

EVALUACIÓN DE NIVELES DE INCLUSION DE FORRAJE DE CAUPÍ (*Vigna unguiculata*) COMO REEMPLAZO DE LA PROTEINA DE TORTA DE SOYA EN ALIMENTACION DE POLLOS DE ENGORDE



LEYMER CALDERON RINCON
SAUL RENGIFO BOLAÑOS

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2011

EVALUACIÓN DE NIVELES DE INCLUSION DE FORRAJE DE CAUPÍ (*Vigna unguiculata*) COMO REEMPLAZO DE LA PROTEINA DE TORTA DE SOYA EN ALIMENTACION DE POLLOS DE ENGORDE

LEYMER CALDERON RINCON
SAUL RENGIFO BOLAÑOS

Trabajo de grado en la modalidad de Investigación para optar al título de Ingenieros Agropecuarios

Director
NELSON VIVAS QUILA, M.Sc.

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2011

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 VIVAS QUILA

Esp. MIRIAM GRIJALBA
Presidente del Jurado

Mg. JULIANA CARVAJAL
Jurado

Popayán, 22 de Noviembre de 2011

DEDICATORIA

A nuestro Dios, ser supremo que nos acompaña siempre. A mis padres Martha Rincón Cardona, y Víctor Calderón Claros, que siempre estuvieron apoyándome incondicionalmente. Por sus buenos deseos y oraciones que ayudaron a superarme y cumplir una etapa más de mi vida.

A mis hermanos, amigos y a todas aquellas personas que de una u otra forma hicieron parte de este logro tan importante para mi vida.

Leymer Calderón Rincón.

A DIOS padre por darme fuerzas para superar los obstáculos y por su compañía eterna.

A mis padres Julio Cesar Rengifo y Claudina Bolaños, por inculcarme que la riqueza que enaltece el alma es la fe y el estudio, por creer en mí y que las metas difíciles se pueden lograr.

A mis hermanos por su apoyo incondicional.

A mis compañeros y amigos por todas las experiencias inolvidables que con ellos compartí.

Saúl Rengifo Bolaños

AGRADECIMIENTOS

A todos y cada una de las personas que colaboraron en la realización de este trabajo de grado, en especial:

A nuestro director M. Sc. Nelson José Vivas Quila, por su gran apoyo durante todo el transcurso y elaboración de este trabajo, por sus críticas constructivas, por su confianza y empeño.

A los jurados Myriam Grijalva y Juliana Carvajal por las acertadas orientaciones y consejos, y por todas las contribuciones para el desarrollo de este trabajo.

Al Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT Palmira, Programa de Forrajes (Michael Peters, Siriwan Martens, Luis Horacio Franco, Belisario Hincapie, Yenny Burbano) y Grupo de Investigación de Nutrición Agropecuaria – Universidad del Cauca por brindarnos herramientas e insumos valiosos para la culminación del trabajo.

A nuestros familiares y amigos que nos apoyaron para que se hiciera posible la realización de éste trabajo de grado.

A todas las personas que colaboraron con pequeñas o grandes ideas para la realización de este proyecto.

GLOSARIO

ALIMENTACIÓN: es la ingestión de alimento por parte de los organismos para proveerse de sus necesidades alimenticias, fundamentalmente para conseguir energía y desarrollarse.

ALIMENTO: es la sustancia o conjunto de sustancias que pueden ser utilizadas por el organismo para la obtención de energía o la creación de materia.

BIOMASA: es el nombre dado a cualquier materia orgánica de origen reciente que haya derivado de animales y vegetales como resultado del proceso de conversión fotosintético.

CAUPI: es una planta herbácea o semiarbusciva, anual, trepadora, cuyo fruto se emplea como alimento en regiones tropicales; se cultiva además como forraje.

COMEDERO: es un recipiente en donde se vierte la comida para los animales de cría o domésticos.

CONVERSION ALIMENTICIA: se refiere a la cantidad de alimento requerida para producir una unidad de ganancia de peso.

DIETA: conjunto y cantidades de alimentos o mezclas de alimentos que se consumen habitualmente.

GALPÓN: es una construcción que suele destinarse al depósito de mercaderías o maquinarias. Suelen ser construcciones rurales con una sola puerta.

MATERIA PRIMA: es la materia extraída de la naturaleza y que se transforma para elaborar materiales que más tarde se convertirán en bienes de consumo.

PROTEÍNAS: son biomoléculas formadas por cadenas lineales de aminoácidos, que desempeñan un gran número de funciones en las células de todos los seres vivos.

RESUMEN

En la vereda las Guacas Ubicada en el municipio de Popayán Cauca, se evaluaron tres (3) tratamientos T₀ (dieta control con 0% de inclusión de harina de Forraje de Caupí *Vigna unguiculata*), T₁ (dieta experimental con 15% de reemplazo de la proteína que aporta la torta de soya por proteína de harina de forraje de Caupí), T₂ (dieta experimental con 30% de reemplazo de la proteína que aporta la torta de soya por proteína de harina de forraje de Caupí). Con el objetivo de determinar el efecto de las variables productivas, en cuanto a ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia, en pollos de engorde en etapa de finalización con la utilización al aplicar los tratamientos mencionados. Fueron empleados 180 pollos de engorde de la línea comercial Cobb 500, con peso promedio de 690 g/pollo, distribuidos mediante un diseño completamente al azar con 3 tratamientos, 6 repeticiones y 10 animales por unidad experimental.

Se realizó un análisis de varianza y prueba de comparación múltiple de Duncan. Los resultados demuestran que no se presentaron diferencias estadísticamente significativas (P=0.05) para la variable consumo de alimento y peso a los 28 días (inicio de la investigación). Contrario a las demás variables como peso a los 35 días, peso a los 42 días, ganancia de peso y conversión alimenticia, en donde el T₀ tuvo mejor comportamiento con una ganancia de peso de (1166,17 g/pollo) y una conversión alimenticia de 2,4.

En cuanto a costos no se pudo determinar que es una alternativa la utilización de las inclusiones debido a que las conversiones alimenticias fueron elevadas lo que no permite económicamente la utilización de estas dietas.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	14
1. MARCO REFERENCIAL	16
1.1 EVOLUCIÓN DE LA NUTRICIÓN AVÍCOLA	16
1.2 ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DIGESTIVA DEL AVE	17
1.3 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES PARA POLLOS DE ENGORDE	18
1.3.1 Proteína cruda	18
1.3.2 Carbohidratos	18
1.3.3 Lípidos	19
1.3.4 Vitaminas	19
1.3.5 Minerales	19
1.3.6 Consumo de agua	19
1.4 MANEJO DEL POLLO DE ENGORDE	20
1.5 CAUPI (<i>Vigna unguiculata</i>)	21
1.5.1 Origen	21
1.5.2 Taxonomía	21
1.5.3 Descripción	22
1.5.4 Ecología	23
1.5.5 Ciclo fenológico	23
1.5.6 Producción	24
1.5.7 Composición nutricional	24
2. ANTECEDENTES	25

	pág.
3. DISEÑO METODOLÓGICO	28
3.1 LOCALIZACIÓN	28
3.2 INSTALACIONES Y EQUIPOS	28
3.3 MATERIAS PRIMAS	29
3.3.1 Animales	29
3.3.2 Alimento	29
3.3.3 Insumos	30
3.4 METODOLOGIA	30
3.4.1 Obtención de la Harina de Forraje de Caupí	30
3.4.2 Desinfección, alistamiento de Galpón y Equipos	30
3.4.3 Recibimiento de Pollos	31
3.4.4 Dietas Experimentales	31
3.5 MANEJO	33
3.6 DISEÑO EXPERIMENTAL	33
3.7 PLAN DE ALIMENTACIÓN	34
3.8 PESAJE DE ANIMALES	35
3.9 PESAJE DE ALIMENTO RECHAZADO	35
3.10 VARIABLES A EVALUAR	35
3.10.1 Consumo de alimento	35
3.10.2 Ganancia de Peso	35
3.10.3 Conversión alimenticia	35
3.10.4 Análisis económico	35
4. RESULTADOS	37

	pág.
4.1 CONSUMO ALIMENTO POR POLLO	37
4.2 GANANCIA DE PESO	37
4.3 CONVERSION ALIMENTICIA	41
4.4 MORTALIDAD	43
4.5 ANÁLISIS ECONÓMICO	43
4.5.1 Costos Variables	43
4.5.2 Beneficio Bruto de Campo	44
4.5.3 Beneficio Neto de Campo	44
5. CONCLUSIONES	46
6. RECOMENDACIONES	47
BIBLIOGRAFÍA	48
ANEXOS	52

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Requerimientos nutricionales de los pollos de engorde según edad	19
Tabla 2. Consumo diario y acumulado de alimento respecto al peso promedio por semana de vida	20
Tabla 3. Composición bromatológica de harina de forraje de Caupí (<i>Vigna unguiculata</i>) en porcentaje	24
Tabla 4. Condiciones ambientales de Popayán – Vereda “Las Guacas”	28
Tabla 5. Composición de Dietas Experimentales	31
Tabla 6. Cantidad de materias primas para las diferentes dietas	31
Tabla 7. Composición Nutricional de las Dietas Experimentales	32
Tabla 8. Costos Variables	44
Tabla 9. Beneficio Bruto de Campo	44
Tabla 10. Beneficio Neto de Campo	45
Tabla 11. Costo de Producción por kilogramo de carne con Dietas Experimentales	45

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Sistema digestivo de las aves	17
Figura 2. <i>Vigna unguiculata</i>	22
Figura 3. Galpón Experimental	28
Figura 4. Jaulas Metabólicas	29
Figura 5. Tratamientos T ₀ , T ₁ y T ₂	30
Figura 6. Proceso para la Obtención del Concentrado Experimental	33
Figura 7. Diseño estadístico Usado en Campo	34
Figura 8. Peso del pollo a los 35 días de la Etapa	38
Figura 9. Peso del Pollo a los 42 días de la etapa	39
Figura 10. Ganancia de Peso	40
Figura 11. Conversión Alimenticia	42

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Análisis de varianza	52
Anexo B. Registro de temperaturas	53
Anexo C. Datos de campo	54

INTRODUCCIÓN

La producción avícola mundial se ha incrementado a una tasa constante y relativamente rápida desde los años 60 siguiendo diferentes ritmos según las características propias del desempeño de la economía de cada país (Dobashi *et al.*, 1999, citado por Mora, sf.). En Colombia, esta actividad presentó una fase inicial de aumento significativo en los índices de crecimiento, pero ahora esta dinámica parece haberse detenido, su crecimiento ha sido irregular, por debajo de los promedios en que lo vienen haciendo otros países que integran comunidades de mercados como la CAN, MERCOSUR y NAFTA y sólo en los países andinos, la avicultura Colombiana muestra una mayor participación en el volumen de producción; seguramente que en esto tiene que ver el desenvolvimiento del país, pues la avicultura, al igual que otras actividades económicas, resulta afectada por factores externos e internos y está inmersa en lo mismo: política monetaria, financiera, arancelaria, fiscal, inflación, devaluación, demanda, inseguridad, globalización, etc. Todo esto plantea un reto difícil a las empresas dedicadas a esta actividad.

El crecimiento de la Avicultura, que ha sido sorprendente, no puede seguir haciéndose sobre la base de importar materias primas, pues Colombia ofrece grandes posibilidades de su cultivo y presenta materias primas alternativas las cuales se deben cultivar y aprovecharlas en dietas no convencionales ayudando a disminuir los costos de producción.

Reportes del 2010 indican que el consumo de carne derivada de aves ha venido evolucionando positivamente, dando como resultado una gran preferencia por los consumidores colombianos. En promedio en el último año, cada colombiano consumió 23,4 kilos de pollo y 215 huevos, mientras que la carne de res y cerdo permanecen entre 17,56 y 7,5 kg per cápita (FENAVI, 2010).

El uso de materias primas nacionales como alternativa en la alimentación animal para sustituir importaciones y reducir la competitividad con la alimentación humana, es hoy una condición importante para lograr la sostenibilidad de la producción animal en el trópico. En los últimos años esta situación se ha venido agudizando debido a las afectaciones en los esquemas productivos que están montados en el país, ello obliga a pensar de otra manera y diversificar el uso de un grupo de productos que tradicionalmente han sido considerados como “Alimentos no Convencionales” (Castaldo, 1997 y Elías, 1997).

Los trabajos de investigación encaminados a brindar nuevas alternativas de alimentación, brindan un aporte importante a la sociedad productiva, en este caso, a las empresas y pequeños productores avícolas, aspecto de gran importancia para las investigaciones de alimentación con nuevas alternativas mediante dietas no convencionales.

En la presente investigación se evaluaron niveles de reemplazo de la proteína que aporta la torta de soya del 15% y 30% de harina de forraje de Caupí (*Vigna unguiculata*), 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 lowincome 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. Y 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 EVOLUCIÓN DE LA NUTRICIÓN AVÍCOLA

Los avances en términos de nutrición avícola se han dado durante el siglo XX debido a que la ciencia biológica relacionada ha evolucionado desde una ciencia meramente descriptiva hasta una ciencia integral altamente técnica en la actualidad. Tanto así que para los años 1800 y principios de 1900 los trabajos se basaban en descripciones anatómicas, histológicas de órganos entre otros. A mediados del siglo pasado hemos visto como la literatura se ha llenado de trabajos científicos relacionando los avances de biotecnología y el potencial para la revolución de aplicaciones moleculares en biología en un futuro cercano. Dentro de los aspectos importantes está el uso de vitaminas, minerales aminoácidos, cristalinos y otros aditivos, los cuales han permitido optimizar el potencial genético del pollo de engorde y huevos. Similarmente la disponibilidad de vacunas, antibióticos, promotores, coccidiostatos entre otros y las condiciones de manejo, equipos, control sanitario, han permitido lograr aumentar el número de aves por unidad de área, logrando así maximizar la eficiencia de la producción (Mann y Aguirre, 2002).

El mismo autor afirma que dentro de los avances esta la adecuada descripción de requerimientos de aminoácidos en pollos de engorde como en gallinas de postura comercial, las cuales ha llevado al desarrollo de masa muscular especializada para los mercados interesados. Se basa en el balance de aminoácidos que de acuerdo a -la ley de mínimos de Leibieg- la deficiencia de la suplementación de un aminoácido esencial inhibirá la respuesta de aquellos en cantidades adecuadas. En animales monogástricos la suplementación de aminoácidos está influenciada por la dieta.

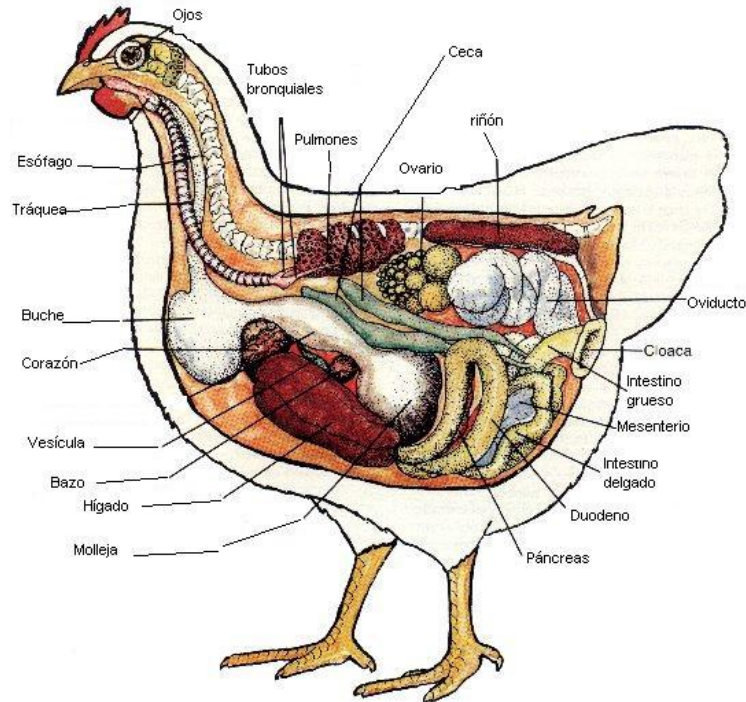
En Colombia, esta actividad presentó una fase inicial de aumento significativo en los índices de crecimiento, pero ahora esta dinámica parece haberse detenido, su crecimiento ha sido irregular, por debajo de los promedios en que lo vienen haciendo otros países que integran comunidades de mercados como la CAN, MERCOSUR y NAFTA y solo a nivel de los países andinos, la avicultura Colombiana muestra una mayor participación en el volumen de producción (Mora, sf.); seguramente que en esto tiene que ver el desenvolvimiento del país, pues la avicultura, al igual que otras actividades económicas, resulta afectada por factores externos e internos y está inmersa en lo mismo: política monetaria, financiera, arancelaria, fiscal, inflación, devaluación, demanda, inseguridad, globalización, etc. Todo esto plantea un reto difícil a las empresas dedicadas a esta actividad.

En los últimos años, el crecimiento del sector avícola de Colombia ha estado motivado por el aumento del hábito alimenticio por el consumo de pollo. Todo ello ha contribuido a mejorar y aumentar la industria avícola permitiendo reducir costos de producción, mejorando la demanda del consumidor final, ocasionando que la carne de pollo sea más competitiva referente a las demás carnes y con mayor asequibilidad al consumidor.

1.2 ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DIGESTIVA DEL AVE

En el tracto gastrointestinal se llevan a cabo importantes procesos como la degradación y absorción de nutrientes necesarios para mantenimiento, crecimiento y reproducción. Generándose complejas interacciones en el lumen intestinal, microorganismos y las células epiteliales de absorción lo que hace que se distinga como un sistema dinámico proporcionando protección física y defensa inmune (Koutsos, 2006 citado por Tavernari *et al.*, 2008).

Figura 1. Sistema digestivo de las aves



Fuente: <http://avies09-1.blogspot.com/2009/04/anatomia-de-la-gallina-parte-i.html>

La Cavidad bucal de las aves no posee dientes, su pico es utilizado para recoger el alimento; su lengua hace que este sea empujado hacia el esófago, en su pico se encuentran presentes las glándulas salivales. La secreción de saliva es muy pequeña e insignificante en la digestión (Sturkie, 1981; Mack, 1986; Cuca, et al., 1996 citado por Rebollar, 2002). Anatómicamente encontramos seguido el Esófago el cual es un conducto de transporte tubular y su longitud va desde 12 c.m. hasta los 35 c.m. de acuerdo a la edad del animal. Posee abundantes glándulas mucosas para facilitar el paso del alimento (Cuca, Ávila y Pro 1996) que llega al Buche, que es un ensanchamiento del esófago y actúa como almacén temporal del alimento, su permanencia depende del tamaño de las partículas, la cantidad consumida y la cantidad presente en la molleja; en este órgano la ptialina actúa ablandando el alimento, pero aquí no hay producción de enzimas (Mack, 1986; Cuca, Ávila y Pro, 1996). En el Proventrículo que es el estómago glandular cubierto por una membrana mucosa, contiene glándulas gástricas con células “principales”

quienes actúan sobre las proteínas y los polipéptidos. El pH ácido ayuda en la utilización de los minerales (Cuca, Ávila y Pro, 1996). La Molleja: Es el órgano muscular del sistema digestivo, compuesto de dos pares de músculos opuestos quienes ejercen gran presión y actúan como mecanismo de masticación de los pollos. En este sitio se mezclan las partículas alimenticias con los jugos gástricos en presencia de grava. (Cuca, Ávila y Pro, 1996).

El Intestino delgado, de acuerdo a la edad del ave su longitud puede ir desde 48 cm. Hasta 120 cm. Consta de un epitelio de células columnares de absorción y células caliciformes para la secreción de moco (Uni, *et al.*, 1999 citado por Rebollar, 2002). En el intestino delgado es donde se lleva a cabo la digestión química, pues intervienen enzimas pancreáticas e intestinales como: aminopeptidasa, amilasa, maltasa e invertasa (Cuca, Ávila y Pro 1996). Cumple funciones como: Recibir enzimas presentes en el jugo gástrico para la digestión de proteínas y carbohidratos en el duodeno; absorber el alimento digerido y mediante movimientos peristálticos empuja el material no digerido hacia los ciegos y al recto (Cuca, Ávila y Pro 1996). “El duodeno es el principal sitio de digestión y absorción de nutrientes y depende de secreciones gástricas, pancreáticas y biliares” (Sturkie, 1981); la continuación del proceso se efectúa en el yeyuno e íleon (Mack, 1986). Intestino grueso, su diferencia con el delgado radica básicamente en el tamaño de las vellosidades ya que en este sitio son más cortas. No hay secreción enzimática pero aquí se continúa el proceso digestivo (Mack, 1986). Los Ciegos, son unos sacos que se localizan en la unión de los intestinos y son los responsables de la fermentación microbiana para el aprovechamiento de una pequeña cantidad de fibra (Sturkie, 1981; Mack, 1986). La Cloaca, cavidad común a los sistemas digestivo, urinario y genital. Junto con el colon, la cloaca son los órganos encargados de la excreción y el balance de agua y minerales (Cuca, Ávila y Pro 1996). El Páncreas se localiza en el pliegue del duodeno y su función es secretar el jugo pancreático el cual contiene enzimas como amilasa, tripsina, quimi tripsina, carboxipeptidasas y lipasa (Cuca, Ávila y Pro 1996). El Hígado, es una estructura grande que posee, entre otros, unos conductos quienes secretan bilis cerca al duodeno para la digestión y absorción de grasas (Cuca, Ávila y Pro 1996). La bilis posee una acción emulsificante y efecto de activación de la lipasa pancreática para llevar a cabo la absorción de las grasas (Sturkie, 1981).

1.3 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES PARA POLLOS DE ENGORDE

1.3.1 Proteína cruda. El requerimiento de proteína de los pollos de engorde refleja los requerimientos de amino ácidos, que son las unidades estructurales de las proteínas, que a su vez, son unidades estructurales dentro de los tejidos del ave (COBB, 2008). Actualmente su participación en las dietas se realiza con base a los requerimientos de aminoácidos (Ceniceros, 1997 citado por Rebollar, 2002). Para especificar este ítem en la (Tabla 1), se presentan los requerimientos en general de los principales nutrientes necesarios en pollos de engorde.

1.3.2 Carbohidratos. Junto con los lípidos, los carbohidratos son la principal fuente de energía, necesaria para cumplir con funciones vitales como: conservar la temperatura

corporal, la movilidad, utilizar reacciones químicas en la síntesis de tejido corporal, eliminar los desechos orgánicos y la síntesis de otras sustancias (López, *et al*, 1997 citado por Rebollar, 2002).

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
Cloro %	0.20	0.20	0.20	0.20

Fuente. Suplemento de Rendimiento y Nutrición para Pollos de Engorde Cobb 500, Octubre 01, 2008.

1.3.3 Lípidos. Se absorben en forma de ácidos grasos y su digestibilidad depende de la longitud y solubilidad de las cadenas de carbonos que lo componen. Así un ácido graso poli insaturado de cadena mediana es digerido y absorbido con mayor facilidad que uno de cadena larga. Estudios coinciden que los aceites vegetales contienen considerables aportes de lípidos con este tipo de características (Turner *et al.*, 1999 citado por Rebollar, 2002).

1.3.4 Vitaminas. Son sustancias inorgánicas responsables de utilizar la energía proveniente de carbohidratos y las grasas, entre ellas están: Tiamina, Riboflavina, niacina y ácido pantoténico. La vitamina B6 hace parte de procesos como la dasaminación, transaminación y descarboxilación. En este grupo de nutrientes hacen parte: El ácido fólico y tetrahidrofólico, la biotina, la vitamina C los cuales llevan a cabo diferentes procesos esenciales para el óptimo desarrollo del animal (Ávila y Pro 1996).

1.3.5 Minerales. Son nutrientes inorgánicos y se clasifican como macrominerales o como elementos traza. Los macrominerales incluyen: calcio, fósforo, potasio, sodio, cloro, azufre y magnesio. Entre los elementos traza están el hierro, yodo, cobre, manganeso, zinc y selenio. En la Tabla 2 se presenta el consumo de los pollos de engorde línea Cobb 500.

1.3.6 Consumo de agua. El agua es el nutriente más importante que se suministra a las aves. El agua es el principal componente del organismo, representando cerca del 70 por ciento del peso corporal, cerca del 70 por ciento se halla dentro de las células y el 30 por ciento restante en los fluidos extracelulares y la sangre. El contenido de agua del

organismo se halla asociado al de la proteína, lo cual implica que a medida que el ave envejece y su contenido de grasa aumenta, el contenido de agua disminuye, en términos de porcentaje con relación al peso corporal. El ave obtiene agua a través de su consumo directo, el agua presente en el alimento y del catabolismo en tejidos corporales, lo cual es normal durante el crecimiento y desarrollo (Leeson, Summers y Díaz, 2000).

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

Días	Peso machos gr.	Consumo machos acumulado gr.	Consumo diario gr.
0	41		
7	170	142	20.3
14	449	470	46.8
21	885	1100	90
28	1478	2095	142.2
35	2155	3381	183.7
42	2839	4827	206.6

Fuente. Suplemento de rendimiento y nutrición para pollos de engorde COBB 500, 2008

El consumo de agua aumenta con la edad del ave, aunque disminuye en términos relativos (por unidad de peso corporal). El consumo de agua está estrechamente relacionado al de alimento, de manera que los mismos factores que inciden sobre el consumo de alimento afectan directamente el consumo de agua. Cuando la temperatura es moderada, el consumo de agua será equivalente al doble, en peso, del alimento consumido (Leeson, Summers y Díaz, 2000).

1.4 MANEJO DEL POLLO DE ENGORDE

Para la obtención del pollo de engorde de buena calidad, el manejo se realizódese desde la selección de la avícola de procedencia, la edad del pollo, el tipo de vacunas, el lugar donde proviene el cisco o la viruta, el tipo de comederos y bebederos y, como deben utilizarse semana tras semana. El diseño de las construcciones, la cuarentena, desinfección, tratamiento de aguas, calidad de concentrado y materias primas, etc. Una excelente raza de pollo de engorde, es aquella que tiene la habilidad para transformar el concentrado en músculo en menos tiempo, con consumos bajos, y baja mortalidad.

Para cumplir y brindar al mercado un pollo de buen color, pechuga exuberante, y buen sabor, el manejo de pollos de engorde deberá ajustarse a las Buenas Prácticas Agropecuarias y a los factores determinantes de la producción (raza, alimento, sanidad y el manejo de la explotación). En cuanto a instalaciones y equipos, lo primero es seleccionar un terreno con buen drenaje y con suficiente corriente de aire natural. Se hace necesario garantizar un equilibrio total en el medio ambiente en el cual se encuentran las aves mediante unas excelentes instalaciones y un buen manejo de las camas y los equipos, evitando las altas o bajas temperaturas y humedades; el hacinamiento de las

aves (más de las que se pueden tener en el galpón) y la deficiente o excesiva ventilación. Para determinar la densidad del lote deben considerarse los factores climáticos, el tipo de galpón, peso a sacrificio y el bienestar del animal. El principal objetivo es reducir al máximo las fluctuaciones térmicas que ocurren en un periodo de 24 horas, tomando especial cuidado durante las noches. Un buen control de temperatura promueve mejoras en la conversión de alimento y en la tasa de crecimiento de las aves.

Todos los equipos y utensilios de la explotación deben estar diseñados y construidos de forma tal que aseguren la higiene, fácil y completa limpieza, desinfección e inspección.

La instalación o galpón debe:

Garantizar la realización de las operaciones de higiene desde la llegada de los pollitos hasta la obtención del producto terminado.

Servir de obstáculo para la entrada de vectores de enfermedades, plagas y contaminantes del medio.

Brindar las condiciones apropiadas de bienestar, faena y procesamiento de las aves; así como el almacenamiento de insumos y del producto final.

1.5 CAUPI (*Vigna unguiculata*)

1.5.1 Origen. El Caupí es una leguminosa originaria de África, una de las seis regiones de domesticación de cultivos agrícolas que han sido identificadas (Vaillancourt y Weeden, 1992; Gepts, 2002 citados por Jover, 2006.). Es una planta de clima tropical o subtropical, por lo que se la cultiva en estos ambientes en su continente de origen, siendo Nigeria el mayor productor mundial, en Asia y en América, donde Brasil es el país de mayor superficie cultivada, en especial en su zona nordeste (FAO, 2002; Freire *et al.*, 2000 citados por Jover, 2006). En Europa fue el caupí consumido antes del descubrimiento de América (Cubero, 2004 citado por Jover, 2006) y la consecuente introducción del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.).

El Caupí (*Vigna unguiculata*) es una planta autógena que pertenece al género *Vigna* (nombrado así en honor al médico y botánico italiano Doménico Vigna).

1.5.2 Taxonomía.

Reino: Plantae

Subreino: Traqueophyta – plantas vasculares

Superdivision: Spermatophyta – plantas con semilla

División: Magnoliophyta – plantas con flores
Clase: Angiosperma
Orden: Dicotiledónea
Familia: Fabaceae
Subfamilia: faboideae
Tribu: *Phaseoleae*
Subtribu: Phaseolinae
Género: *Vigna savi*
Especie: *Vigna unguiculata*

1.5.3 Descripción. El Caupí es una planta herbácea, anual; de tipos de crecimiento determinado o indeterminado; con hábitos de crecimiento erectos, semi-erectos, postrados, semi-postrados, o trepadores. La germinación es epigea. Tiene hojas compuestas por tres folíolos (aunque el primer par de hojas es simple y opuesto), de forma globosa, sub-globosa, hastada o sub-hastada, de unos 10 a 25 cm de longitud y de unos 7 a 15 cm de ancho, con bordes simples. Las flores están en racimos sobre pedúnculos bastante largos, son de color violáceo, amarillo, rojizo o blanco, tiene la típica conformación de las Papilionoideas (estandarte, alas y quilla), el estilo es barbudo pero no espiralado como en el género *Phaseolus* y el fruto es una legumbre, lineal o subcilíndrica, bivalva, que en los tipos cultivados es poco o nada dehiscente, conteniendo varias semillas de diferente tamaño y color según la población o variedad (Parodi y Dimitri, 1972; IPGRI, 1983 citados por Jover, 2006). Las semillas tienen variadas formas y tamaños, desde formas cuadradas hasta redondas; también las semillas presentan una variada coloración, incluyendo el blanco, pardo, marrón, beige y verde, se pueden encontrar en un kilogramo de semilla desde 5000-12000 semillas (Peters *et al.*, 2011).

Figura 2. *Vigna unguiculata*



Fuente. Cook *et al*, 2005

Presenta una raíz pivotante muy desarrollada, que puede llegar a más de un metro de profundidad, pero también tiene raíces laterales bastante profusas, lo que le permite explorar un buen volumen de suelo. A través de la simbiosis con bacterias del género *Bradyrhizobium*, tiene la capacidad de fijar nitrógeno. Los nódulos son fácilmente visibles a partir de los 15 a 20 días después de la siembra, en especial si las semillas fueron inoculadas con la bacteria específica. Los datos sobre la cantidad de nitrógeno fijado

biológicamente al suelo, presentan una gran variabilidad, ya sea debido a las diferentes formas de cálculo, a los diferentes tipos de suelos, manejos, etc., fluctuando entre 30 y 300 kg de Nitrógeno por hectárea y por año (Ali *et al.*, 2000 citados por Jover, 2006). De cualquier modo, y considerando solo el precio de los fertilizantes nitrogenados sintéticos, no es de despreciar el aporte del Caupí al suelo. Por ello, es muy adecuado para el mejoramiento de la fertilidad de los suelos, las rotaciones y asociaciones de cultivos, utilizándose, además, como forraje.

1.5.4 Ecología. El Caupí se adapta bien a diferentes suelos desde arenosos hasta pesados, que sean bien drenados con preferencia por los livianos que permitan un buen enraizamiento de la planta. Está más adaptado a suelos ácidos que el *Lablab purpureus* o *Mucuna pruriens*. El Caupí es moderadamente tolerante a la sequía pero suelos muy húmedos son dañinos para el cultivo reduciendo el crecimiento y favoreciendo las infecciones por hongos. Es muy susceptible a las heladas; pH de 4 a 8 pero prefiere suelos un poco ácidos. Crece desde el nivel del mar hasta los 1600 m.s.n.m. crece bien en épocas cálidas con temperaturas de 25°C a 35°C la cual es la temperatura óptima. Tiene una moderada adaptación a la sombra así que no es una planta que demande gran cantidad de horas luz/año, no tolera quemadas, inundaciones ni salinidad (Schlecht *et al.*, 1995).

1.5.5 Ciclo fenológico. El ciclo se puede dividir en dos fases, vegetativa y reproductiva, durando ambas fases alrededor de 45 días, siendo relativamente corto, de unos 90 días entre siembra y primera cosecha. La fase vegetativa termina al aparecer los pimpollos florales en el tallo principal. De siembra a emergencia pueden transcurrir entre 3 y 10 días, de acuerdo a la profundidad de siembra y la temperatura del suelo. El crecimiento inicial es lento, hasta formar un cuerpo mínimo, lo que ocurre alrededor de 15 a 20 días de la emergencia. La capacidad de competir del cultivo es baja, por lo que el control de malezas es clave en este período y hasta los 30 a 45 días después de la siembra.

Al inicio de la fase reproductiva, los pimpollos florales están sostenidos por pedúnculos cortos, los que generalmente se encuentran a partir del quinto nudo en el tallo principal, pero no son fáciles de observar pues están dentro del follaje. Sin embargo en una o dos semanas, al seguir creciendo los pedúnculos florales, ya sobresalen sobre el follaje y son fácilmente visibles.

Desde que se produce la fecundación del óvulo hasta la cosecha transcurren entre 17 y 25 días, de acuerdo a las condiciones climáticas. Al caer la corola seca de la flor fecundada, la vaina tiene unos 3 a 5 cm de largo. El crecimiento de la vaina es lento al principio, para hacerse luego rápido, alcanzando su longitud máxima alrededor de los 12 a 15 días posteriores.

Una vez que la vaina llega a la madurez fisiológica, cambia de color verde a pajizo, hasta quedar seca y lista para la cosecha. Las vainas tienen una longitud de entre 8,0 y más de 20,0 cm, según el material de que se trate, pudiendo tener entre 5 y 15 ó más semillas (Jover, 2006).

1.5.6 Producción. Tiene muy buena producción de biomasa en un periodo de 2 – 4 meses, alcanzando rendimientos entre 3 y 8 Ton/Ha, dependiendo del tipo de suelo, del clima, de la competencia con malezas y de la accesión. Los rendimientos son mejores en regiones con buena precipitación y suelos francos, profundos y fértiles, sin problemas de salinidad (Peters *et al.*, 2011). Además de ser mecanizable, tiempo de cosecha corto, mayor facilidad de manejo y mejor desarrollo genético en nuestras condiciones agroecológicas.

1.5.7 Composición nutricional. La planta posee casi tantas calorías por unidad de peso como los cereales, así como un alto contenido proteico, el contenido de grasa es bajo y es fuente de Ca, Fe y ciertas vitaminas (Trompíz, et al 2002). La harina de forraje de *V. unguiculata* puede contener bajo contenido total de polifenoles y de taninos condensados, si se comparan con otras especies de leguminosas que consumen comúnmente los animales según Scull (2003), como lo confirma savon 2006, con una vigna variedad blanca que no supera el 0,33% de polifenoles y taninos en forrajes.

Contiene un alto valor nutritivo (Tabla 3), la proteína cruda PC en el forraje verde está entre el 14-21% y en residuos de cosecha del 6-8%, en el grano la PC es de 18-26%; la digestibilidad “*in vitro*” del forraje en cerdos es de 69,6% (Carvajal, 2010). La utilización de la harina de forraje de leguminosas en la alimentación de especies monogástricas se ha sugerido por Díaz y Padilla (1997). Entre las leguminosas, estos autores recomendaron la *V. unguiculata*, por su mayor contenido de proteína bruta (PB) y verdadera (PV), así como de fibra bruta aceptable y menor presencia de factores antinutricionales.

Tabla 3. Composición bromatológica de harina de forraje de Caupí (*Vigna unguiculata*) en porcentaje

Variable	Cantidad
Proteína %	17,0978
Energía Kcal/Kg.	3483,7292
FDN %	38,007
FDA%	23,51

Fuente. Laboratorio de nutrición animal de la universidad nacional y CIAT, 2010.

2. ANTECEDENTES

En una investigación realizada por Martínez, M.; Savón, L.; Rodríguez, S.; Hernández, Y.; Oramas, A.; Rodríguez, R y Domínguez, M. en Uruguay en el 2007, se utilizaron 40 pollos de ceba (híbrido HE21) con el objetivo de evaluar el efecto de la inclusión de harina de follaje de *Stizolobium niveum* (Mucuna) en indicadores morfométricos. Los animales fueron distribuidos según un diseño completamente aleatorizado en cuatro tratamientos que consistieron en sustituir 5, 10 y 15% de maíz por harina de follaje de Mucuna en la ración. Se utilizó como control una dieta base de maíz-soya. Las dietas se suministraron durante el período crecimiento- ceba durante el cual se controló el peso vivo. A los 42 días, se sacrificaron 10 animales por cada tratamiento y se extrajeron y pesaron los órganos del tracto gastrointestinal. Se redujo el peso vivo final al incluir la harina de follaje de Mucuna en la ración. No se afectó el peso relativo del buche y el proventrículo. Con el nivel más alto de Mucuna se observó un aumento del peso relativo de la molleja (42,43 g/kg de PV) y el asa duodenal disminuyó con 10 y 15% de inclusión (9,54 y 9,47 g/kg de PV, respectivamente). No se encontraron diferencias entre tratamientos para el peso del hígado y el páncreas. Se concluye que la inclusión de 10 y 15% de harina de follaje de *Stizolobium niveum* en las raciones de pollos de ceba, aumenta la capacidad digestiva de los órganos del TGI.

En un ensayo realizado por Casamachin M, Ortiz D y López F, en el municipio de Totoró (Cauca), se planteó el objetivo de evaluar tres niveles de inclusión de Morera (*Morus alba*), en alimentación para pollos de engorde en cuanto a su comportamiento productivo, a través de la ganancia de peso, conversión alimenticia, mortalidad y relación costo beneficio de las dietas implementadas utilizando 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 un análisis de varianza y prueba de comparación múltiple de Duncan. Los resultados demuestran que no existieron diferencias estadísticas entre el tratamiento 0 y 1 para la variable ganancia de peso, contrario a la conversión alimenticia, donde todos los tratamientos fueron diferentes, siendo el tratamiento 0 el mejor. En cuanto a costos, resulta ventajosa la adición de un 5% de harina de hojas de morera, ya que la relación costo beneficio muestra datos positivos.

Alegría y Caicedo (2008), en el municipio de Popayán – Cauca, emplearon hojas de bore en raciones para pollos de engorde, permitiendo reducir los costos en un 5.13% (5% de inclusión), 9.6% (10% de inclusión) y 14.15% (15% inclusión) frente al concentrado testigo; sin embargo tan solo el tratamiento que empleo el 5% de hoja de bore (T2) fue rentable, pues es éste el que reporta una mayor ganancia de peso para la venta (1794g) y un beneficio neto de campo del 107.88%; mientras que la baja ganancia de peso obtenida por los tratamientos T3 (162.6g) y T4 (1527.4g) no compensa la reducción en el costo de alimentación. En consecuencia recomiendan el empleo del 5% de hoja de bore para dietas en pollo de engorde, ya que funciona como un adecuado sistema no convencional

de alimentación en el que se arrojan los parámetros productivos satisfactorios como reducción de costos de producción, excelente beneficio en el campo, buena ganancia de peso al sacrificio y valor agregado en la pigmentación de la piel en el pollo.

Ramírez J, Santos R, y Martínez V (1999), en Mérida Yucatán-México, evaluaron el comportamiento productivo, digestibilidad, y beneficio económico de aves criollas alimentadas con Chaya (*Cnidoscopus chayamansa*) y Huaxín (*Leucaena leucocephala*). Se midió la digestibilidad y energía metabolizable de la Chaya y el Huaxín en veinte gallos durante veintidós días. En otro experimento se midió el consumo de materia seca, digestibilidad aparente, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y beneficios netos en 98 aves criollas de siete semanas de edad: sin inclusión de Chaya y Huaxin (Grupo testigo) solo con aporte de sorgo-soya; inclusión del 10, 20 y 30% de harina Huaxin y Chaya. Obteniendo como resultados en digestibilidad de la materia seca de la Chaya de 42,1% y Energía metabolizable de 1946 Kcal/Kg y para el Huaxin se obtuvo 35,6% y 1365 Kcal/kg respectivamente. Se observó que la digestibilidad de materia seca, ganancia de peso y conversión alimenticia se afectó negativamente conforme se incrementó el forraje en las dietas. En donde concluyeron que la inclusión con forrajes en las dietas afectó negativamente los parámetros productivos y la digestibilidad; sin embargo, las aves alimentadas con Chaya se comportaron mejor que las aves alimentadas con Huaxin. El beneficio económico proporcionado por la Chaya en los dos niveles de inclusión fue mayor que el beneficio conseguido por el Huaxin.

Herrera M, Cabezas R, Barcia M y Toaquiza I (2009), realizaron un experimento en Quevedo, los Ríos Ecuador, en donde utilizaron un diseño completamente al azar con siete tratamientos y 3 repeticiones con cinco aves por repetición. Los tratamientos fueron: T1= 5% harina de matarratón (HM); T2=5% harina de fréjol de palo (HFP); T3= 5% harina de morera (Hmo); T4= 10% harina de matarratón (HM); T5= 10% harina de fréjol de palo (HFP); T6= 10% harina de morera (Hmo) y T7= Testigo (Balanceado comercial). En donde los parámetros evaluados fueron Consumo de alimento, conversión alimenticia, peso, porcentaje de producción, tamaño, forma, pigmentación de la yema del huevo y mortalidad. Obtuvieron como resultados que las aves alimentadas con el balanceado comercial (testigo) obtuvieron los mejores resultados en consumo de alimento, producción de huevos y conversión alimenticia. Las gallinas que consumieron el 10% de harina de Morera alcanzaron la mejor pigmentación de la yema del huevo y mayor rentabilidad. Gallinas alimentadas con el 5% de harina de Guandul, registraron un mayor tamaño del huevo. Los investigadores llegan a las conclusiones mencionando que las aves alimentadas con harina de matarratón (T1) registraron mayor peso final. El suministro del balanceado comercial incrementa la producción de huevos, optimiza la conversión alimenticia, y el ingreso bruto. Con el 5% de harina de Guandul, se incrementa el tamaño del huevo.

Franco y Jurado (2011) quienes realizaron una evaluación de la Harina de Forraje de Caupí (*Vigna unguiculata*) en la etapa de finalización de pollos de engorde, en donde se evaluaron dos tratamientos T₀ (dieta no comercial, formulada sin forraje de Caupí), y dieta T₁ (dieta experimental de finalización formulada no comercial, con el 20% de inclusión de harina de forraje de Caupí), con el fin de determinar la digestibilidad "in vivo", utilizaron

120 pollos de engorde de la línea Cobb 500, distribuidos con un diseño completo al azar. Encontraron que la digestibilidad in vivo de los componentes de la dieta presentaron diferencias estadísticas significativas ($P > F = 0.05$) entre los tratamientos T_0 y T_1 para la materia seca, fibra cruda, extracto etéreo, extracto no nitrogenado y la energía bruta. En la etapa de Finalización (día 28 al 41) no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P > F = 0.05$), para las variables de consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia, por lo cual concluyeron que el uso de harina de Forraje de Caupí *Vigna unguiculata* es una alternativa nutricional y económicamente viable en la alimentación de pollos de engorde en la etapa de finalización, principalmente para la producción parcelaria.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 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. En la (Tabla 4), se presentan los datos meteorológicos del sitio de localización del proyecto.

Tabla 4. Condiciones ambientales de Popayán – Vereda “Las Guacas”

Altitud	1900 m.s.n.m.
Temperatura	18°C
Precipitación	2000 mm
Humedad	80 – 90%
Brillo solar	6 h/día. 1825/año

Fuente: Vivas y Morales, 2005.

3.2 INSTALACIONES Y EQUIPOS

Se utilizó un galpón de 9 m de largo por 4 m de ancho y 2.2 m de alto, con paredes en tabla a 1.20 m, rodeado en malla, con techo de zinc y piso en cemento. Se ubicaron 18 jaulas metálicas de 1.25 m de largo por 0.80 m de ancho y 0.50 m de altura, a una distancia de 0.60 m del suelo, con capacidad para 10 pollos. Cada jaula cuenta con un comedero y dos bebederos automáticos como se indica en las figuras 3 y 4, respectivamente.

Figura 3. Galpón Experimental



El galpón que se utilizó fue alistado y desinfectado con 15 días de anticipación a la compra y recepción de las aves, usando Formol al 10%, al igual que las jaulas experimentales.

Figura 4. Jaulas Metabólicas



3.3 MATERIAS PRIMAS

A continuación se mencionan las materias primas utilizadas para la evaluación del crecimiento de los pollos de engorde línea Cobb 500 en etapa de finalización.

3.3.1 Animales. El estudio se realizó con 180 pollos machos de la línea Cobb 500, recriados de 17 días de edad con un peso aproximado de 660 gr. Con un tamaño uniforme, ojos brillantes, extremidades inferiores cubiertas por piel brillante y de procedencia del mismo lote; con su respectivo plan y registro sanitario.

3.3.2 Alimento. Para las dietas utilizadas en el ensayo, tanto la dieta control como las experimentales se formularon según los requerimientos nutricionales en etapa de finalización de pollos de engorde con el programa Plezootec, y atendiendo los tratamientos planteados en la investigación, se fabricaron 3 tipos de concentrado:

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

Alimento para 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 Caupí.

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 Caupí.

Los tratamientos T_0 , T_1 y T_2 descritos se presentan en la figura 5.

Figura 5. Tratamientos T₀, T₁ y T₂



3.3.3 Insumos. Los materiales y equipos utilizados para el desarrollo del trabajo de campo fueron:

Balanza de resorte Tipo Reloj con capacidad para 100Kg.
Gramera KERN con Capacidad de 4000gr M.
5 Canecas Plásticas capacidad 55 Gal.
4 Baldes Plásticos capacidad 12 L.
Peletizadora.
200ml de Formol.
Termómetro de Máximas y Mínimas.
2 Palenbras.
1Bulto Cal.
6 Bultos Concentrado Comercial

3.4 METODOLOGIA

Realizada las consultas bibliográficas pertinentes se determinó realizar el trabajo de campo bajo tres (3) tratamientos diferentes representados en 0%, 15% y 30% de reemplazo de la Proteína que aporta la Torta de Soya por proteína aporta por la Harina de Forraje de Caupí (*Vigna unguiculata*), con el fin de evaluar el crecimiento del pollo de engorde en etapa de finalización, en condiciones ambientales de la meseta de Popayán-Cauca.

3.4.1 Obtención de la Harina de Forraje de Caupí. El forraje de Caupí (*Vigna unguiculata*) utilizado para el desarrollo del presente trabajo proviene del programa de Pastos y Forrajes Tropicales del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Palmira. Acceso de Caupí que se utilizó fue la CIAT 4555, se secó a 60°C durante tres días, hasta obtener una humedad de 8.7%. Después el follaje fue molido en un molino de martillos a un tamaño de tamiz de 5 mm. Finalmente fue rotulado y almacenado e identificado como forraje- Caupí a temperatura ambiente.

3.4.2 Desinfección, alistamiento de Galpón y Equipos. Se partió de una instalación existente. La limpieza y desinfección del galpón y los equipos, se inició con un lavado

general de la instalación con agua a presión y detergente. Una vez seco se desinfectaron pisos, paredes y equipos con una solución de formol al 10%, se dejó en cuarentena por 15 días. El alistamiento del galpón se realizó 3 días previos al recibimiento de los pollos, ubicando en cada jaula un comedero lineal y un bebedero automático niple tipo campana. La iluminación se realizó con bombillo de 60 watts y la calefacción de las primeras noches y días con temperaturas muy bajas con seis criadoras infrarrojas.

3.4.3 Recibimiento de Pollos. Los pollos se recibieron de 17 días de edad. El peso corporal promedio fue de (660g), se ubicaron inicialmente de 15 pollos por jaula, con concentrado de iniciación de la casa comercial Finca y agua a voluntad. Debido a los cambios climáticos que se presentaron al momento de transporte y recibimiento de los pollos presentaron problemas respiratorios 18 pollos en un porcentaje del 10%, los cuales fueron aislados y tratados con Tylosan suspensión oral, a razón de 2 cápsulas por Litro de agua de bebida, durante 3 días por recomendación del médico Veterinario.

3.4.4 Dietas Experimentales. En la Tabla 5 se muestran la composición de las dietas experimentales usadas para el presente ensayo.

Tabla 5. Composición de Dietas Experimentales

Materia prima	Dieta control (%)	Dieta 1* (%)	Dieta 2*(%)
Harina de pescado	5,0	5,0	6,3
Torta de soya	22,3	18,9	15,6
Harina de follaje Caupí	0,0	8,7	17,3
Maíz	66,0	64,1	56,3
Biofos	0,8	1,0	1,0
L – lisina	0,1	0,3	0,2
DL – Metionina	0,1	0,1	0,1
Aceite de palma	0,0	1	1,5
Carbonato de calcio	1,2	0,3	0,9
Premezcla vit. y minerales	1,0	0,3	1,0
Sal común	1,9	0,3	0,3
Bentonita	1,0	1,0	1,0

Dieta control: concentrado no comercial. *Dieta 1: 15% de reemplazo de proteína de torta de soya por proteína del forraje Caupí. Dieta 2*: 30% de reemplazo de proteína de torta de soya por proteína de forraje Caupí.

Una vez obtenidos los porcentajes de la composición de las materias primas se procedió a determinar las cantidades en kilogramos como se presenta en la Tabla 6.

Tabla 6. Cantidad de materias primas para las diferentes dietas

Materia prima	Cantidades / kg.			
	Dieta control	Dieta 1*	Dieta 2*	Total
Harina de pescado	10,2	10,2	10,2	30,6
Torta de soya	45,5	38,5	31,82	115,82
Harina de follaje Caupí	0,00	17,74	35,3	53,04

Tabla 6. (Continuación)

Materia prima	Cantidades / kg.			
	Dieta control	Dieta 1*	Dieta 2*	Total
Maíz	138,1	126,5	114,44	379,04
Biofos	1,92	2,04	2,04	6,0
L – lisina	0,2	0,41	0,41	1,02
DL – Metionina	0,2	0,2	0,2	0,6
Aceite de palma	0,0	2,04	3,06	5,1
Carbonato de calcio	2,4	2,04	2,04	6,48
Premezcla vit. y minerales	2,04	1,02	1,02	4,08
Sal común	0,6	0,61	0,61	1,82
Bentonita	3,06	3,06	3,06	9,18
TOTAL				612,78

Dieta control: concentrado no comercial. *Dieta 1: 15% de reemplazo de proteína de torta de soya por proteína del forraje Caupí. Dieta 2*: 30% de reemplazo de proteína de torta de soya por proteína del forraje Caupí.

Con base a la composición de la dieta control y el forraje de Caupí se realizó un reemplazo del 15% y del 30% de la proteína que aporta la torta de soya, por proteína cruda aportada por forraje de Caupí generando las siguientes composiciones nutricionales (Tabla 7).

Tabla 7. Composición Nutricional de las Dietas Experimentales

Nutriente	Unidad	Dieta Control	Dieta 1*	Dieta 2*
E.M	Kcal/Kg	4013	3970	4160
Proteína	%	16,12	15,98	16,90
Fibra Cruda	%	2,65	5,64	8,60
Ext. Etéreo	%	3,20	3,68	5,01
Calcio	%	1,33	1,23	1,14
Fosforo	%	0,41	0,44	0,43
Sodio	%	0,16	0,16	0,16
Arginina	%	0,99	0,87	0,75
Lisina	%	1,07	1,05	0,95
Metionina	%	0,40	0,37	0,35
Met + cis	%	0,70	0,65	0,59
Treonina	%	0,50	0,44	0,39
Triptófano	%	0,17	0,15	0,13
Ceniza	%	7,27	7,02	7,35
Materia seca	%	91,22	91,19	87,33

Dieta control: concentrado no comercial. *Dieta 1: 15% de reemplazo de proteína de torta de soya por proteína del forraje Caupí. Dieta 2*: 30% de reemplazo de proteína de torta de soya por proteína de forraje Caupí.

Para la preparación del concentrado para las dietas experimentales se realizó el procedimiento descrito en la Figura 6.

Figura 6. Proceso para la Obtención del Concentrado Experimental



3.5 MANEJO

Las aves fueron sometidas a un periodo de acostumbramiento al ambiente durante 11 días, de los cuales los últimos 3 días se hizo (inclusión progresiva de la dieta, primer día 25%, segundo día 50% y tercer día 75%). La etapa de evaluación de los tratamientos se realizó en un periodo de 15 días, para completar así 42 días de trabajo experimental. Tiempo en el cual se obtuvo la información para su respectivo análisis de parámetros productivos a evaluar.

En la fase de acostumbramiento se alimentaron los pollos con alimento comercial, de la casa comercial "FINCA". El alimento se suministró a voluntad.

Durante la investigación se realizaron cuatro pesajes de las aves en ayunas, el día 15 (recibimiento de las aves), día 28 (iniciación de tratamientos), día 35 (cambio de cantidad de alimento), y día 42 (finalización de tratamientos).

3.6 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental que se utilizó para el desarrollo de la presente investigación lo podemos describir de la siguiente manera:

Diseño experimental: completamente al azar
Número de tratamientos: 3
Número de repeticiones: 6
Número de animales por repetición: 10

Tratamientos:

0. Dieta control, dieta finalización formulada (No comercial).

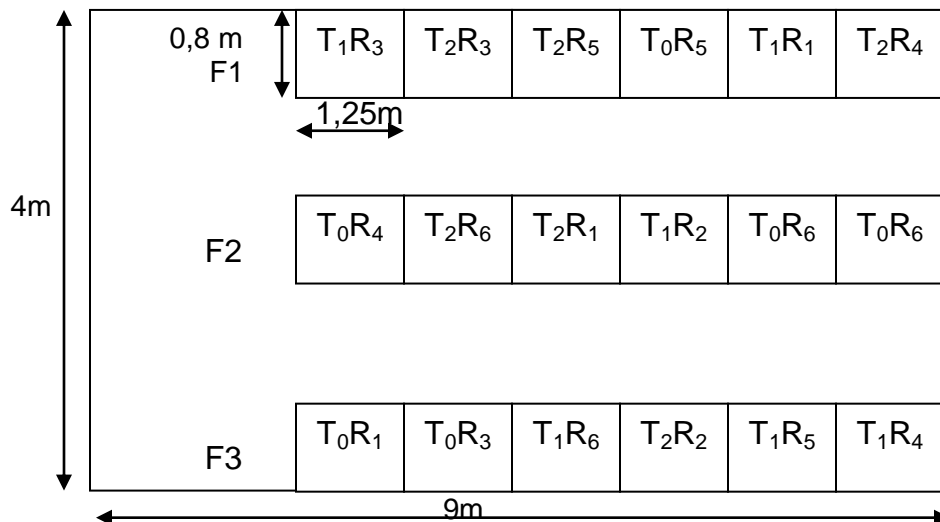
1. Dieta con un 15% de sustitución de la proteína de la torta de soya presente en la dieta control por proteína de de forraje Caupí.

2. Dieta con un 30% de sustitución de la proteína de la torta de soya presente en la dieta control por proteína de forraje Caupí.

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

En la Figura 7, se muestra la distribución de los tratamientos como quedaron en campo:

Figura 7. Diseño estadístico Usado en Campo



T= Tratamiento, R= Repetición, F1= Fila 1, F2= Fila 2, F3= Fila 3.

3.7 PLAN DE ALIMENTACIÓN

De acuerdo, con la etapa productiva en la cual llegaron los animales, se siguió con lo recomendado por “rendimiento y nutrición para pollos de engorde de la línea Cobb 500”, la etapa comprendida entre los 21 y 42 días, representado en la (Tabla 2).

El alimento se suministró en tres raciones: A las 7:00 am; 12 m y a las 4:00 pm.

Este plan se llevó a cabo con una rutina en las labores que se realizan en el galpón y solo ingresó personal involucrado con el trabajo, con el fin de no causar problemas de estrés a los animales que puedan afectar los objetivos de la investigación.

3.8 PESAJE DE ANIMALES

Se realizaron 4 pesajes de los pollos, el día de recibimiento, el día 28 (inicio 100% de las dietas Experimentales), día 35 (cambio de cantidad de alimento) y día 42 (finalización del ensayo). Los Pollos fueron pesados en ayunas antes de las 7:00 am.

3.9 PESAJE DE ALIMENTO RECHAZADO

El pesaje del alimento rechazado se realizó en horas de la mañana antes de suministrar la primera comida (6:40 am), y se realizó la toma de apuntes en los registros diseñados para rechazo de alimento.

3.10 VARIABLES A EVALUAR

Las variables que se tuvieron en cuenta para el desarrollo de la presente investigación fueron:

3.10.1 Consumo de alimento. Se pesó a diario el suministro y el rechazo, es pesado a las 6:30 am. y se toma esto en cuenta para el consumo.

$$\text{Consumo de alimento} = \text{Alimento suministrado} - \text{Alimento rechazado.}$$

3.10.2 Ganancia de Peso. 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.

$$\text{Ganancia de Peso} = \text{Peso Final} - \text{Peso Inicial.}$$

3.10.3 Conversión alimenticia. La C.A. en etapa de finalización está dada por el consumo entre el día 28 y 42 y la diferencia de peso logrado en este periodo.

$$\text{Conversión alimenticia} = \text{Alimento consumido} / \text{Ganancia de peso.}$$

3.10.4 Análisis económico. Por medio de la metodología de presupuestos parciales. En este análisis para cada tratamiento y por experimento se consideraron los siguientes conceptos:

Los costos variables se calculan 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.

El 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).

El 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 (\$/Kg carne).

4. RESULTADOS

4.1 CONSUMO ALIMENTO POR POLLO

Una vez realizado el procedimiento ANOVA no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p=0,05$), para la variable consumo de alimento por pollo, lo que demuestra que los tres tratamientos T_0 , T_1 y T_2 tuvieron una adecuada adaptabilidad hacia los animales y tamaño adecuado para su óptimo consumo.

Según parece las tonalidades de los concentrados cumplen una función muy importante donde los colores verdes no difieren entre las tonalidades del amarillo que poseen los tratamientos sin Forrajes, estos resultados se pueden afirmar de acuerdo a lo investigado por (Cerón *et al.*, 2008) quienes con el objetivo de buscar opciones que mejoren la disponibilidad del pollo de engorde hacia el consumo de alimento, se realizó un ensayo, donde se evaluaron 4 tratamientos T_0 (Testigo, concentrado sin tinturar), T_1 (concentrado de color verde), T_2 (concentrado de color rojo), T_3 (concentrado de color azul), fueron utilizados 180 pollos de engorde de la línea Broiler Cobb, distribuidos mediante un diseño completamente al azar con 4 tratamientos y 3 repeticiones por tratamiento, cada unidad experimental contenía 15 animales y en un periodo de tiempo de evaluación de 35 días, quienes concluyeron que es factible utilización de colorantes en la formulación de dietas para pollos de engorde en especial el color verde, debido a que se estimula el consumo de alimento en razón a la respuesta fisiológica del animal a la presencia de tonalidades verde en su entorno.

También se le atribuye un buen consumo de una dieta al tamaño de la partícula, en nuestro caso al pellet, en donde se puede mencionar que el peletizado realizado a las dietas experimentales fue adecuado, demostrando una excelente aceptación y comodidad para ser consumidos por los animales.

Los resultados obtenidos en la presente investigación fueron similares para esta variable de Consumo a los de Franco y Jurado (2011), quienes evaluaron la digestibilidad de la Harina de Forraje de Caupí y no encontraron diferencias significativas ($Pr>F=0.05$) para la variable consumo en etapa de finalización en pollos de engorde línea Cobb 500. Se observaron resultados sobresalientes para esta variable superiores a los reportados por (Alegría y Caicedo, 2008), quienes evaluaron 3 inclusiones de harina de Forraje de Bore (*Alocasia macrorrizha*), 5%, 10% y 15%, y encontraron diferencias estadísticas significativas en donde los tratamientos experimentales presentaron mayor rechazo por los pollos.

4.2 GANANCIA DE PESO

Peso a los 28 días, inicio 100% de la Dieta experimental. Se realizó una prueba covarianza al inicio de la fase de Finalización y no existieron diferencias estadísticas

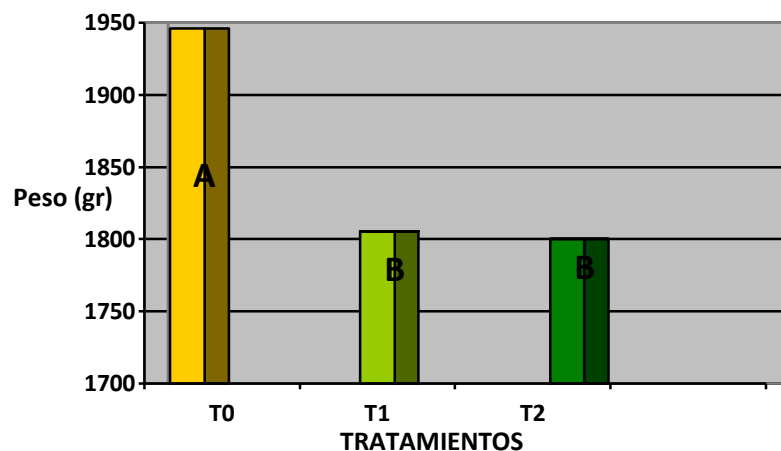
($p=0.05$) en el peso de los pollos a los 28 días, lo que garantiza igualdad de los tratamientos al inicio del ensayo.

Para esta variable se determinó un coeficiente de variación del 5,02 lo que determina que el procedimiento de distribución y alojamiento de los pollos para el ensayo fue adecuado dando como resultado la uniformidad en el ensayo.

Se puede mencionar que no existieron diferencias porque los pollos venían consumiendo concentrado comercial a voluntad, y tuvieron 3 días de adaptación a la dieta lo que demuestra que en estos días mantuvieron el mismo comportamiento y no alcanzaron a expresar los cambios progresivos de cada una de las dietas. Cabe resaltar que los pollos de los tres (3) tratamientos estuvieron por debajo del promedio para el día 28 de acuerdo a la (Tabla 2), de Consumo diario y acumulado de alimento respecto al promedio de peso por semana de vida, esto pudo haberse dado por los continuos cambios climáticos que afectan considerablemente las producciones avícolas, en especial las de pequeña escala, las cuales no poseen la tecnología suficiente para tratar de mantener condiciones adecuadas del galpón.

Peso a los 35 días, cambio en la cantidad de alimento según lo recomendado por la tabla de Suplemento de rendimiento y nutrición para pollos de engorde COBB 500, 2008, representada en la (Tabla 2). Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p=0,05$), lo que demuestra que al menos un tratamiento tuvo un comportamiento diferente. Para determinar las diferencias entre los tratamientos se aplicó la prueba de Promedios Duncan en donde se encontró la siguiente agrupación en la (Figura 8).

Figura 8. Peso del pollo a los 35 días de la Etapa



La prueba de promedios evidencia al T_0 como el de mejor comportamiento en cuanto a peso (1946,17gr), comparado con los T_1 (1805,50 gr) y T_2 (1800,17 gr). Dentro de los

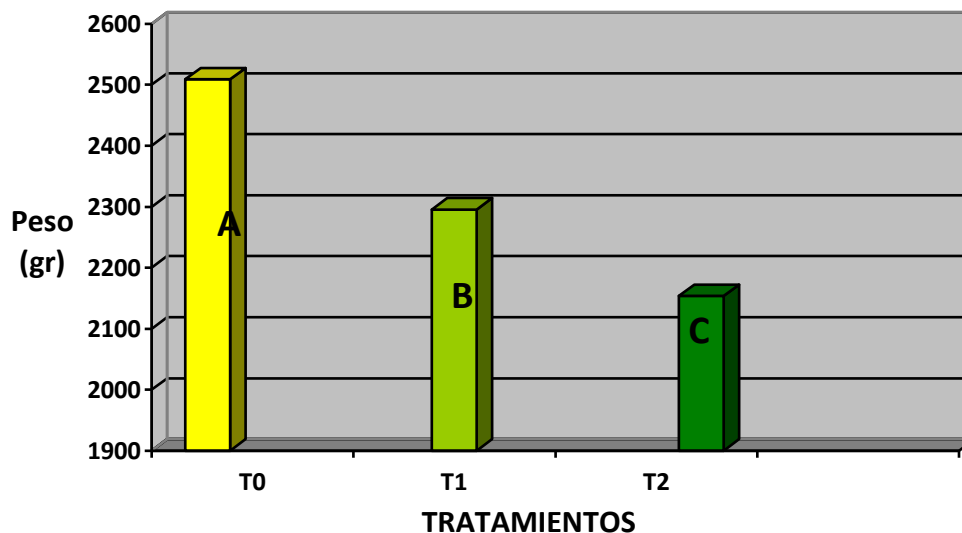
Tratamientos 1 y 2 no se encontraron diferencias estadísticas significativas lo que indica que tuvieron un comportamiento similar durante este periodo, el coeficiente de variación de 4,27 demuestra que la escogencia de la muestra para la toma de los pesos fue adecuada y uniforme.

Se podría mencionar que los cambios percibidos en los dos grupos A y B, se pudieron haber dado porque en este día ya los animales se habían alimentado 7 días con el concentrado experimental, lo que indica que lograron expresar el efecto de la Dieta. La calidad de las dietas evaluadas demuestra que las cantidades de fibra en los concentrados impide un comportamiento adecuado de la digestibilidad de la misma, impidiendo mantener un comportamiento normal, por lo tanto se evidencia en la dieta Testigo T₀, la cual es la que mejor comportamiento reporta con un porcentaje de fibra de (2,65%). Las cantidades altas de fibra en los tratamientos 1 (T₁) y 2 (T₂), las cuales fueron de 5,64% y 8,6% respectivamente, reportan un bajo peso, por lo tanto se puede evidenciar que los altos porcentajes de fibra en las dietas ocasionan una inadecuada digestibilidad, aumentan la velocidad del tránsito intestinal e impiden que se asimile el alimento, generando absorción inadecuada de nutrientes necesarios para el desarrollo normal del ave.

Peso a los 42 días, terminación de la fase. De acuerdo al procedimiento del ANOVA se encontraron diferencias estadísticas ($p=0,05$), de donde existe al menos un tratamiento diferente. La Figura 9, indica el comportamiento presentado.

Según lo expresado por la prueba de Duncan se encontró que entre el T₀ y T₁ hay una diferencia de 213 gr, y entre T₁ y T₂ se encontró una diferencia de 355,17 gr, también se expresan diferencias entre T₁ y T₂ las cuales son de 142,17 gr de peso.

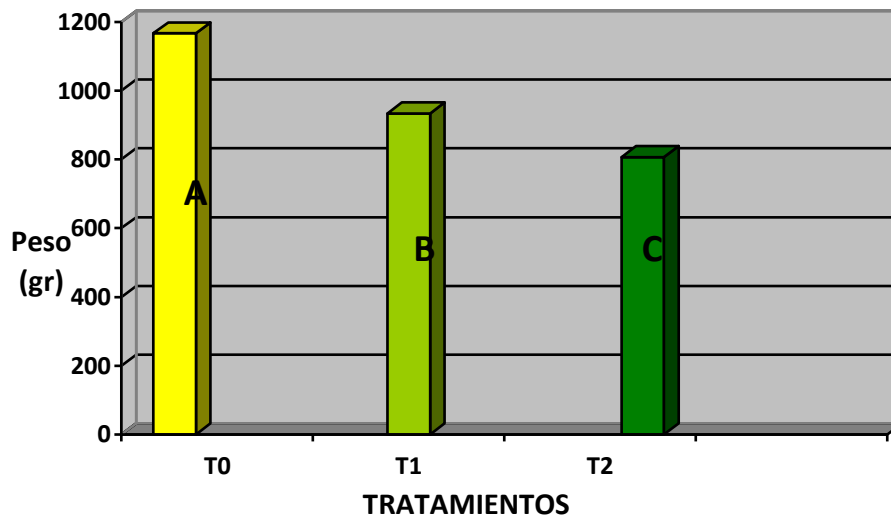
Figura 9. Peso del Pollo a los 42 días de la etapa



No se encuentran actualmente investigaciones en evaluaciones de Harina de Forraje de Caupí que hayan reportado el peso de los pollos de engorde al terminar la etapa de Finalización, sin embargo las diferencias expresadas pudieron haberse dado por el tipo de alimento y la cantidad de fibra aportada por cada tratamiento, donde existen mayores diferencias entre el T₀ el cual no contiene Proteína de Forraje de Caupí y el T₂ el cual contiene un 30% de Proteína de Forraje de Caupí con un porcentaje de fibra del 8,6%.

En estos resultados se observa que la inclusión de harina de forraje de Caupí (*Vigna unguiculata*), tiene una relación directa en cuanto al peso, lo que nos indica que a medida que aumentamos el porcentaje de inclusión los pollos van a pesar menos. Para la variable ganancia de peso se encontraron diferencias estadísticamente representativas ($p=0,05$), donde se puede encontrar al menos un tratamiento diferente. En la (Figura 10), presenciamos las diferentes agrupaciones resultado de la prueba de promedios Duncan.

Figura 10. Ganancia de Peso



De acuerdo a los resultados arrojados por la prueba de Promedios Duncan se aprecia que el T₀ ganó 233,5 gr más que el T₁ y 360,5 gr más que el T₂, en toda la etapa de finalización correspondiente entre el día 28 y el día 42.

También existe la diferencia significativa entre el T₁ y T₂ donde el T₁ ganó 127 gr más que el T₂. Se observa que el tratamiento que mejor comportamiento tubo fue el T₀ con una ganancia de peso de 1166,67 gr y el T₂ con una ganancia de 806,17 gr, como el de menor ganancia de peso.

Estas ganancias de peso se pudieron haber presentado por los niveles de fibra en las dietas donde el tratamiento menos eficiente en ganancia de peso fue el T₂, debido a que los pollos de engorde poseen un aparato digestivo que carece de un reservorio que

retenga el alimento, lo que hace que el mismo sea excretado entre 1 y 1,5 horas después de ser consumido, sin ser aprovechado en su totalidad, por lo tanto se hace necesario la utilización de alimentos de fácil digestibilidad y con un bajo contenido de fibra (Buxade, 1995, citado por Cáceres *et al*, 2006).

La ganancia de peso es una metodología excelente para medir la biodisponibilidad de nutrientes, debido a que las respuestas para una buena ganancia de peso, es necesario que los componentes de la dieta sean digeridos, absorbidos y utilizados para las funciones de mantenimiento, crecimiento y/o producción (Fernández, sf.; citado por Alegría y Caicedo, 2008). Por lo tanto la diferencia presentada entre el tratamiento testigo T_0 , y los tratamientos T_1 y T_2 , fue ocasionada posiblemente a una mayor digestibilidad en el concentrado formulado no comercial (T_0). Esto se debe a que los niveles de 8,7% y 17,3% de inclusión de harina de forraje de caupí (*Vigna unguiculata*), mantuvieron los niveles más altos de fibra en comparación con el T_0 , y por consiguiente impidieron reflejar el máximo potencial de los animales sometidos a estos tratamientos.

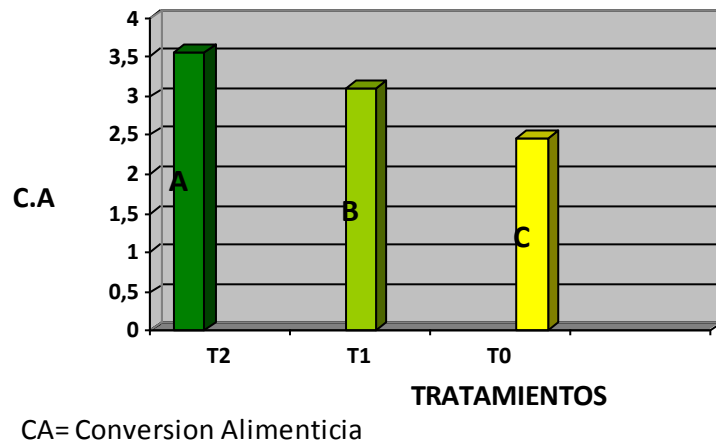
En los resultados obtenidos se observa que a medida que se aumenta el porcentaje de inclusión de harina de forraje de Caupí, el parámetro productivo ganancia de peso se ve afectado. Estos resultados son similares a lo reportado por (Casamachin *et al.*, 2007), quienes evaluaron tres niveles de inclusión en Morera (*Morus alba*), en alimento para pollos de engorde usando niveles de inclusión de 5, 10 y 15% de harina de hojas de Morera, obteniendo como resultado que en la medida que se incrementan los niveles de inclusión en la dieta, disminuye los parámetros productivos, con una ganancia de peso de (1187gr) para el T_0 y el T_3 con una ganancia de (606 gr), como el resultado más bajo para esta variable. Se puede evidenciar que el comportamiento de la ganancia de peso en etapa de finalización, con la inclusión de un 30% de reemplazo de la proteína que aporta la soya por proteína de harina de forraje de Caupí, es mayor a la obtenida en Morera.

Los resultados obtenidos para la variable ganancia de peso a pesar de haber tenido diferencias estadísticamente significativas ($Pr>F=0.05$) donde el T_0 (1166,67 g), T_1 (933,17g), y T_2 (806,17g), son superiores a los obtenidos por (Franco y Jurado, 2011), quienes evaluaron una inclusión del 20% de Harina de Forraje de Caupí, con el fin de determinar la digestibilidad “in vivo” de este forraje, en donde no encontraron diferencias significativas ($Pr>F=0.05$), para ésta variable, entre T_0 (883,17g) y T_1 (764,27g), se evidencia que el T_0 de la presente investigación es superior en 283.5 g respecto al T_0 de los autores citados, también encontramos superioridad entre el T_1 y T_2 , frente al tratamiento T_1 de los autores citados, con 168,9g y 41,9 g respectivamente.

4.3 CONVERSION ALIMENTICIA

Esta variable presentó resultados con diferencias significativas ($p=0,05$), donde establece que al menos uno de los tratamientos es diferente. La prueba de promedios demuestra que el T_0 tuvo el mejor comportamiento productivo (2,45) comparado con el T_2 (3,55) como el más bajo para esta variable en esta etapa de Finalización.

Figura 11. Conversión Alimenticia



Según la Figura 11, los animales ubicados en el T₀ obtuvieron una mejor conversión alimenticia en donde utilizaron 2,45 kilos de alimento para convertir un kg de carne, el grupo de los T₁ utilizaron 0,65 kg más de alimento para convertirlo en 1 kg de carne, y el T₂ utilizó 0,45 kg más de alimento que el T₁ y 1,1 kg más de alimento que el T₀.

Estas conversiones se pudieron haber dado porque son dietas no convencionales donde las conversiones son más altas, en especial la dieta del T₂ la cual fue la que mayor cantidad de Harina de Follaje de Caupí se utilizó (35,3kg), se podría mencionar que los animales con mayor cantidad de fibra en las dietas necesitan mayor consumo para poder cumplir sus requerimientos nutricionales ya que la fibra aumenta la velocidad de tránsito en los intestinos impidiendo la absorción adecuada y necesaria. La fibra en las dietas debido a sus contenidos de lignina impide la digestibilidad adecuada de los nutrientes, ocasionando un menor rendimiento productivo en las aves las cuales tienen que utilizar mayor cantidad de alimento para poder convertirla en carne. La lignina es un componente secundario de la fibra que rara vez excede en 20% de las paredes celulares pero su presencia tiene importantes repercusiones sobre la fisiología digestiva del ave. Debido a su naturaleza insoluble actúa como cementante de la pared celular, aumentando las conexiones entre las microfibras de la celulosa y hemicelulosa. En consecuencia, la presencia de lignina estabiliza la estructura macromolecular de la fibra, aumenta su resistencia física a la rotura y reduce su solubilidad (Mateos *et al.*, 2006).

Los resultados obtenidos son iguales para el T₀ (2,4), e inferiores para las dos dietas experimentales con 15% y 30% de reemplazo de la proteína que aporta la torta de Soya por proteína de harina de Forraje de Caupí a los reportados por (Franco y Jurado, 2011), quienes encontraron una conversión alimenticia del T₁ con una inclusión del 20% de harina de Forraje de Caupí de 2,85, haciendo la relación los tratamientos de la presente investigación son superiores donde el T₁ necesita 0,24 kg más para convertir un Kg de Carne y el T₂ necesita 0.7 kg más, con respecto a lo evaluado por los autores citados.

Alegría y Caicedo (2008), en una evaluación de tres dietas de Harina de Forraje de Bore (*Alocasia macrorrhiza*) en pollos de engorde, con inclusiones de 5%,10% y 15% reportan conversiones alimenticias en la etapa de finalización de 2.4, 2.56, 2.78 respectivamente.

4.4 MORTALIDAD

De 180 pollos se murieron cuatro (4) pollos antes del día 28, día de inicio de la investigación, expresados de la siguiente manera, dos (2) pollos del Tratamiento T₀, uno (1) del tratamiento T₁ y uno (1) del tratamiento T₂.

La mortalidad en la etapa de finalización para cada tratamiento fue la siguiente: para el T₀ fue de cinco (5) pollos equivalente al (8,8%), para el T₁ tres (3) pollos (5,1%), y para el T₂ uno (1) pollo igual al (1,7%). Ello debido a patologías encontradas en el ensayo que presuntamente fueron Ascitis y Coccidiosis según sintomatología, causando mayores pérdidas por mortalidad la Ascitis.

Se puede mencionar que los tratamientos experimentales no influyeron en la mortalidad presentada en el desarrollo de la presente investigación, debido a que la mayoría de las muertes se presentaron en el tratamiento testigo T₀ con un porcentaje de 8,8%, por las patologías mencionadas.

La mayoría de las muertes se dieron por causa de la Ascitis (84,6%), y en menor cantidad por Coccidiosis (15,4%).

La mortalidad general fue de trece (13) pollos muertos equivalente a (7,2%). Donde se concluye que las condiciones de desinfección deben ser rigurosamente estrictas y realizarse de la mejor manera posible y que el monitoreo diario es muy importante para poder detectar falencias en las producciones y realizar los tratamientos de control de la enfermedad adecuadamente.

4.5 ANÁLISIS ECONÓMICO

Para el análisis económico se utilizó la metodología de presupuestos parciales que permite contrastar al tratamiento testigo con los demás tratamientos y determinar su viabilidad en términos económicos. En el análisis de presupuesto parcial, no se constituyen todos los costos e ingresos de la producción, sino aquellos cuyos valores varían en las diferentes alternativas en prueba (López, 2002).

4.5.1 Costos Variables. Con la inclusión de harina de forraje de caupí (*Vigna unguiculata*) en las dietas experimentales se observa que a mayor porcentaje de inclusión

es menor el costo de alimentación. Observándose con el 15% de reemplazo de proteína que aporta la torta de soya por proteína aportada por harina de forraje caupí una reducción de costo de un 3.98% contra el T₀ y con el reemplazo de 30% de proteína que aporta la torta de soya por proteína de harina de forraje de caupí un 4.18% en el costo de la alimentación. Los costos de las dietas experimentales disminuyen por la inclusión de harina de forraje de caupí, por ser un forraje adaptado a las condiciones de la meseta de Popayán, sus costos de implementación se reducen notablemente por la poca dependencia de insumos comerciales (Tabla 8).

Tabla 8. Costos Variables

Ítem	Vr. (\$/Kg) Finalización	Total Costo (\$)	Reducción de Costo (%)
T ₀	1.237	193.421	0
T ₁	1.124	185.324	3.98
T ₂	1.112	185.708	4.18

4.5.2 Beneficio Bruto de Campo. Se encontraron diferencias en la producción de carne entre T₀ (testigo) con un 0.33% de diferencia en contra respecto al T₁. El tratamiento T₂ se nota la diferencia respecto al T₀, con una disminución en la producción de carne del 4.25%, por lo tanto el tratamiento 1 obtuvo un beneficio bruto de campo mayor con relación al testigo (T₀) (Tabla 9). Se puede mencionar que el comportamiento presentado se pudo haber dado por la mortalidad que se presentó en las unidades experimentales del tratamiento 0.

Tabla 9. Beneficio Bruto de Campo

Ítem	Total kg de carne	Precio (\$/kg)	Beneficio Bruto de Campo (\$)	Diferencia (%)
T ₀	130.45	4.000	521.800	0
T ₁	130.88	4.000	523.520	-0.33
T ₂	124.90	4.000	499.600	4.25

4.5.3 Beneficio Neto de Campo. En el balance final, se observó que el T₁ es 3% más eficiente con respecto al T₀, presentándose el T₂ como el que menor rendimiento obtuvo respecto al T₀. Esto nos indica que al utilizar un 15% de reemplazo de la proteína que aporta la torta de soya por proteína de harina de forraje de caupí en alimentación para pollos de engorde, representa una ganancia de peso adecuada y su costo-beneficio es mayor con respecto a los tratamientos 0 y 2, lo que indica que el 15% de reemplazo de proteína que aporta la torta de soya por proteína de harina de forraje de caupí para pollos de engorde aporta los nutrientes necesarios para la producción (Tabla 10).

Para determinar con mayor precisión la potencialidad de la utilización de harina de forraje de caupí en alimentación de pollos de engorde en etapa de finalización, se hizo necesario aclarar los costos de producción por kilogramo de carne de acuerdo a las conversiones

alimenticias presentadas desde el día 28 hasta el día 42, debido a que en el beneficio neto por motivos de mayor mortalidad en el T₀ por patologías presentó menor rendimiento, por lo tanto es necesario presentar datos más específicos (Tabla 11).

Tabla 10. Beneficio Neto de Campo

Ítem	B.B.C (\$)	C.V (\$)	B.N.C (\$)	Porcentaje (%)
T ₀	521.800	193.421	328.379	100
T ₁	523.520	185.324	338.196	103
T ₂	499.600	185.708	313.892	95.5

Tabla 11. 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	\$ 1.237	2,4	\$ 2.968
T ₁	\$ 1.124	3,1	\$ 3.484
T ₂	\$ 1.112	3,5	\$ 3.892

De acuerdo a los valores en pesos, podemos observar 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 obtenidas en el ensayo, donde el costo más elevado de producir un kilogramo de carne es el del T₂, a pesar de tener un valor más bajo por kilogramo de la dieta.

5. CONCLUSIONES

Las variables productivas en pollos de engorde en etapa de finalización se afectaron con los niveles de 15% y 30% de reemplazo de la proteína que aporta la torta de soya por la proveniente de harina de forraje de caupí (*Vigna unguiculata*), a pesar de obtener un excelente consumo los niveles altos en fibra impidieron el desarrollo óptimo de los pollos sometidos a la evaluación de los concentrados experimentales.

Los reemplazos del 15% y 30% de la proteína que aporta la torta de soya por la proveniente de harina de forraje de caupí (*Vigna unguiculata*), afectaron la conversión alimenticia comparada con los pollos alimentados sin forraje, de donde se obtuvo para la dieta control mayor ganancia de peso y menor en la dieta experimental, comparado con las tablas de rendimiento productivo de la línea Cobb 500, para pollos de engorde en la etapa de finalización (día 28 al 42).

La Harina de Forraje de Caupí, posee una excelente aceptación en cuanto a consumo por parte de los pollos de engorde en etapa de finalización, lo que permite concluir que éste forraje podría ser una fuente potencial importante para la alimentación alternativa de los pollos de engorde.

De acuerdo a los datos obtenidos, no se podría implementar las inclusiones evaluadas en dietas para pollos de engorde en etapa de finalización, debido a que afectarían los parámetros productivos y aumentaría los costos de producción por kilogramo de carne.

Los concentrados a base de forrajes, en especial los de Caupí (*Vigna unguiculata*), son sin duda alguna fuente importante para reducir los costos de producción en cuanto al uso de materias primas externas, pero no todos dan óptimos resultados sin que afecten los parámetros productivos.

6. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede recomendar lo siguiente:

Se recomienda la realización de investigaciones más específicas con menores inclusiones de Forraje de Caupí *Vigna unguiculata*, con el fin de determinar mejores parámetros productivos, en donde se pueda utilizar sin duda alguna éste forraje como alternativa para la alimentación de pollos de engorde en etapa de finalización.

Realizar investigaciones en las cuales permitan determinar el desarrollo del tracto gastro intestinal, con el fin de determinar a qué etapa la fibra permite mayores o menores inclusiones, para así implementar inclusiones en etapas más precisas.

Emplear métodos alternativos que permitan determinar con mayor exactitud la calidad del alimento suministrado después del secado.

En futuras investigaciones, se recomienda usar forrajes que no estén mucho tiempo almacenado, ya que podrían perder sus valores nutricionales.

Se recomienda la utilización de Forrajes en especial de *Vigna unguiculata* con el fin de mejorar el sabor de la canal.

Se recomienda la utilización del 15% de reemplazo de la proteína que aporta la torta de soya por proteína de harina de forraje de caupí para disminuir insumos externos en las dietas para pollos de engorde en etapa de finalización.

BIBLIOGRAFÍA

ALEGRIA FERNÁNDEZ, Gustavo Adolfo y CAICEDO GARCÉS, Alex Fernando. 2008. Evaluación de tres dietas a base de harina de hoja de bore (*Alocasia macrorrhiza*) en pollos de engorde. Trabajo de grado. Ingeniero Agropecuario. Popayán Cauca. Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Ciencias Agropecuarias.

BELMAR, C.R. 1998. Recursos no convencionales en la alimentación de animales no rumiantes. En: Metodologías de investigación pecuaria en sistemas de producción de pequeños productores. Centro de Investigación Agrícola Tropical. Santa Cruz, Bolivia. 51-67 p.

BERNAL, LC y GUERRERO, JE. 2005. Evaluación de dietas alternativas a partir de harina de Colocasia esculenta, Xanthosoma sagittifolium, Alocasia macrorrhiza y Artocarpus altilis para engorde de pollos. En Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias Vol. 18:4. Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico.

BERNAL, LC, GIRALDO, AM. 2005. Evaluación de dietas con algunos recursos alimenticios locales para pollos de engorde en el departamento del Chocó. En Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias Vol. 18:4. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico.

CABEZAS, Ronald, HERRERA, Magdalena y BARCIA, María. 2009. Alimentación de Gallinas de Campo Mestizas con Harina de Morera, Matarratón y Guandul. Unidad de Investigación Científica y Tecnológica. Universidad Estatal Técnica de Quevedo Ecuador.

CÁCERES, J.; CEDEÑO, J.; TAYLOR, R.; OKUMOTO, S. 2006. Elaboración y evaluación de una Ración Alimentaria para Pollos de Engorde en un Sistema Bajo Pastoreo con Insumos del Trópico Húmedo. Universidad EARTH. Las Mercedes de Guácimo, Limón, Costa Rica. EN: Tierra Tropical, 2006.

CARVAJAL TAPIA, Juliana Isabel. 2010. Digestibilidad in vitro prececal y cecal de plantas forrajeras tropicales para la nutrición en cerdos. Tesis de Grado magister en Ciencias Agrarias. Palmira Valle. Universidad Nacional de Colombia.

CASAMACHIN F, Mary L; ORTIZ Diego y LÓPEZ Fredy. 2007. Evaluación de tres niveles de inclusión de morera (*Morus alba*) en alimento para pollos de engorde. Trabajo de grado Agrozootecnista. Popayán Cauca. Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Ciencias Agropecuarias.

CASTALDO, M. 1997. Afinación de los alimentos para aves. Rev. Industria Avícola. 26-33.

CERON F, Lorena; GUACA C, Tania; VIVAS Q, Nelson J. 2008. Efecto del Color del Alimento Sobre el Consumo en Pollos. Trabajo de Investigación. Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agropecuarias.

COBB. 2008. Guía de manejo del pollo de engorde [en línea]. Citada 12 febrero de 2010. Disponible en internet: <URL: <http://www.cobb-vantress.com>>.

CUCA, M. E.; ÁVILA, E.G. y PRO, M. 1996. Alimentación de las aves. Universidad de Chapingo. Montecillo, México.

ELÍAS, A. 1997. Avances y perspectivas en la transformación de residuales orgánicos en alimentos. Encuentro sobre animales monogástricos. ICA julio del 8-11 La Habana 217-218.

FENAVI-FONAV. 2010. Colombianos Consumen más Pollo y Huevos. Noticias Nacionales e Internacionales [en línea]. Bogotá. Colombia. Disponible en internet en: <http://www.fenavi.org/fenavi/noticias.php?not=2096>

FRANCO Isabel y JURADO Jhon. 2011. Evaluación de la Digestibilidad de la Harina de Forraje de Caupí (*Vigna unguiculata*) en la Etapa de Finalización de Pollos de Engorde. Trabajo de Investigación. Universidad del Cauca. Popayán, Colombia.

JOVER, P.L. 2006. Poroto Caupí [en línea] Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). EEA Colonia Benítez (Chaco). Citado 4 de junio de 2010. Disponible en internet: <http://www.inta.gov.ar/benitez/info/documentos/horti/art/horti10.htm>.

LEESON, S.; SUMMERS, J. y DÍAZ, G. 2000. Nutrición Aviar Comercial. Santafé de Bogotá. 113-120p.

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

MANN H. y AGUIRRE V. 2002. En: Conferencia, Avances en el mejoramiento de la producción avícola. Memorias XI Congreso venezolano de producción e industria animal. Valera 22 al 26 de octubre. ULA – Trujillo.

MARTINEZ, M.; SAVÓN, L.; RODRÍGUEZ, S.; ORAMAS, A.; RODRÍGUEZ, R. y DOMINGUEZ, M. 2007. Inclusión de follaje (*Stizolobium niveum*) en las raciones para pollos de engorde. Trabajo de investigación. La Habana Cuba. Instituto Nacional de Ciencia Animal.

MATEOS, G.G; LAZARO, R; GONZÁLES, J.M. y JIMÉNEZ, E. 2006. Efectos de la Fibra Dietética en Piensos de Iniciación para Pollitos y Lechones [en línea]. Departamento de Producción Animal. Universidad Politécnica de Madrid. Disponible en internet: http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/06CAP_III.pdf

MORA SORIANO, José Daniel. s.f. La Producción Avícola en Colombia. Connotaciones. Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

PAASCH MARTÍNEZ, Leopoldo. s.f. Desarrollo de Algunas Investigaciones sobre el Síndrome Ascítico en México. Departamento de Producción Animal Aves. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. C. Universitaria, México, 04510, DF.

PETERS, M; FRANCO, L.H; SCHMIDT, A. e HINCAPIÉ, B. 2003. Especies Forrajeras Multipropósito: Opciones para Productores de Centroamérica., Cali: CIAT.

REBOLLAR S, M.E. 2002. Evaluación de indicadores productivos en pollos de engorda al incluir maíz y pasta de soya extruidos y malta de cebada. Universidad de Colima. Colima, México.

ROSTAGNO, H. S.; PÁEZ, L. E.; TOLEDO, S. y ALBINO, L.F.T. 2000. Dietas vegetales para pollos de engorde de alta productividad. Universidad Federal de Viçosa. Brasil.

SCHLECHT, E.; MAHLER, F.; SANGARÉ, M.; SUSENBETH, A. y BECKER, K. 1995. Quantitative and qualitative estimation of nutrient intake and fecal excretion of Zebu cattle grazing natural pasture in semiarid Mali. En: Powell, J.M., Fernández-Rivera, S., Williams, T.O. and Renard, C. (eds) Livestock and sustainable nutrient cycling in mixed farming systems of sub-Saharan, Africa. 85-97 p.

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

STURKIE. D.P. 1981. Digestión aviar. Fisiología de los animales domésticos. Dukes, H.H. y Swenson, M., J. (Eds.), L. Ed. Aguilar. México: D.F. 663-677p.

TAVERNARI, F., SALGUERO, S., ALBINO, L.F.T. y ROSTAGNO, H. S. 2008. Nutrición, patología y fisiología digestiva en pollos: Aspectos prácticos. En: XXIII Curso de especialización FEDNA. Madrid, España. 23 al 24 de octubre de 2008.

TROMPIZ, J; VENTURA, M.; ESPARZA, D.; ALVARADO, E.; BETANCOURT, E.; PADRÓN, I. 2002. Evaluación de la sustitución parcial del alimento balanceado por harina de grano de frijol (*Vigna unguiculata*) en la alimentación de pollos de engorde. En: Revista Científica. Vol. XII-Suplemento 2, 478-480p.

ANEXOS

ANEXO A. ANÁLISIS DE VARIANZA

Variable	Fuente	GL	Suma de cuadrados	de Cuadrado la media	de F-Valor	Pr> F
Peso a los 28 días (p28)	Modelo	2	1327.444	663.722	0.14	0.8668
	Error	15	68974.833	4598.322		
	Total	17	70302.277			
Peso a los 35 días (p35)	Modelo	2	82263.111	41131.555	6.58	0.0089
	Error	15	93763.166	6250.877		
	Total	17	176026.277			
Peso a los 42 días (p42)	Modelo	2	383447.444	191723.722	20.64	<.0001
	Error	15	139362.166	9290.811		
	Total	17	522809.611			
Consumo Pollo	Modelo	2	1735.111	867.555	0.61	0.554
	Error	15	21182.000	1412.133		
	Total	17	22917.111			
Ganancia de Peso	Modelo	2	401223.000	200611.500	25.64	<.0001
	Error	15	117365.000	7824.333		
	Total	17	518588.000			
Conversión Alimenticia	Modelo	2	3.703	1.851	28.54	<.0001
	Error	15	0.973	0.064		
	Total	17	4.676			

ANEXO B. REGISTRO DE TEMPERATURAS

Fecha	T° máxima	T° mínima
09/07/2011	27	20
10/07/2011	29	19
11/07/2011	28	19
12/07/2011	27	20
13/07/2011	29	20
14/07/2011	29	20
15/07/2011	28	21
16/07/2011	29	21
17/07/2011	29	21
18/07/2011	28	21
19/07/2011	31	18
20/07/2011	29	21
21/07/2011	30	20
22/07/2011	30	21
23/07/2011	29	22
24/07/2011	31	21
25/07/2011	30	21
26/07/2011	27	20
27/07/2011	28	21
28/07/2011	25	21
29/07/2011	25	20
30/07/2011	24	20

ANEXO C. DATOS DE CAMPO

Trata-Miento	Repe-ticion	Peso Día 21 (g)	Peso Día 28 (g)	Peso Día 35 (g)	Peso Día 42 (g)	Consumo promedio Finalización (g)	Ganancia Peso Promedio Finalización (g)	C.A
0	1	819,2	1313,6	1839,8	2370,0	2721,6	1056,4	2,6
0	2	889,2	1385,0	2029,0	2581,0	2866,3	1196,0	2,4
0	3	790,4	1175,8	1883,4	2443,2	2858,1	1267,4	2,3
0	4	847,0	1388,8	1978,4	2463,0	2880,0	1074,2	2,7
0	5	880,2	1348,8	1992,0	2635,0	2868,9	1286,2	2,2
0	6	990,2	1439,0	1954,6	2559,8	2870,7	1120,8	2,6
1	1	870,4	1410,0	1856,0	2468,4	2865,9	1058,4	2,7
1	2	872,4	1403,4	1824,0	2218,0	2861,1	814,6	3,5
1	3	837,0	1274,0	1860,4	2342,0	2869,1	1068,0	2,7
1	4	834,8	1298,0	1732,2	2161,0	2869,4	863,0	3,3
1	5	901,2	1437,2	1722,2	2364,6	2877,2	927,4	3,1
1	6	892,2	1351,6	1838,6	2220,0	2868,2	868,4	3,3
2	1	866,0	1324,8	1751,2	2075,0	2855,9	750,2	3,8
2	2	899,8	1308,2	1704,6	2158,2	2883,9	850,0	3,4
2	3	901,6	1331,6	1750,4	2117,0	2864,5	785,4	3,6
2	4	1048,2	1400,6	1935,0	2277,2	2866,0	876,6	3,3
2	5	861,0	1366,8	1742,8	2130,8	2862,3	764,0	3,7
2	6	855,8	1351,6	1917,2	2163,0	2813,2	811,4	3,5