terminan en el urodeo. El proctodeo abre externamente a través del ano. Asociado a la cloaca es muy importante la bolsa de Fabricio, órgano linfático donde maduran los linfocitos B. Su importancia radica en que las aves no tienen nódulos linfáticos. (Godoy, 1999; Cuca et al, 1996).

1.4 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES PARA POLLOS DE ENGORDE

Los requerimientos nutricionales de los pollos de engorde de la línea Cobb se encuentran especificados en la Tabla 1.

Tabla 1. Requerimientos nutricionales de los pollos de engorde según edad.

Nutrientes	Edad en días			
	0-10	11-22	23-42	42+
E.M. Kcal/Kg	2988	3083	3176	3176
Proteína cruda %	21.00	19.00	18.00	17.00
Lisina %	1.20	1.10	1.05	1.00
Metionina %	0.46	0.44	0.43	0.41
Met + Cis %	0.89	0.84	0.82	0.78
Triptófano %	0.20	0.19	0.19	0.18
Treonina %	0.79	0.74	0.72	0.69
Arginina %	1.26	1.17	1.13	1.08
Calcio %	1.00	0.96	0.90	0.85
Fósforo Disponible %	0.50	0.48	0.45	0.42
Sodio %	0.22	0.19	0.19	0.18

Fuente: Cobb 500, 2008.

1.4.1 Proteína cruda. El requerimiento de proteína de los pollos de engorde refleja los requerimientos de aminoácidos, que son las unidades estructurales de las proteínas. Las proteínas, a su vez, son unidades estructurales dentro de los tejidos del ave. (Cobb 500, 2008). La proteína ideal puede ser definida como el balance exacto de los aminoácidos, sin deficiencias ni sobras, para satisfacer las demandas de mantenimiento y ganancia máxima de proteína corporal, esto reduce el uso de aminoácidos como fuente de energía y la excreción de nitrógeno. (Campos et al, 2007).

1.4.2 Energía. La energía no es un nutriente pero es una forma de describir los nutrientes que producen energía al ser metabolizados. La energía es necesaria para mantener las funciones metabólicas de las aves y el desarrollo del peso corporal. Tradicionalmente la energía metabolizable se ha usado en las dietas de aves para describir su contenido energético. La energía metabolizable describe la cantidad total de energía del alimento consumido menos la cantidad de energía excretada. (Cobb 500, 2008). El método convencional de expresar el contenido de energía en el alimento es el nivel de energía metabolizable aparente corregido para retención cero de nitrógeno (AMEn). Son muchas las fuentes que proporcionan datos sobre el contenido de energía expresado de esta manera. La expresión del contenido de energía en términos de energía neta resuelve las diferencias en la utilización de la energía metabolizable, cuando deriva de diferentes sustratos (grasa, proteína o carbohidratos) y se utiliza para diferentes propósitos metabólicos. La adopción de estos nuevos sistemas de energía mejora la consistencia y la capacidad de predecir el rendimiento del pollo. (Ross, 2009).

1.4.3 Carbohidratos. Los carbohidratos componen la porción más grande en la dieta de las aves. Se encuentran en grandes cantidades en las plantas, aparecen ahí usualmente en forma de azúcares, almidones o celulosa. El almidón es la forma en la cual las plantas almacenan su energía, y es el único carbohidrato complejo que las aves pueden realmente digerir. Los carbohidratos son la mayor fuente de energía para las aves, pero solo los ingredientes que contengan almidón, sacarosa o azúcares simples son proveedores eficientes de energía. (Arbor acres, 2009).

1.4.4 Grasas. Las grasas son una fuente importante de energía para las dietas de aves porque contienen más del doble de energía que cualquier otro nutriente. Las grasas en los ingredientes utilizados en las dietas son importantes para la absorción de vitaminas A, D3, E y K, también como fuente de ácidos grasos esenciales. Actualmente, el uso de las grasas está aún más justificado si se considera la escasez mundial de cereales y el cierre de los mercados exportadores de estas fuentes energéticas. La adición de cantidades moderadas de grasa mejoran la eficiencia alimenticia, el uso de cantidades mayores inhibe el crecimiento de pollos jóvenes e incluso puede ocasionar alteraciones metabólicas. Es posible agregar a las raciones grasa de origen animal o vegetal. Las grasas de origen animal, contienen más ácidos grasos saturados que son menos digestibles, especialmente en el tracto digestivo inmaduro del pollo joven. En las raciones de iniciación y crecimiento, se recomienda usar grasas que contengan mayores porcentajes de grasas insaturadas. Sin embargo, en las dietas de finalización se deberá tomar en cuenta el potencial que tienen los niveles elevados de grasas insaturadas de afectar adversamente la untuosidad de la canal y sus características para almacenaje. (Ross, 2009).

1.4.5 Vitaminas. Las vitaminas son rutinariamente suplementadas en la mayoría de las dietas de aves y pueden clasificarse en solubles o insolubles en agua. Las Vitaminas solubles en agua incluyen las vitaminas del complejo B, estas son: tiamina, riboflavina, ácido nicotínico, ácido fólico, biotina, ácido pantoténico, piridoxina, vitamina B12 y colina. Entre las vitaminas clasificadas como liposolubles se encuentran: A, D, E y K. Las vitaminas liposolubles pueden almacenarse en el hígado y en otras partes del cuerpo. Todas estas vitaminas son esenciales para la vida y deben ser suministradas en cantidades apropiadas para que las aves puedan crecer y reproducirse. (Cobb 500, 2008).

1.4.6 Minerales. Esta clase de nutriente está dividida en macrominerales (aquellos que son necesarios en grandes cantidades) y los microminerales o elementos traza. Aunque los microminerales son requeridos solo en pequeñas cantidades, la falta o el inadecuado suministro en la dieta puede ser perjudicial para las aves como la falta de un macromineral. Los macrominerales incluyen: calcio, fósforo,

potasio, sodio, cloro, azufre y magnesio. Entre los elementos traza están el hierro, iodo, cobre, manganeso, zinc y selenio. Los minerales son necesarios para la formación de células de la sangre, formación de huesos, activación de enzimas, metabolismo de energía, y la función adecuada de los músculos. (Cobb 500, 2008).

1.4.7 El agua. El agua es un nutriente esencial que impacta virtualmente todas y cada una de las funciones fisiológicas. El agua forma parte de un 65 a un 78% de la composición corporal de un ave, dependiendo de su edad. El consumo de agua está influenciado por la temperatura, humedad relativa, composición de la dieta y la tasa de ganancia de peso. Buena calidad de agua es esencial para una producción eficiente del pollo de engorde. Medidas de calidad de agua incluyen pH, niveles de minerales y el grado de contaminación microbiana. Es muy importante que el consumo de agua aumente con los días. Si el consumo de agua disminuye en cualquier momento, la salud de las aves, ambiente del galpón o las condiciones de manejo deben ser revisadas. La investigación ha demostrado que la ingesta de agua es aproximadamente dos veces la ingesta del alimento con base a su peso. El agua suaviza el alimento en el buche y lo prepara para ser molido en la molleja. Muchas reacciones químicas necesarias en el proceso de digestión y absorción de nutrientes son facilitadas o requieren agua. (Cobb 500, 2008).

1.4.8 Consumo de alimento. Los alimentos avícolas se formulan para que tengan una concentración específica de nutrientes y así respaldar el rendimiento de las aves. No obstante, el crecimiento depende del consumo de alimento, que a su vez se ve influenciado por la forma física de éste. El mayor consumo de ración y el mejor desempeño se logran cuando la forma física es en migajas o pellets de buena calidad. Se sabe que cuando existen niveles elevados de partículas finas se presenta un efecto negativo sobre el consumo, el peso vivo y la conversión alimenticia. Los pollos de engorde responden de manera muy evidente a la forma de la ración, es así que los datos recientes muestran que una reducción de 10% en los finos puede incrementar el peso vivo para la edad hasta en 2%. Muchos de los beneficios del peletizado sobre el rendimiento se pueden explicar por reducciones en el costo energético cuando los pollos comen activamente. El consumo de alimento mejorará si el alimento iniciador tiene forma de migajas tamizadas. La ración de crecimiento se debe introducir a los diez días de edad en forma de pellets de 2 a 3.5 mm y el finalizador se debe comenzar a suministrar a los 25 días de edad, en forma de pellets de 3.5 mm. Si el pellet mide más de 4 mm en los alimentos de crecimiento o finalización, se reducirá el consumo de alimento y el crecimiento, afectándose también adversamente la conversión alimenticia y la ganancia de peso. (Ross, 2009).

De acuerdo a los requerimientos nutricionales, se obtiene el consumo promedio que se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2. Consumo diario y acumulado de alimento respecto al peso promedio por semana de vida.

DÍAS	PESO MACHOS Gr.	CONSUMO DIARIO Gr.	CONSUMO MACHOS ACUMULADO Gr.
0	41		
7	170	20.3	142
14	449	46.8	470
21	885	90	1100
28	1478	142.2	2095
35	2155	183.7	3381
42	2839	206.6	4827

Fuente: Cobb 500, 2008.

1.5 MANEJO DEL POLLO DE ENGORDE

El manejo no sólo debe cumplir con las necesidades básicas de las aves, sino que también debe estar involucrado en el proceso para lograr un máximo aprovechamiento del material genético. (Cobb 500, 2008). En el manejo integral del pollo de engorde, se incluyen los tres pilares fundamentales que se deben tener en cuenta en cualquier explotación pecuaria eficiente: sanidad, genética y nutrición.

Durante los primeros 10 días de vida, el ambiente de los pollos cambia del que tenían en la incubadora al que se les proporciona en el galpón. Si existen deficiencias en el ambiente durante las primeras etapas, se deprimirá el rendimiento tanto en ese momento como al final del ciclo. Es necesario que las aves se adapten para establecer conductas saludables de alimentación y consumo de agua, si se desea que alcancen todo su potencial genético de crecimiento, por ello es importante un adecuado recibimiento del pollito. (Arbor acres, 2009).

Un excelente potencial genético del ave se expresa cuando está acompañado de unas normas mínimas de manejo como las siguientes: (a) manejar el ambiente de tal manera que proporcione a las aves todos sus requerimientos de ventilación, calidad del aire, temperatura y espacio. (b) Prevención, detección y tratamiento de enfermedades. (c) Suministro de los requerimientos de nutrientes mediante la elaboración de alimentos con los ingredientes apropiados y buen manejo en las

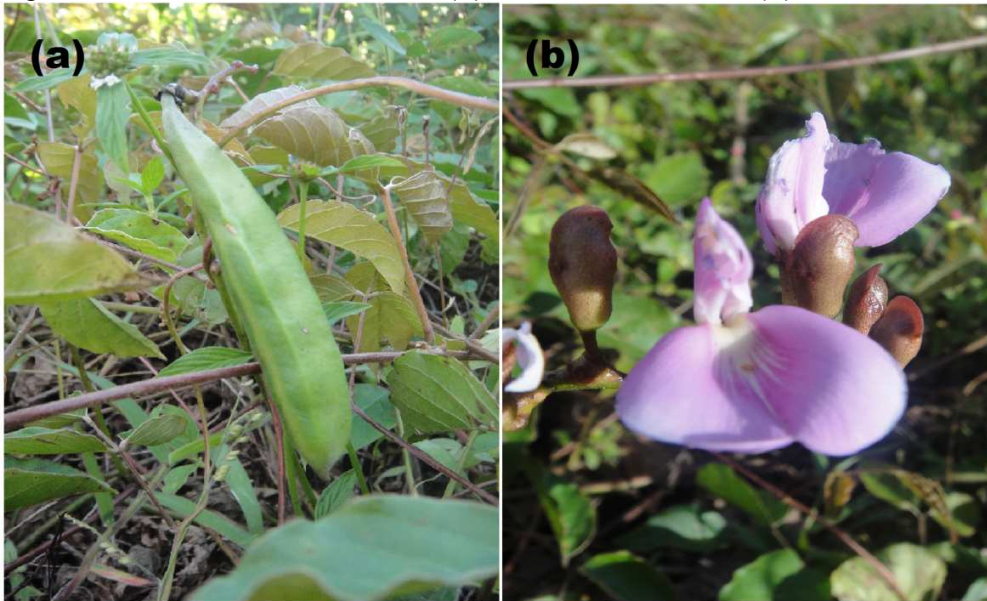
prácticas de alimentación y suministro de agua. (d) Atención al bienestar de las aves durante toda su vida, especialmente antes del procesamiento.

El manejo, está presente en todo; desde la selección de la avícola donde se adquirirá el pollo, edad, tipo de vacunas, lugar donde proviene el cisco o la viruta, tipo de comederos y bebederos, y como se utilizan semana tras semana, diseño de las construcciones, la cuarentena, desinfección, tratamiento de aguas, calidad de concentrado y materias primas, entre otras. Es primordial asentar que una excelente raza de pollo es aquella que tiene la habilidad para transformar el concentrado en músculo en menos tiempo, con consumos bajos (1.8 kilos de alimento para transformarlos a 1 kilo de carne), y baja mortalidad. Para brindar al mercado lo que exige, un pollo de buen color, pechuga exuberante, y buen sabor. (Renteria, 2007).

1.6 *Canavalia brasiliensis* Mart. ex Benth

1.6.1 Generalidades. *Canavalia brasiliensis* (Figura 2) es una leguminosa que puede ser utilizada como abono verde, cobertura, control de erosión, pastoreo, mejoramiento de rastrojo, harina de hojas, heno y ensilaje. Es tolerante a sequía, sombra y suelos infértiles. (Peters et al, 2011). El género *Canavalia*, comprende aproximadamente 40 especies distribuidas en regiones tropicales y subtropicales. Cerca de 25 especies se encuentran en América del Sur, entre las cuales están *Canavalia brasiliensis*, Mart. (Feijao bravo do ceara), *Canavalia obtusifolia* D.C (Feijao de Praia), *Canavalia gladiata* D.C (Feijao espada) y *Canavalia ensiformis* D.C (Feijao de porco), entre otras. (Gomes et al, 1988).

Figura 2. *Canavalia brasiliensis*. (a): Llenado de vaina; (b): Flor.



1.6.2 Taxonomía.

Reino: Plantae
Filo: Magnoliophyta
Tribu: Phaseoleae
Subtribu: Diocleinae
Clase: Magnoliopsida
Orden: Fabales
Familia: Fabaceae
Subfamilia: Papilionoideae
Género: *Canavalia*
Especie: *C. brasiliensis*

1.6.3 Descripción botánica. Es una leguminosa herbácea de ciclo anual a perenne, con hábito de crecimiento voluble y rastrero. Tiene un sistema de raíces bien desarrollado. Las hojas son trifoliadas, ovales con ápice agudo, de 12-15 cm de largo y 8-11 cm de ancho casi glabras. Las inflorescencias son racimos axilares, de 20-26 cm de largo, con flores vistosas de color blanco, morado o morado violeta a azul, de 2-2,5 cm de largo. Tiene vainas oblongas y glabras, de 12-20 cm de largo y aproximadamente 1 cm de ancho, de color marrón a marrón oscuro, dehiscentes con un promedio de 12 semillas. Las semillas son de color marrón claro, miden aproximadamente 11 mm de largo y 8 mm de ancho, con un hilo negro de 6 mm de largo. El Peso de 1000 semillas es 590-730 g. Existe un

alto nivel de dureza en las semillas y en consecuencia la latencia de estas. (Peters et al, 2011). El número de cromosomas encontrado en *C. brasiliensis* es $2n = 22$. (Alves et al, 1990).

1.6.4 Adaptación. Se adapta bien a diferentes suelos y climas, tanto arcillosos como arenosos de baja fertilidad y desde ácidos hasta alcalinos con pH de 4.3-8.0. Crece hasta una altura de 1800 m.s.n.m, con precipitaciones anuales entre 900 a 1800 mm y tolera bien la sequía, permanece verde durante 3 a 4 meses de periodo seco. (Peters et al, 2011).

1.6.5 Establecimiento. La escarificación de las semillas antes de sembrar es necesaria para romper la dureza seminal y obtener posteriormente un establecimiento rápido. (Cruz et al, 1995). Para abono verde y/o cobertura se siembra al voleo o en surcos a 50 cm de distancia y 30 cm entre plantas con 25-30 kg de semilla/ha. Para producción de semilla se siembra en surcos a 2 m de distancia y 50 cm entre plantas. La semilla tiene alta germinación y se siembra a 1-3 cm de profundidad; su establecimiento es rápido y compite muy bien con las malezas. (Peters et al, 2011).

1.6.6 Utilización. El uso de *Canavalia brasiliensis* es principalmente como abono verde, barbecho y para el control de la erosión. Por tener un sistema radicular amplio y profundo, las especies pueden contribuir a la mejora de la estructura del suelo, a la estabilización de las zonas propensas a la erosión y reciclaje de nutrientes. Debido a la descomposición y las tasas de mineralización de N de la biomasa, la liberación de nutrientes se sincroniza bien con la demanda de nutrientes de los cultivos anuales como el maíz y el arroz. *C. brasiliensis* también se utiliza para mejorar el valor del pastoreo de rastrojos durante la estación seca. En las regiones pobres del noreste de Brasil, las semillas se usan como alimento en épocas de baja disponibilidad de alimentos. (Burle et al, 1999; Cobo et al, 2002).

1.6.7 Productividad y valor nutritivo. Crecimiento productivo alto, dependiendo del suelo y clima puede producir en 3 a 5 meses de sembrado entre 3-8 ton de MS/ha por corte, permitiendo hasta 3 cortes/año. Genera abundantes flores y vainas y dependiendo de la accesión y suelos produce semilla entre 15 y 18 semanas después de la siembra, en cantidades que varían entre 1.5 y 2.5 ton de semilla/ha. Es una leguminosa de excelente calidad con un contenido promedio de proteína cruda en el follaje de 22% y en el grano de 18-26%, tiene una buena composición de aminoácidos esenciales y minerales, por lo cual se puede utilizar como componente de concentrados para aves y cerdos, la digestibilidad del follaje está por encima de 70% y su palatabilidad es alta. No se ha presentado efectos

tóxicos en animales que consumieron niveles altos de *Canavalia brasiliensis*. (Peters et al, 2011). En un estudio realizado por Carvajal (2010), se determinó la composición química y posteriormente la digestibilidad de diferentes plantas forrajeras tropicales, entre ellas *Canavalia brasiliensis*, para ser utilizadas en la nutrición de cerdos. En la tabla 3 se presentan los valores obtenidos del análisis químico realizado a la leguminosa en mención.

Tabla 3. Composición química del forraje de *Canavalia brasiliensis*.

ANÁLISIS	COMPONENTE	%
Weende	Materia seca	89,9
	Proteína cruda	23,6
Van Soest	FDN ^a	34,3
	FDA ^b	15,5
	Energía (MJ/kg MS)	14,9

Fuente: Carvajal, 2010.

^aFDN: Fibra Detergente neutra.

^bFDA: Fibra Detergente ácida.

Hay poca información sobre la calidad de plantas de *Canavalia brasiliensis*. Según un estudio de Cobo et al, 2002, la relación carbono/nitrógeno fue de 12 mientras que otros autores informan una relación hasta de 16 (Carvalho et al, 2000). El contenido de minerales es similar a otras leguminosas forrajeras tropicales, con la excepción del alto contenido de Ca (1,5%) en *Canavalia brasiliensis* (Alvarenga et al, 2002; Cobo et al, 2002). Aunque no se dispone de datos concretos se presentaron, taninos y saponinas en cantidades medias; según se informa su contenido de flavonoides y flavanos son bajos (Pessanha et al, 1995). Como forraje de corte, es bien aceptada por cabras y ovejas en Nicaragua. (Caballero et al, 1995).

Alrededor del 35% del nitrógeno total es de nitrógeno no protéico, con el tóxico ácido amino canavanin que contribuyen la mayor parte (Gomes et al, 1988). La proteína principal de almacenamiento es análoga a la canavalin en *C. ensiformis* (Barcellos et al, 1993). Aminoácidos limitantes son metionina, cisteína y triptófano (Gomes et al, 1988; Oliveira et al, 2000). Además de la baja concentración de aminoácidos que contienen azufre, la calidad nutricional de las semillas se reduce aún más por factores antinutricionales, estos incluyen inhibidores de tripsina, Br concanavalina, canavanin y canatoxin. Para inactivar los compuestos antinutricionales, las semillas deben ser rotas, remojadas en agua durante 48 horas y posteriormente cocidas durante una hora. (Udedibie, 2001).

1.7 ANTECEDENTES

Sotelo y Vivas (2011), realizaron un estudio en el Municipio de Popayán (Cauca) en alimentación de pollos de engorde con harina de forraje de *Canavalia brasiliensis*. Trabajaron con 120 pollos machos de la línea Cobb 500, utilizando un diseño experimental completamente al azar con dos tratamientos y seis repeticiones. Los dos tratamientos evaluados fueron: T₀ (tratamiento testigo) y el T₁ (tratamiento con inclusión del 20% de harina de follaje de *Canavalia brasiliensis*). En los resultados se encontró que la variable consumo de alimento no presentó diferencia significativa entre los tratamientos, hubo un consumo promedio para ambos tratamientos de 1813 g. En la variable ganancia de peso se encontró diferencia significativa entre los tratamientos donde el mejor fue T₀ (721.12 gr) seguido por el T₁ (498.59 gr). La variable conversión alimenticia presentó diferencia estadística significativa entre los tratamientos siendo para el T₀ (2.52) y T₁ (3.65), fue un resultado favorable para cada individuo evaluado con el T₀, que consumió 1,13 kg menos de la dieta en comparación con cada individuo del T₁, para ganar en cuestión 1kg de peso vivo. Los autores reportaron diferencias estadísticas significativas para la digestibilidad in vivo entre el T₀ y T₁ para la mezcla, la proteína cruda, las cenizas, el extracto etéreo, el extracto no nitrogenado, las heces por pollo. La digestibilidad "In vivo" de la materia seca (MS) del forraje de *Canavalia brasiliensis* fue de 39,28%. Mediante el ensayo también se determinó que el costo de producción de un kilogramo de concentrado para el tratamiento T₀ fue mayor en \$244,01 al tratamiento T₁, considerándose que la inclusión del 20% de harina de forraje de *Canavalia brasiliensis*, disminuye el costo de producción en términos de alimentación en un 25,16%, esto debido al bajo costo de la harina de forraje de *Canavalia brasiliensis*.

Casamachin y Díaz (2007), llevaron a cabo un ensayo en el municipio de Totoró (Cauca) con el objetivo de evaluar tres niveles de inclusión de morera (*Morus alba*) en alimentación para pollos de engorde en cuanto a comportamiento productivo a través de la ganancia diaria de peso, conversión alimenticia, mortalidad y relación costo beneficio de las dietas implementadas a través de la metodología de presupuestos parciales. Para ello se empleó un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos, cinco repeticiones por tratamiento y cada repetición con 5 pollos machos de la línea Ross. Los tratamientos fueron los siguientes: T0: 100% de concentrado comercial, T1: dieta no convencional con 5% de inclusión de harina de morera, T2: dieta no convencional con 10% de inclusión de harina de morera y T3; dieta no convencional con 15% de inclusión de harina de morera. Con los datos experimentales obtenidos se efectuó análisis de varianza y prueba de comparación múltiple de Duncan. Los resultados demuestran que para la variable ganancia de peso en etapa de finalización hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, el mejor tratamiento fue el T0 (1187 gr) seguido por el T1 (955 gr), T2 (802 gr) y T3 (609 gr) respectivamente.

En la variable conversión alimenticia en etapa de finalización existieron diferencias significativas entre los tratamientos, siendo el mejor el T0 (2.03) seguido por el T1 (2.34), T2 (2.67) y T3 (3.21). En la relación costo beneficio se obtuvo que el T1 fue 201% más eficiente con respecto al tratamiento 0, 2 y 3.

Calderón y Rengifo (2011), realizaron un ensayo en el Municipio de Popayán (Cauca) con el objetivo de evaluar diferentes niveles de inclusión de Harina de Forraje de Caupí (*Vigna unguiculata*) en la etapa de finalización de pollos de engorde, en donde se evaluaron tres tratamientos: T0: concentrado no comercial sin harina de forraje de Caupí, T1: 15% de reemplazo de la proteína que aporta la torta de soya por proteína de harina de forraje de Caupí y T2: 30% de reemplazo de la proteína que aporta la torta de soya por proteína de harina de forraje de Caupí; cada tratamiento con 6 repeticiones y se utilizaron 10 animales por repetición, para un total de 180 pollos evaluados de la línea Cobb 500. Las variables evaluadas durante el estudio fueron: consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y se realizó un análisis económico. Los resultados para la variable consumo de alimento no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, lo que demostró que las dietas tuvieron muy buena aceptación por parte de las aves. La variable ganancia de peso presentó diferencias estadísticas entre los tratamientos, siendo el de mejor comportamiento el T0 (1166,67 gr) y el de menor ganancia de peso el T2 (806,17 gr). Para la variable conversión alimenticia se encontró diferencia estadística entre los tratamientos, el de mejor comportamiento fue el T0 (2.45) y el más bajo fue el T2 (3.55). El análisis económico arrojó que el T0 con un precio por kilogramo de (\$1.237), a pesar de ser el más caro, obtuvo el menor costo de producción de un kilogramo de carne, esto debido a las conversiones alimenticias.

Aristizabal y Manzano (2008), realizaron la evaluación de *Desmodium velutinum* en la alimentación de pollos de engorde en el municipio de Timbio (Cauca), con la finalidad de medir las variables de ganancia de peso, consumo, conversión alimenticia y el efecto en la pigmentación de piel de los pollos. Se realizó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos: T1: concentrado testigo con 0% de harina de *Desmodium velutinum*, T2: concentrado con 2.5% de harina de *Desmodium velutinum*, T3: concentrado con 5% de harina de *Desmodium velutinum* y T4: concentrado con 7.5% de harina de *Desmodium velutinum*; cada tratamiento con cuatro repeticiones y doce animales por repetición. Los resultados demostraron que en la variable ganancia de peso en etapa de finalización se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, donde los animales del T3 (915 gr) y T4 (891.5 gr) ganaron más peso que los de los otros tratamientos. La variable consumo en etapa de finalización no presentó diferencia estadística significativa entre los tratamientos, donde hubo mayor consumo fue en el T4 (3296.41 gr) y el de menor fue el T1 (3133.86 gr). Para la variable conversión alimenticia en etapa de finalización se presentó diferencias estadísticas entre los

tratamientos, donde el T3 (3.52) fue el de mejor comportamiento y el T1 (4.49) fue el de menor respuesta para esta variable.

Alegría y Caicedo (2008), realizaron un ensayo en el Municipio del Tambo (Cauca), donde evaluaron el efecto de incluir harina de hoja de bore (*Alocasia macrorrhiza*) en proporciones de 0 (T1), 5 (T2), 10 (T3) y 15% (T4) para la alimentación de 100 pollos machos de la línea Ross. Se empleó un diseño experimental completamente al azar con cuatro tratamientos, cinco repeticiones por tratamiento y cinco unidades experimentales por repetición. Se evaluó consumo diario, ganancia de peso, conversión alimenticia y eficiencia económica. Los resultados demostraron que el mejor tratamiento fue el T2 con un consumo de 4003.44 gr, una ganancia de peso de 1794.4 gr, una conversión alimenticia de 2.4, factor de eficiencia europeo de 178.3 y beneficio neto de campo de 107.88%.

Como se observa son muchos los estudios que se han realizado en alimentación de pollos de engorde utilizando diferentes niveles de inclusión de especies forrajeras en las dietas, con el propósito de reducir los costos de producción del alimento, implementando dietas alternativas que no afecten las variables productivas (consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia), sino que por el contrario permitan un adecuado desempeño productivo de las aves. A pesar de presentarse un factor limitante en este tipo de evaluaciones, que es el alto contenido de fibra de las dietas, lo cual se ve reflejado en una baja digestibilidad de las mismas por ser los pollos animales monogástricos; se observa que en muchos de estos ensayos las aves alimentadas con las dietas experimentales han superado al tratamiento testigo en las diferentes variables evaluadas, lo cual demuestra que es posible obtener un adecuado desarrollo de los animales a un menor costo, utilizando dietas no convencionales en la alimentación.

2. METODOLOGÍA

2.1 LOCALIZACIÓN

El estudio se realizó en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de La Universidad del Cauca, ubicada al nororiente del municipio de Popayán, en La Vereda Las Guacas, con coordenadas geográficas 2° 29' latitud Norte, 76° 33' longitud Este. Las condiciones ambientales que presenta la zona donde se llevó a cabo el estudio son las siguientes: altitud de 1900 m.s.n.m, temperatura promedio de 18°C, precipitación de 2000 mm/año, humedad entre 80 – 90% y brillo solar de 6 horas/día. (Vivas y Morales, 2005).

2.2 INSTALACIONES Y EQUIPOS

Para el trabajo experimental se utilizó un galpón de 9m de largo por 4m de ancho y 2.2m de alto, para un área total de 36m², con paredes en tabla a 1.20m de altura desde el piso, rodeado en malla, con dos cortinas laterales de polipropileno para controlar la temperatura en su interior, con techo de zinc distribuido en dos aguas y piso en concreto. En su interior se realizó la distribución de 18 jaulas metálicas de 1.25m de largo por 0.80m de ancho y 0.50m de altura, se ubicaron a una altura de 0.60m del suelo sobre bases metálicas. Cada jaula contaba con capacidad para 10 pollos

El galpón que se usó para el estudio fue desinfectado con 20 días de anticipación a la compra y recepción de las aves, inicialmente se realizó un lavado general con agua y detergente, y luego se aplicó formol al 10% a paredes y pisos. Este proceso se realizó también a las jaulas experimentales y a los equipos. Luego de la desinfección se dejó el galpón por 15 días en cuarentena y 2 días antes del recibimiento de las aves se realizó el alistamiento del mismo, se distribuyeron las 18 jaulas en 3 hileras de 6 jaulas respectivamente (Figura 3). En cada jaula se dispuso un comedero lineal y dos bebederos niple con copa automáticos.

Figura 3. Distribución de las jaulas.



Los equipos que se utilizaron fueron los siguientes:

Una balanza de reloj, capacidad de 100 Kg. (El Cóndor clase III)

Una gramera con capacidad de 6000 g. (Scout – Pro).

Canecas plásticas capacidad 55 Gln y baldes plásticos capacidad de 12 L.

Comederos lineales.

Bebedores niple con copa automáticos.

Peletizadora.

Termómetro para máximas y mínimas.

Bombillos UV de 250w.

2.3 OBTENCIÓN DE LA HARINA DE FOLLAJE DE *Canavalia brasiliensis*

La harina de follaje de *Canavalia brasiliensis* que se utilizó para el trabajo experimental fue suministrada por el programa de pastos y forrajes tropicales del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), la accesión que se utilizó fue la CIAT 17009, de la cual se obtuvo el follaje destinado al procesamiento para obtener la harina. El follaje se secó a 60°C por un periodo de tres días, periodo en el cual se logró disminuir la humedad del material hasta 8.7%, luego fue llevado a un molino de martillos con un tamiz de 5 mm. La harina que se obtuvo fue empacada, rotulada y almacenada a temperatura ambiente.

2.4 DIETAS EXPERIMENTALES

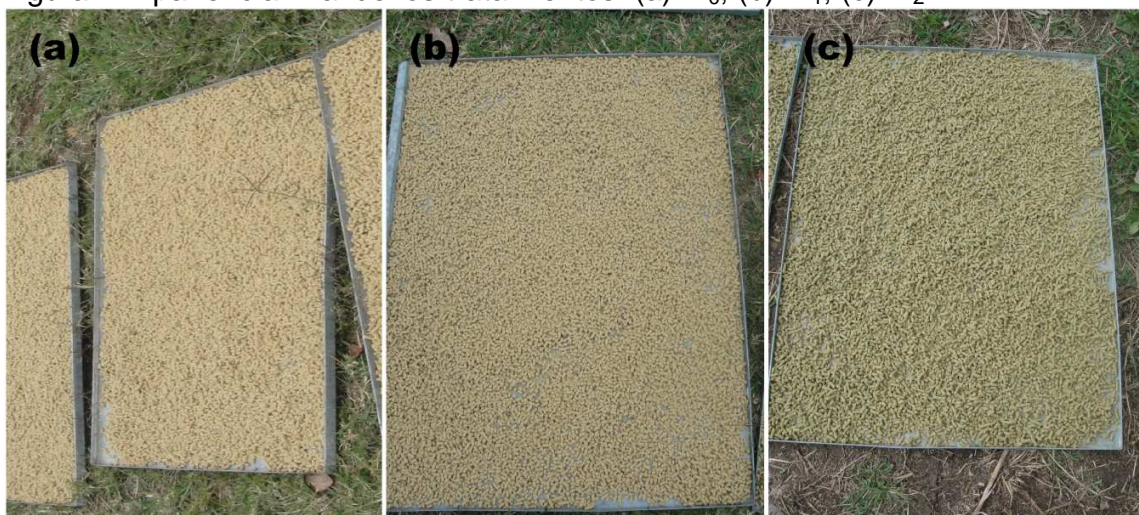
El balance nutricional de las dietas experimentales se llevó a cabo de acuerdo a los requerimientos nutricionales para el pollo de engorde en etapa de finalización que se presentan en las tablas de “Suplemento de Rendimiento y Nutrición para Pollos de Engorde Cobb 500, 2008”. Se fabricaron 3 tipos de concentrado (Figura 4) que se especifican a continuación:

Alimento para la Dieta Control (T_0): concentrado no comercial sin harina de forraje de *Canavalia brasiliensis*.

Alimento para la dieta del Tratamiento Experimental 1 (T_1): concentrado no comercial con el 15% de reemplazo de la proteína que aporta la Torta de Soya por proteína de harina de forraje de *Canavalia brasiliensis*.

Alimento para la dieta del Tratamiento Experimental 2 (T_2): concentrado no comercial con el 30% de reemplazo de la proteína que aporta la Torta de Soya por proteína de Harina de Forraje de *Canavalia brasiliensis*.

Figura 4. Apariencia final de los tratamientos. (a): T_0 ; (b): T_1 ; (c): T_2 .



Inicialmente se realizó el balance de la dieta control y con base en esta se formularon las otras dos dietas experimentales, teniendo especial cuidado en los niveles de inclusión de la planta forrajera que se llevaría a cabo en cada una de

ellas. Teniendo los porcentajes de la composición de las materias primas se determinaron las cantidades exactas de cada una de ellas para la elaboración del concentrado.

Una vez finalizada la preparación del total del concentrado experimental, se tomó una muestra de 700 g de cada una de las dietas experimentales y fueron enviadas al Laboratorio de Nutrición Animal de La Universidad Nacional de Colombia - sede Palmira con el objetivo de analizarlas químicamente. En la tabla 4 se presenta la composición nutricional de cada una de las dietas utilizadas en el ensayo, luego de realizar el respectivo balance.

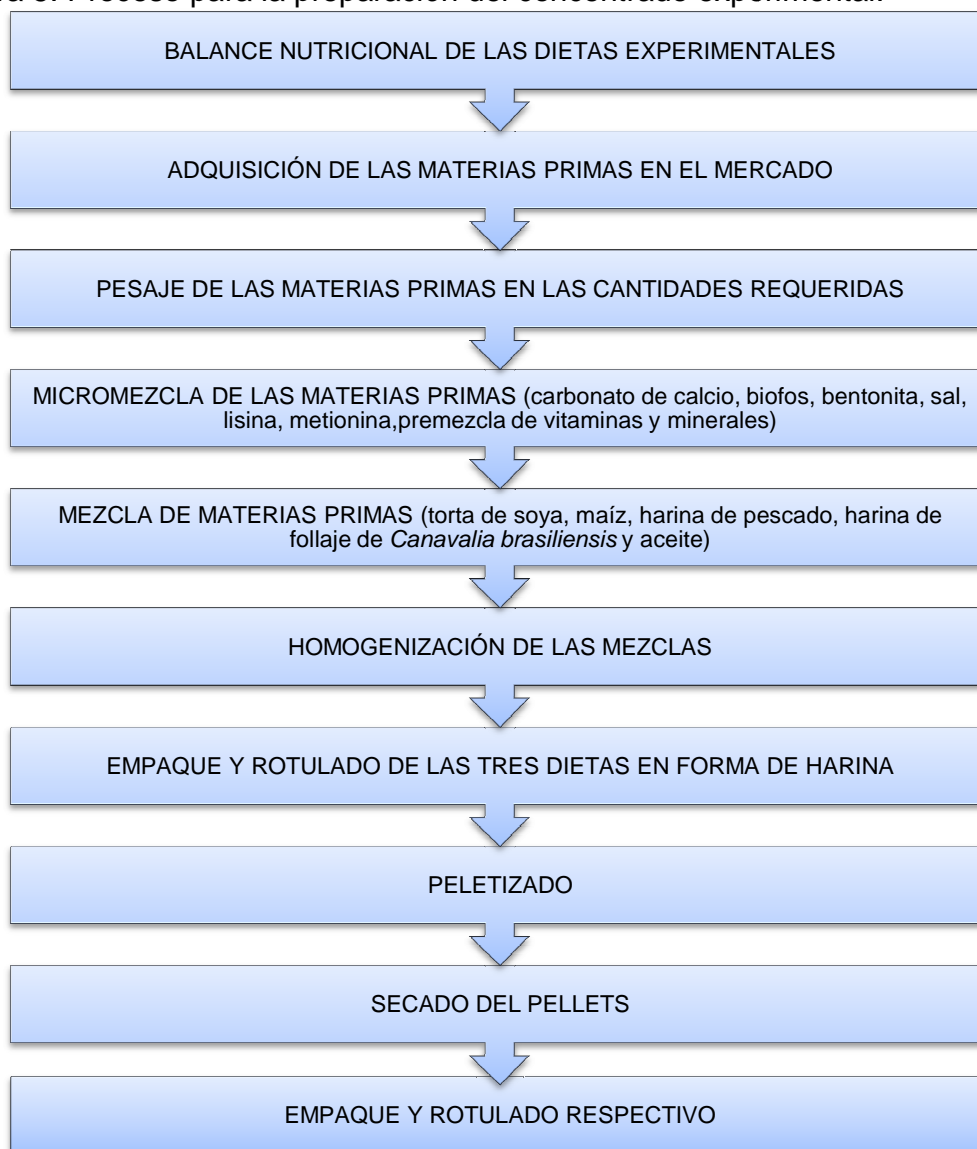
Tabla 4. Composición Nutricional de las Dietas Experimentales.

NUTRIENTE	Unidad	Dieta control*	Dieta 1*	Dieta 2*
Proteína	%	16.37	16.21	16.72
E.M	Kcal/Kg	2435.77	2495.94	2374.82
Fibra cruda	%	6.92	8.01	6.73
Extracto etéreo	%	5.95	6.85	5.38
Materia seca	%	91.86	92.08	92.15
Ceniza	%	6.90	7.29	7.25

Análisis realizado en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Nacional de Colombia- sede Palmira..

El procedimiento que se llevó a cabo para la elaboración del concentrado experimental se presenta en la figura 5.

Figura 5. Proceso para la preparación del concentrado experimental.



2.5 ANIMALES EXPERIMENTALES

2.5.1 Recibimiento de los pollos. Para el trabajo experimental se utilizaron 180 pollos machos recriados de la línea Cobb 500, vacunados contra Marek y Gumboro. Los pollos se recibieron de 15 días de edad, el peso corporal promedio con el que llegaron fue de 416.2 gr. Presentaron ojos grandes y brillantes, patas fuertes y cubiertas por piel brillante, aspecto vivaz y activo, no presentaban ningún tipo de secreción ni malformación corporal, tamaño uniforme que indicaba que la

procedencia era de un mismo lote; estas características dieron a entender que el lote se encontraba sano.

Se distribuyeron inicialmente en 18 jaulas con 10 pollos cada una, se suministro alimento comercial de iniciación a voluntad y agua, a la cual se le adiciono minaviar para evitar el estrés que pudiesen sufrir los animales debido al transporte. Se utilizaron bombillos de 250w para alcanzar la temperatura ideal al interior del galpón ya que los días y las noches en la zona eran demasiado fríos. Debido al porcentaje de mortalidad (16.66%) que se presentó durante la etapa de acostumbramiento al ambiente, el número de unidades experimentales se redujo, quedando finalmente una distribución de 8 pollos por jaula para iniciar la evaluación de los diferentes tratamientos durante la etapa de finalización.

2.5.2 Manejo. Los pollos fueron sometidos a un periodo de adaptación al ambiente durante 12 días, es decir desde el día de recibimiento que fue en el día 15 hasta el día 27, durante este periodo fueron alimentados con concentrado comercial de iniciación. A partir del día 25 hasta el 27, se inició el periodo de acostumbramiento a las dietas experimentales, las cuales se fueron suministrando progresivamente (inclusión progresiva, primer día 25%, segundo día 50% y tercer día 75% de la dieta experimental). El periodo de evaluación de los tratamientos se llevó a cabo en un periodo de 15 días; a partir del día 28 hasta el día 42, que corresponde a la etapa de finalización, tiempo en el cual se obtuvo la información para el respectivo análisis de los parámetros productivos evaluados.

Durante la investigación se realizaron cuatro pesajes de las aves, el día 15 (recibimiento de las aves), día 28 (iniciación de tratamientos), el día 36 (pesaje intermedio) y el día 42 (finalización de tratamientos). Este procedimiento se llevó a cabo en ayunas y se pesaron la totalidad de los animales.

2.6 PLAN DE ALIMENTACIÓN

Para la alimentación de las aves se trabajó bajo lo recomendado por “Suplemento Informativo de rendimiento y nutrición para pollos de engorde de la línea Cobb 500, 2008”; el concentrado se proporciono en las cantidades adecuadas, teniendo en cuenta la etapa productiva en la que se encontraban los animales

En la fase de acostumbramiento se alimentaron los pollos con alimento comercial de iniciación, de la casa comercial “FINCA”, este se suministró a voluntad hasta iniciar la fase de evaluación, donde se cambio por el concentrado experimental.

Durante el periodo de evaluación el alimento se suministró en tres raciones: a las 7:00 am, 12:00 m y 4:00 pm. Para llenar los registros de consumo, se pesó el alimento rechazado en el día anterior, este procedimiento se llevó a cabo a las 6:30 am antes de dar la primera comida del día; posteriormente se determinó la diferencia entre la cantidad de alimento suministrado y alimento rechazado para calcular el consumo real que hubo por parte de los animales.

2.7 DISEÑO EXPERIMENTAL

Diseño experimental: Completamente al azar

Número de tratamientos: 3

Número de repeticiones: 6

Número de animales por repetición: 8

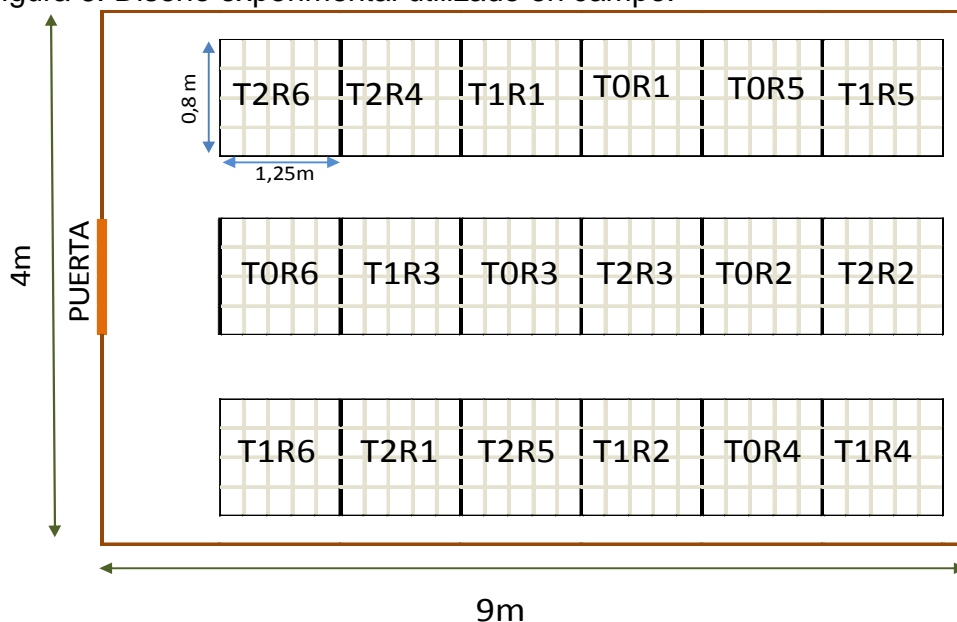
Los tratamientos se especifican a continuación:

1. Dieta control, dieta finalización formulada (No comercial).
2. Dieta con un 15% de sustitución de la proteína de la torta de soya presente en la dieta control por proteína de harina de forraje de *Canavalia brasiliensis*.
3. Dieta con un 30% de sustitución de la proteína de la torta de soya presente en la dieta control por proteína de harina de forraje de *Canavalia brasiliensis*.

Para el análisis estadístico se realizó, análisis de varianza y prueba de promedios Duncan; mediante el uso del software The SAS System V9 (Statistical Analysis System).

En la Figura 6 se muestra como quedó establecido el diseño experimental en campo, con los respectivos tratamientos y repeticiones.

Figura 6. Diseño experimental utilizado en campo.



2.8 VARIABLES EVALUADAS

2.8.1 Consumo de alimento

Consumo de alimento = Alimento suministrado – Alimento rechazado.
Se pesó a diario el suministro y el rechazo, fue pesado a las 6:30 am y se tomó esto en cuenta para el consumo.

2.8.2 Ganancia de peso

Ganancia de Peso = Peso Final – Peso Inicial.
La ganancia de peso se determinó con el peso al inicio del ensayo que fue el día 28 y el peso final al día 42, terminación del ensayo.

2.8.3 Conversión alimenticia

Conversión alimenticia = Alimento consumido / Ganancia de peso.
La C.A. en etapa de finalización está dada por el consumo de alimento entre el día 28 y 42, y la diferencia de peso logrado en este periodo.

2.8.4 Análisis económico

Se realizó por medio de la metodología de presupuestos parciales, esta permite contrastar al tratamiento control con los demás tratamientos y determinar su viabilidad en términos económicos. En el análisis de presupuesto parcial, no se incluyen todos los costos e ingresos de la producción, sino aquellos cuyos valores varían en las diferentes alternativas en prueba (López, 2002).

En este análisis para cada tratamiento y por experimento se consideraron los siguientes conceptos:

Costos variables: se calcula mediante la sumatoria del concepto del precio del Kg del concentrado experimental por la cantidad consumida y el concepto del precio del Kg del concentrado comercial utilizado por la cantidad consumida.

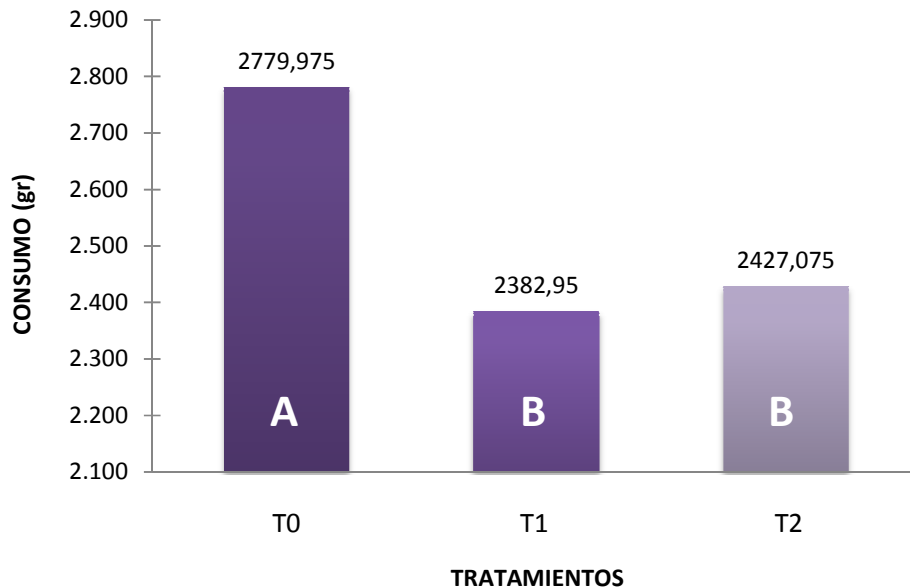
Beneficio bruto de campo: equivale al Kilogramo de carne producida durante el experimento, multiplicado por el precio promedio de Kilogramo de carne, al momento del análisis (\$/Kg carne).

Beneficio neto de campo o balance final: se constituye en la diferencia entre el valor del beneficio bruto de campo y el valor de los costos variables.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 CONSUMO DE ALIMENTO

Figura 7. Consumo de alimento.



Para esta variable se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($P=0,05$), esto sugiere que al menos uno de los tratamientos tuvo un comportamiento diferente (Figura 7), para determinar estas diferencias se aplicó la prueba de medios de Duncan, se obtuvieron dos grupos estadísticamente similares, el grupo A conformado por T_0 , que presentó un mayor consumo por parte de las aves (2779,97 g); y el grupo B conformado respectivamente por T_1 y T_2 , que obtuvieron en promedio un consumo de 2405,1 g, las diferencias encontradas se pueden atribuir a las diferentes concentraciones de fibra que se proporcionó a los tratamientos, siendo el T_1 y el T_2 los tratamientos que contienen harina de forraje de *Canavalia brasiliensis*.

En el estudio de digestibilidad de *Canavalia brasiliensis* en pollos de engorde, realizado por Sotelo y Vivas, (2011), se encontró que no hubo un comportamiento disímil para la variable consumo de alimento, a pesar de las diferencias en cuanto al contenido de fibra cruda (FC) en las raciones (T_0 ó tratamiento testigo, FC: 3,43% y T_1 ó tratamiento experimental, FC: 5,62%). Ellos atribuyeron este comportamiento al estímulo producido por el color verde en el concentrado experimental debido a la inclusión de forraje de *Canavalia brasiliensis*, a razón de

la respuesta fisiológica del animal en presencia de estas tonalidades en su entorno. (Vivas et al, 2008).

En estudios realizados por Savón, (2000), se describe que el conocido efecto de limitación en el consumo con altas concentraciones de fibra se atribuye a la voluminosidad de la ración y a la capacidad de retención de agua de las porciones solubles de la fibra. Esto último pudiera alterar los estímulos que regulan el consumo de alimento.

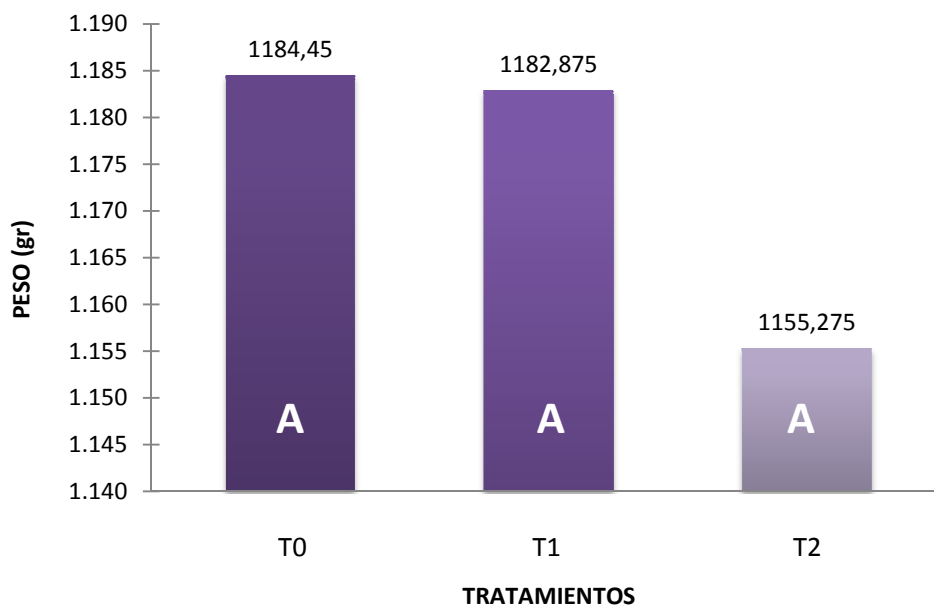
Los contenidos de fibra que presentaron las dietas experimentales estuvieron entre 6 y 8% según los resultados obtenidos del análisis químico realizado a estas en laboratorio, los niveles de fibra cruda encontrados pueden estar asociados a cierto grado de rechazo del alimento por parte de los pollos que se presentó en el Tratamiento T₁ y T₂ con respecto al testigo. Los resultados encontrados son similares a los reportados por Alegría y Caicedo (2008), quienes realizaron un estudio donde evaluaron 3 niveles de inclusión de harina de Forraje de Bore (*Alocasia macrorrhiza*), 5%, 10% y 15%, y encontraron diferencias estadísticas significativas en donde los tratamientos experimentales presentaron mayor rechazo por los pollos. Los autores reportaron que excesos de fibra en la ración (>4%) causan efectos negativos sobre la productividad en monogástricos jóvenes, relacionado con la palatabilidad, reducción de digestibilidad de los nutrientes y sensación de saciedad, haciendo que el pollo sea incapaz de consumir la cantidad de alimento necesaria para cubrir sus necesidades.

Otra explicación para las diferencias en el consumo se puede atribuir al contenido energético de las dietas (Tabla 4), siendo el T₁ el que presentó la mayor cantidad de energía metabolizable, seguido por T₀ y T₂ respectivamente (2495.94, 2435.77 y 2374.82 Kcal/kg). Es sabido que a mayor contenido de energía en la dieta, menor será el consumo de alimento y a menor contenido energético mayor será el consumo, esto debido a los receptores de saciedad que se encuentran en diferentes puntos del tracto digestivo del ave. Posiblemente esta sea la causa del bajo consumo que presentó el T₁, atribuido al mayor contenido de energía que presentó este tratamiento con respecto al T₀ y T₂.

3.2 GANANCIA DE PESO

Peso al día 28.

Figura 8. Peso del pollo a los 28 días.

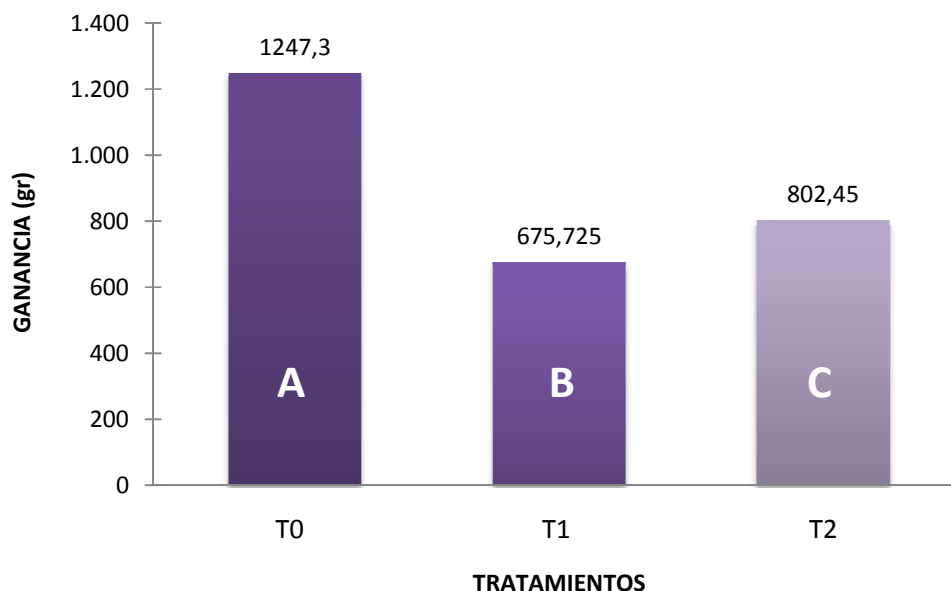


En este día se inició con el suministro del 100% de las dietas con la inclusión de harina de forraje de *Canavalia brasiliensis*, se determinó que para esta variable no existían diferencias estadísticas significativas ($P=0,05$), esto confirma que se inició la prueba con pesos uniformes en todas las jaulas (Figura 8), esto con el fin de asegurar que al final del ensayo no se verían afectados los resultados. Esta variable presentó un coeficiente de variación de 2,9, confirmando que la variación de los pesos con respecto al peso medio es baja, asegurando una mayor uniformidad en todo el lote.

A pesar de este cambio en la dieta los pollos no cambiaron significativamente su peso. Es importante aclarar que en el día 28 que fue cuando se inicio la etapa de evaluación de los tratamientos, los pollos estaban por debajo del peso que debían tener para esa etapa productiva según lo expresado en las tablas de Suplemento de Rendimiento y Nutrición para Pollos de Engorde Cobb 500, 2008.

Ganancia de peso acumulada para la etapa de finalización.

Figura 9. Ganancia de peso acumulada para la etapa de finalización.



Para la variable ganancia de peso se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($P=0,05$), donde se puede encontrar al menos un tratamiento diferente. Se evidencia en los resultados de la prueba de medios de Duncan tres grupos diferentes (Figura 9), el T_0 fue el que reportó un mejor comportamiento sobrepasando al T_1 en 551.425 g y al T_2 en 444.85 g, y el T_2 supero al T_1 en 126,72g, como se observa el tratamiento que presentó mayor ganancia de peso durante la etapa de finalización comprendida entre el día 28 y 42 de evaluación fue el T_0 con 1247.3 g, seguido por el T_2 con 802.45 g y por último el T_1 con 675.72 g como el de menor desempeño. Una posible causa pudo ser que el T_1 posee una concentración más alta de fibra cruda (FC) con un 8.01% comparado con el T_2 (6,73%) y el T_0 (6,92%); resultado similar al obtenido por Sotelo y Vivas, (2011), al evaluar la digestibilidad de dos dietas T_0 (testigo) y T_1 (20% inclusión de forraje de *Canavalia brasiliensis*), donde T_0 : ganó 721,12 g en etapa de finalización, siendo superior al T_1 donde se obtuvo ganancia de peso de 498,59 g. Ellos obtuvieron para T_0 una digestibilidad de 61,95% mientras que para T_1 fue de 57,40%. Los autores consideraron que la menor ganancia de peso de los pollos bajo la dieta experimental (T_1) se debió al alto contenido de fibra en esta ración (FC T_1 : 5,62%, FC T_0 : 3,43%) lo que posiblemente afectó la digestibilidad de la misma.

Estos resultados son similares a los obtenidos por Alegría y Caicedo, los cuales evaluaron tres niveles de inclusión de harina de hojas de bore de 0%, 5%, 10% y 15% en dietas experimentales y a pesar de presentar diferencias en el contenido de fibra en las dietas ($T_1=2,89\%$, $T_2=3,34\%$, $T_3=3,73\%$ y $T_4=4,21\%$), los pollos evaluados con el T_2 fueron los que obtuvieron mayor ganancia de peso en la etapa de finalización encontrando los siguientes valores: $T_1=1751,6$, $T_2=1794,4$, $T_3=1620,6$ y $T_4=1527,4$, los autores atribuyen este resultado a una mayor digestibilidad de la dieta T_2 , y a que la inclusión del 5% de hoja de bore mantuvo mas bajo el nivel de fibra comparado con los otros tratamientos.

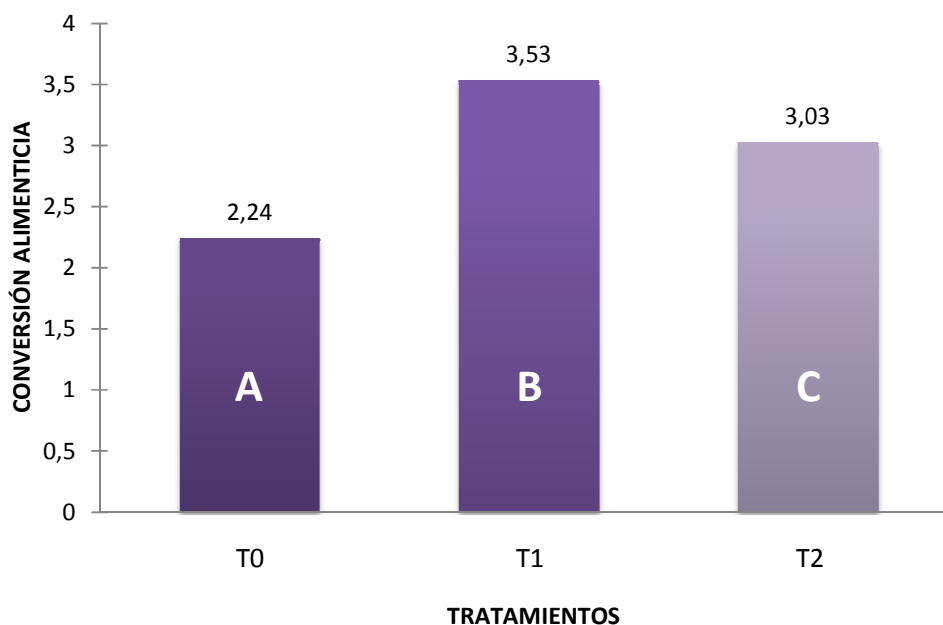
La diferencia presentada en la ganancia de peso entre los tres tratamientos también se puede atribuir al consumo de las dietas por parte de las aves, evidenciándose la preferencia de los pollos por el T_0 , comparado con la baja reacción de estos ante el suministro de los tratamientos T_1 y T_2 , igualmente se evidenció una baja digestibilidad de estas dos dietas teniendo en cuenta que se encontró una mayor cantidad de excretas bajo las jaulas de estos tratamientos y con una alta cantidad de humedad. Esto lo confirman Sotelo y Vivas (2011) en el trabajo realizado sobre digestibilidad de *Canavalia brasiliensis* en pollos de engorde, en sus resultados para la cantidad de heces, donde encontraron diferencias estadísticas significativas ($P=0,05$), para T_0 cada individuo excretó en promedio 422,33 g y para T_1 466,98 g; ellos concluyeron que esta diferencia posiblemente se debe al contenido de fibra cruda (5,62%) que tiene la dieta del T_1 , dicha fibra debido a su estructura y contenido (lignina) se torna en un medio ideal para la absorción y transporte de agua dentro del tracto gastrointestinal del pollo, todo esto debido a grupos polares presentes en la lignina de la dieta, los cuales aportan propiedades higroscópicas. Por tal motivo la excreta se torna más voluminosa y pesada.

Un aspecto determinante en el comportamiento de esta variable, es que los pollos son muy susceptibles a la calidad del alimento ofrecido, esto debido a que su metabolismo se ha modificado con base al mejoramiento genético para un rápido crecimiento (NRC, 1994); además cuando su dieta incluye sustratos voluminosos, se afecta el consumo de nutrientes y se requiere dar un período de adaptación para aumentar su capacidad fermentativa, con lo que se incrementa la disponibilidad de nutrientes y su absorción a nivel intestinal (Maynard et al, 1986; Hernández et al, 2006); sin embargo, esta absorción se ve limitada debido a las características anatómicas y fisiológicas del tracto digestivo de las aves; quizás por este motivo los tratamientos T_1 y T_2 no fueron asimilados adecuadamente por las aves debido a que eran dietas voluminosas por el alto contenido de fibra que aportó la inclusión de *Canavalia brasiliensis*, esto se vió reflejado en una ganancia de peso inferior en comparación al tratamiento control.

A pesar de que el análisis químico realizado a las dietas muestra que la cantidad de fibra cruda fue menor en el T₂, esto no se ve reflejado en la ganancia de peso comparada con el T₁ que obtuvo una fibra cruda relativamente mayor, una posible explicación es el contenido de metabolitos secundarios en la harina de forraje de *Canavalia brasiliensis*. Según Savón et al, (2007), la inclusión de harina de granos de *Canavalia brasiliensis* afecta el peso absoluto de las glándulas tiroideas. Estas glándulas son muy importantes en el metabolismo protéico por la producción de las hormonas T3 y T4, sobre todo la T4, que es determinante en la síntesis protéica en animales en crecimiento. Igualmente afirma que en su estudio fue notoria la atrofia del timo en los animales que consumieron Canavalia debido a los elevados niveles de hemoaglutinina por la presencia de Concanavalina A. Durante el estudio obtuvieron una disminución en el consumo, ganancia en peso y conversión alimenticia en los animales que consumieron canavalia con respecto a los que recibieron soya o vigna; aunque cabe la posibilidad de que las concentraciones sean mayores en el grano que en el follaje, esta puede ser una de las causas para que la ganancia de peso fuera menor en los tratamientos T₁ y T₂.

3.3 CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Figura 10. Conversión alimenticia.



En los resultados para la variable conversión alimenticia se encontraron diferencias significativas ($P=0,05$) entre los tres tratamientos, se aplicó el análisis

de medios de Duncan este nos arroja tres grupos (Figura 10), de los cuales el que presentó menor conversión alimenticia fue el T₁ (3,53), seguido por el T₂ (3,03) y el T₀ (2,24), siendo este último el de mejor conversión ya que requiere menor cantidad de alimento para producir un kilogramo de carne y es el que más se acerca al valor estándar para este parámetro (1,8); los animales del T₂ utilizaron 0.78 kg más de alimento que los del T₀ para convertirlo en 1 kilogramo de carne y los del T₁ utilizaron 0.50 kilogramos más de alimento que los del T₂ y 1.3 kg más de alimento que los del T₀.

Los resultados demuestran que para el tratamiento T₁ se necesitan 3,53 kg de concentrado para que el animal obtenga 1 kilogramo de peso vivo, es un valor bajo para la conversión comparado con el valor estándar, se infiere que esto pudo pasar debido al alto contenido de fibra de la dieta (FC=8.01%), este alto porcentaje afecta directamente el consumo de elementos necesarios para ganar peso y los animales sacian hambre con un menor consumo de concentrado, también se encuentran diferentes tipos de fibra en las dietas siendo la fibra del forraje verde de *Canavalia brasiliensis* presente en el T₁ y T₂ menos digerible que la fibra del T₀ (testigo) que corresponde a la de la cubierta del grano de maíz y de soya. Por lo tanto se considera que la diferencia entre las tres raciones se debió posiblemente al grado de digestibilidad de las diferentes fibras y cantidades de las mismas que se aportaron a las dietas. Esto es relativo, ya que los pollos tienen un aparato digestivo relativamente corto, que carece de un reservorio que retenga el alimento y lo fermente por más tiempo para obtener una mayor degradación de la fibra, la digestión se hace más rápida, lo que hace que las dietas suministradas sean excretadas entre 1 y 1,5 horas después de ser consumidas, sin ser aprovechadas en su totalidad, lo que hace necesario la utilización de alimentos de fácil digestibilidad y con un bajo contenido de fibra (Buxade, 1995).

La conversión alimenticia en los tratamientos T₁ y T₂ con inclusión de harina de forraje de *Canavalia brasiliensis* pudo verse afectada por presencia de metabolitos secundarios en el forraje aportado a la dieta, estudios han demostrado que las harinas foliares de leguminosas y de cultivos con alta producción de biomasa presentan una combinación diversa de factores anti-nutricionales FAN (Metabolitos secundarios); los taninos y saponinas son los más abundantes (Scull, 2003; citado por Carvajal, 2010). La Torre y Calderón, (1998), afirman que los taninos tienen su mayor impacto en la nutrición animal por la habilidad para formar complejos con numerosas moléculas tales como: carbohidratos, proteínas, polisacáridos, membranas de las células bacterianas, enzimas involucradas en la digestión de carbohidratos y proteínas. La presencia de grupos hidroxil-fenólicos libres permiten a los taninos formar fuertes complejos con la proteína y otras macromoléculas de ahí que los taninos tienen un profundo efecto en la disponibilidad de muchos nutrientes, además producen cambios en la fisiología de los animales (Makkar et al, 1987).

3.4 MORTALIDAD

En la etapa de finalización que correspondió a la evaluación de los tratamientos no hubo mortalidad ni morbilidad. En el periodo de acostumbramiento al ambiente se presentó una mortalidad del 16.66%, causadas posiblemente por afecciones respiratorias, que se trataron con antibiótico según recomendación del médico veterinario; por lo tanto este porcentaje no se atribuye al concentrado experimental.

3.5 ANÁLISIS ECONÓMICO

Costos variables

Con la inclusión de harina de forraje de *Canavalia brasiliensis* en las dietas experimentales se observa que a mayor porcentaje de inclusión es menor el costo en la producción del alimento. Observándose con el 15% de reemplazo de la proteína que aporta la torta de soya por proteína aportada por harina de forraje de canavalia una reducción de costo de 1.08% contra el T₀ y con el reemplazo de 30% de proteína que aporta la torta de soya por proteína de harina de forraje de canavalia un 6.45% en el costo de la alimentación (Tabla 5).

El costo de producción de un kilogramo de concentrado para el tratamiento T₀ fue mayor en \$12 moneda corriente al tratamiento T₁, y \$74 moneda corriente al tratamiento T₂, esto debido al bajo costo de la harina de forraje de *Canavalia brasiliensis* frente al alto costo de la torta de soya como fuente proteica.

Tabla 5. Costos variables.

Ítem	Vr. (\$/kg) finalización	Total costo (\$)	Reducción de costo (%)
T ₀	1.145	213.013	0
T ₁	1.133	210.704	1.08
T ₂	1.071	199.268	6.45

Beneficio bruto de campo

Se encontraron grandes diferencias en la producción de carne entre el tratamiento testigo en relación con el T₁ y el T₂ (Tabla 6). El tratamiento T₀ fue superior en producción al tratamiento T₁ en 23.61% que equivale a 41.07 kilogramos más de carne y al tratamiento T₂ en 19.44% que equivale a 33.08 kilogramos más de carne. Con lo anterior se demuestra que los tratamientos 1 y 2 que presentaron inclusión de harina de forraje de *Canavalia brasiliensis* no lograron superar económicamente al testigo (T₀) en el beneficio bruto de campo

Tabla 6. Beneficio bruto de campo.

Ítem	Total kg de carne	Precio (\$/kg)	Beneficio bruto de campo (\$)	Diferencia (%)
T ₀	170.13	4200	714.546	0
T ₁	129.96	4200	545.832	-23.61
T ₂	137.05	4200	575.610	-19.44

Beneficio neto de campo

El análisis demuestra que ninguno de los tratamientos supera en eficiencia al tratamiento T₀ (testigo). El tratamiento T₁ fue el que presentó menor rendimiento con respecto al T₀ (-33.18%) seguido por el T₂ (-24.97%) (Tabla 7), esto nos indica que los dos tratamientos donde se reemplazó la proteína que aporta la torta de soya por proteína que aporta la harina de forraje de *Canavalia brasiliensis* no fueron asimilados de la mejor manera por los animales, lo cual se vio reflejado en un consumo inferior con respecto al del tratamiento testigo, afectando directamente los parámetros productivos de ganancia de peso y conversión alimenticia, que finalmente son los que marcan la pauta en la relación costo beneficio, y en el grado de eficiencia de los tratamientos.

Tabla 7. Beneficio neto de campo.

Ítem	B.B.C (\$)	C.V (\$)	B.N.C (\$)	Porcentaje (%)
T ₀	714.546	213.013	501.533	100
T ₁	545.832	210.704	335.128	66.82
T ₂	575.610	199.268	376.342	75.03

De acuerdo a la relación costos de concentrado y conversiones alimenticias presentadas durante la etapa de finalización, podemos observar en la Tabla 8 que el T₀ con un precio por kilogramo de concentrado de \$1.145, a pesar de ser el más costoso, obtuvo el menor costo de producción de un kilogramo de carne (\$2.519), esto debido a que la dieta control presentó mayor conversión alimenticia (2.2) respecto a los tratamientos T₁ (3.5) y T₂ (3.0) respectivamente, siendo el T₁ el que presentó el costo más elevado para producir un kilogramo de carne (\$3.965).

Tabla 8. Costo de Producción por kilogramo de carne con Dietas Experimentales.

Tratamiento	Valor kg de la dieta	Conversión alimenticia	Costo de producir 1kg de carne
T ₀	1.145	2.2	2.519
T ₁	1.133	3.5	3.965
T ₂	1.071	3.0	3.213

4. CONCLUSIONES

La inclusión de harina de forraje de *Canavalia brasiliensis*, en las dietas como reemplazo de la proteína de torta de soya en porcentajes del 15% y el 30%, en la alimentación de pollos de engorde en etapa finalización, influyó directamente en el consumo total de alimento de los tratamientos experimentales (T₁: 2382.95 y T₂: 2427.075), reflejando una menor ganancia de peso en las aves y por lo tanto afectando la conversión alimenticia, siendo más baja en el T₁, seguida por el T₂ y por último el tratamiento control (3.53, 3.03 y 2.24 respectivamente); estos resultados se pueden atribuir al alto contenido de fibra presente en el follaje de *Canavalia brasiliensis* y al bajo aprovechamiento de esta por parte de las aves, por ser monogástricos no herbívoros.

El consumo de las dietas que contienen harina de forraje de *Canavalia brasiliensis* no fue óptimo, afectando la ganancia de peso de las aves y la conversión alimenticia, por lo tanto se considera que su inclusión como reemplazo de la proteína de torta de soya en un 15% y 30% no es una alternativa viable para grandes productores como suplemento protéico, debido a las altas concentraciones de metabolitos secundarios y de fibra que estas presentan.

Al realizar el balance costo beneficio del estudio, se encontró que a pesar de que es más económico producir un kilogramo de concentrado de las dietas con inclusión de forraje de *Canavalia brasiliensis*, resulta más costoso obtener un kilogramo de carne debido a las bajas conversiones alimenticias presentadas por las dietas alternativas en relación a la dieta control.

5. RECOMENDACIONES

Estudiar los contenidos nutricionales de la planta de *Canavalia brasiliensis* teniendo en cuenta la edad en que se realiza el corte, para obtener una menor cantidad de fibra y metabolitos secundarios, y lograr una mayor digestibilidad y aprovechamiento nutricional del forraje.

Permitir a las aves tener un periodo de acostumbramiento a las dietas experimentales más largo que el empleado en esta investigación, para lograr que su sistema digestivo se adapte desde más temprana edad a la fibra y pueda aprovechar mucho más las bondades nutricionales del forraje de *Canavalia brasiliensis*.

Realizar estudios con diferentes niveles de inclusión de forraje de *Canavalia brasiliensis*, en este caso puede manejarse una mayor o menor inclusión que la empleada para este trabajo; con el fin de determinar la cantidad óptima a suplementar en la dieta sin que se afecten los parámetros productivos de consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia, y donde la relación costo-beneficio genere rentabilidad para el productor.

Aplicar diferentes métodos pre-digestión al forraje de *Canavalia brasiliensis*, antes de utilizarlo como suplemento en dietas para aves, para potencializar las bondades nutricionales de la leguminosa aumentando la digestibilidad de la misma.

BIBLIOGRAFÍA

ALEGRIA, G; CAICEDO, A. 2008. Evaluación de tres dietas a base de harina de follaje de bores (*Alocasia macrorrhiza*) en pollos de engorde. Trabajo de grado Ing. Agropecuaria. Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Popayán.

ALVARENGA, R.C; COSTA, L.M; MOURA FILHO, W; REGAZZI, A.J. 2002. Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. Pesquisa Agropecuaria Brasileira.175-185p.

ALVES, MAO; CUSTÓDIO, AV DE CARVALHO. 1990. Citogenética de leguminosas coletadas no Estado do Ceará. Revista Brasileira de Genética 12. 81-92p.

ARAYA, B; MILLIE, G; BERNAL, M. 2000. Guía de Campo de las Aves de Chile. 9ª Edición. Editorial Universitaria. Santiago de Chile.

ARBOR ACRES. 2009. Suplemento sobre nutrición del pollo de engorde. Huntsville. Estados Unidos. 20p.

ARISTIZABAL, C; MANZANO, S. 2008. Evaluación de *Desmodium velutinum* en la alimentación de pollos de engorde. Trabajo de grado Ing. Agropecuaria. Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Popayán.

BARCELLOS, GBS; ALMEIDA, LM; MOREIRA, RA; CAVADA, BS; OLIVEIRA, de JTA; CARLINI, CR. 1993. Canatoxin, concanavalina A y canavalin-una reacción cruzada con los materiales durante la maduración de *Canavalia brasiliensis* (Mart.) semillas. 397-402p.

BURLE, ML; LATHWELI, DJ; SUHET, AR; BOULDIN, DR; BOWEN, WT; RESCK, DVS.1999. La supervivencia de leguminosas durante la estación seca y su efecto sobre el rendimiento del maíz éxito en suelos ácidos de sabana tropical. Agricultura Tropical (Trinidad). 217-221p.

BUXADE, C. 1995. Avicultura Clásica y Complementaria. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.

CABALLERO, Z; ZAMORA, I; SAUCEDA, MS. 1995. Caracterización y Evaluación preliminar de Diez leguminosas nativos con potencial forrajero. Tesis no. 70. Escuela de Agricultura y Ganadería de Estelí, Estelí, Nicaragua.

CALDERON, L; RENGIFO, S. 2011. Evaluación de niveles de inclusión de forraje de caupí (*vigna unguiculata*) como reemplazo de la proteína de torta de soya en alimentación de pollos de engorde. Trabajo de grado Ing. Agropecuaria. Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Popayán.

CAMARGO, S; BALLEEN, M. 2008. Desarrollo endógeno agropecuario. Nueva biblioteca del campo. Hogares juveniles campesinos. Bogotá, Colombia

CAMPOS, A; SALGUERO, S; ALBINO, L; ROSTAGNO, H. 2007. Aminoácidos en la nutrición de pollos de engorde: Proteína ideal. Departamento de Zootecnia. Universidad Federal de Viçosa. Congresso do Colégio Latino-Americano de Nutrição Animal. Cancún, México.

CARVAJAL, J. 2010. Digestibilidad In Vitro Prececal y Cecal de Plantas Forrajeras Tropicales para la Nutrición en Cerdos. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira, Valle del Cauca. 110p.

CARVALHO, de AM; SODRÉ FILHO, J. 2000. Uso de Adubos verdes como Cobertura hacer en solitario. Boletim de Pesquisa - Embrapa Cerrados 11. 20p.

CASAMACHIN, M; DIAZ, D. 2007. Evaluación de tres niveles de inclusión de morera (*Morus alba*) en alimento para pollos de engorde. Trabajo de grado Agrozootecnia. Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Popayán.

COBB 500. 2008. Guía de manejo del pollo de engorde. Suplemento Informativo de rendimiento y nutrición del Pollo de Engorde.

COBO, JG; BARRIOS, E; KASS, DCL; THOMAS, R. 2002. La descomposición y la liberación de nutrientes por los abonos verdes en la ladera de un agroecosistema tropical. *Plant and Soil*. 331-342p.

CRUZ, M; PÉREZ, U; MARTÍN, L; AVALOS, A; VICENTE, C. 1995. Factores que afectan la germinación de *Canavalia brasiliensis*, *Leucaena leucocephala*, *ternatea Clitoria* y semillas *Calopogonium mucunoides*. *Semillas de Ciencia y Tecnología* 23. 447-454p.

CUCA, M; AVILA, E; PRO, M. 1996. Alimentación de las aves. Universidad Autónoma de Chapingo. Montecillo. Estado de México. 3-75p.

FENAVI – FONAV. 2011. Sistema de información sectorial SIS. Revista industria avícola y FENAVI para Colombia – DIAN.

FENAVI – FONAV. 2010. Sistema de información de precios del sector agropecuario. Boletín semanal precios mayoristas. Vol 13, n°9.

FISHER, C. 2002. Posibilidades y limitaciones del concepto de proteína ideal en las evaluaciones de los aminoácidos para aves de corral de rápido crecimiento. Congreso Avícola Europeo. Bremen, Alemania. 8p.

GIL, F. 2000. Anatomía específica de aves: Aspectos funcionales y clínicos. Unidad docente de anatomía y embriología. Facultad de veterinaria. Universidad de Murcia. España. 17p.

GODOY, M. 1999. El sistema digestivo en diferentes especies de aves. Departamento de nutrición. Fundación Temaikén. Buenos Aires. Argentina. 5p.

GOMES, JC; EPSTEIN, M; MAFFIA, LM; ANNA SANT, R. 1988. Composição Química Sementes de feijão-bravo e de seu Aislado proteico. *Arquivos de Biología e Tecnología*. 443-459p.

HERNÁNDEZ, F; GARCÍA, V; MADRID, J; ORENGO, J; CATALÁ, P. 2006. Effect of formic acid on performance, digestibility, intestinal histomorphology and plasma metabolite levels of broiler chickens. *Br. Poultry Sci.* Vol 47.50–56 p.

LATORRE, J; CALDERON, C. 1998. Evaluación fisiológica y nutricional del efecto de los taninos en los principales sorgos graníferos (*Sorghum bicolor* (L) moench) cultivados en Colombia. Bucaramanga, Colombia. 20-22p.

LEESON, S. 2008. Desarrollos futuros en la nutrición avícola. Conferencia de Nutrición Avícola de Carolina. Departamento de Ciencias Animales y Avícolas de la Universidad de Guelph de Canadá.

LEESON, S y SUMMERS, J. 2001. Nutrition of the chicken. 4 ed. Ontario, Canada. 283p.

LIMA, I. 2001. Níveis nutricionais utilizados nas rações pela indústria. Simpósio Internacional sobre Exigências Nutricionais de Aves e Suínos. Viçosa, Brasil. 389-402p.

LÓPEZ, F. 2002 Suplementación con morera (*Morus alba*) para vacas Holstein en lactancia en la Meseta de Popayán. Tesis de maestría. Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira. 120p.

MAKKAR, H; SINGH, M; DAWRA, R. 1987. Tannin nutrient interactions. *Reviens Journal animal*. 127 -140p.

MAYNARD, A; LOOSLI, K; HINTZ, F; WARNER, G. 1986. Nutrición animal. MacGraw-Hill. 4ª ED. México, D.F.

NRC. 1994. Nutrient Requirements of Poultry. 9th rev. Ed. Washington, DC: National Academy Press. 174p.

OLIVEIRA, JTA; VASCONCELOS, IM; GONDIM, MJL; CAVADA, BS; MOREIRA, RA; SANTOS, CF; MOREIRA, LIM. 2000. Las semillas de *Canavalia brasiliensis*. Calidad de las proteínas y las consecuencias nutricionales de la lectina de la dieta. *Diario de la Ciencia de la Alimentación y la Agricultura*. 417-424p.

PESSANHA, G; CARVALHO, De Mg; BRAZO FILHO, R; COSTA, Asv Da. 1995. Identificação de substancias Secundarias Presentes em leguminosas utilizadas como adubo verde. Revista Ceres 42(244). 584-598p.

PETERS, M; FRANCO, L; SCHMIDT, A; HINCAPIE, B. 2011. Especies Forrajeras Multipropósito: Opciones para Productores del Trópico Americano. CIAT, Cali, Colombia.

RENTERIA, O. 2007. Manual Práctico del Pollo de Engorde. Secretaria de Agricultura y Pesca del Valle del Cauca.

ROSTAGNO, H; PAEZ, L; TOLEDO, S y ALBINO, L. 2000. Dietas vegetales para pollos de engorde de alta productividad. Departamento de Zootecnia, Universidad Federal de Viçosa. Brasil.

ROSS. 2009. Suplemento de nutrición del pollo de engorde. Huntsville, Alabama.

RUIZ, H. 2007. Sector avícola colombiano. Superintendencia de Sociedades. Grupo de estadística. Bogotá, Colombia.

SANTISTEBAN, D. 2011. Colombia frente al posible tratado de libre comercio con Estados Unidos (Análisis por sectores). Universitaria de investigación y desarrollo. Bucaramanga, Colombia. 137p.

SARMIENTO, L; SANTOS, R; SEGURA, C. 2002. Alimentación no convencional para monogástricos, experiencias en el trópico mexicano. Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

SAVÓN, L. 2000. Alimentación no convencional de especies monogástricas: utilización de alimentos altos en fibra. Instituto de Ciencia Animal. San José de las Lajas, La Habana, Cuba.

SAVON, L; SCULL, I; ORTA, M; MARTINEZ, M. 2007. Harinas de follajes integrales de tres leguminosas tropicales para la alimentación avícola. Composición química, propiedades físicas y tamizaje fitoquímico. Revista Cubana

de Ciencia Agrícola, Tomo 41. Instituto de Ciencia Animal. San José de las Lajas, La Habana.

SCULL, I; SAVON, L. 2003. Determinación de polifenoles totales y taninos condensados en harina de forraje de cuatro variedades de *Vigna unguiculata*. Revista cubana de ciencia agrícola Tomo 37 No 4. 403-407p.

SOTELO, M; VIVAS, E. 2011. Evaluación de la digestibilidad *in-vivo* de la harina de forraje de canavalia (*canavalia brasiliensis*) en la etapa de finalización de pollos de engorde. Trabajo de grado Ing. Agropecuaria. Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Popayán.

UDEDIBIE, AB. 2001. Semillas de *Canavalia ensiformis* en Dietas Avícolas. Resultados Recientes de Investigaciones en Nigeria. Revista Cubana de Ciencia Avícola 25. 89-99p.

VIVAS, N y MORALES, S. 2005. Evaluación Agronómica y Producción de Grano de diez accesiones de Guandul (*Cajanus Cajan*) en la Meseta de Popayán – Cauca. Universidad del cauca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. Vol. 3. Artículo No. 35.

VIVAS, N; CERÓN, L; GUACA, T. Efecto del Color del Alimento Sobre el Consumo en Pollos. EN: Facultad de Ciencias Agropecuarias. Vol. 6 No. 1, marzo de 2008. Disponible en internet: <<http://www.unicauca.edu.co/biotecnologia/ediciones/vol6/2.pdf>>

ANEXOS

ANEXO A. Análisis de varianza.

VARIABLE	FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO DE LA MEDIA	F-Valor	Pr> F	coeficiente de variación
Peso a los 28 días (p28)	Modelo	2	323.360.333	161.680.167	1.36	0.2863	2.935.283
	Error	15	1.781.867.667	118.791.178			
	Total	17	2.105.228.000				
Peso a los 36 días (p36)	Modelo	2	3.742.180.633	1.871.090.317	38.47	<.0001	4.043.260
	Error	15	729.483.167	48.632.211			
	Total	17	4.471.663.800				
Peso a los 42 días (p42)	Modelo	2	1.126.115.268	563.057.634	76.35	<.0001	4.123.180
	Error	15	110.613.202	7.374.213			
	Total	17	1.236.728.469				
Consumo Pollo	Modelo	2	5.682.138.478	2.841.069.239	19,09	<.0001	4.821.416
	Error	15	2.231.954.700	148.796.980			
	Total	17	7.914.093.178				
Ganancia de Peso	Modelo	2	1.081.320.734	540.660.367	116.19	<.0001	7.508.300
	Error	15	69.795.855	4.653.057			
	Total	17	1.151.116.589				
Conversión Alimenticia	Modelo	2	518.111.111	259.055.556	101.81	<.0001	5.427.669
	Error	15	0.38166667	0.02544444			
	Total	17	556.277.778				