

EVALUACION DE LA INCLUSION DE CAUPÍ (*Vigna unguiculata*) EN LA
ALIMENTACION DE POLLOS DE ENGORDE

JAIME ANDRES ACOSTA CIFUENTES
CHRISTIAN JAVIER QUIÑONES



UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, CAUCA
PROGRAMA DE INGENIERIA AGROPECUARIA
POPAYAN
2008

EVALUACION DE LA INCLUSION DE CAUPÍ (*Vigna unguiculata*) EN LA
ALIMENTACION DE POLLOS DE ENGORDE

JAIME ANDRES ACOSTA CIFUENTES
CHRISTIAN JAVIER QUIÑONES

Trabajo de grado en modalidad de investigación presentado para optar al título de
INGENIERO AGROPECUARIO

Director:

Nelson Vivas Quila zoot, m.sc.

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, CAUCA
PROGRAMA DE INGENIERIA AGROPECUARIA
POPAYAN
2008

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Popayán (04, 06,2008)

*A Dios, a nuestros padres y madres y a todas
Las Personas que de alguna forma contribuyeron
En la Creación y ejecución de este trabajo tan
Importante en nuestra formación profesional y personal.*

AGRADECIMIENTOS

Programa de forrajes – CIAT

Dr. Michael Peters, Ing. Luís Horacio Franco e Ing. Belisario Hincapié

Por el apoyo técnico y financiero prestado para la realización de este trabajo de grado.

Nelson Vivas Quila; director del trabajo de grado; por su apoyo, dedicación y paciencia mostrada durante el desarrollo de este logro.

Fredy Javier Lopez, por la atención y las sugerencias hechas al trabajo.

A todas las personas que colaboraron en la consecución de este objetivo de manera ecuánime y desinteresada.

CONTENIDO

	Pág
INTRODUCCION	1
1. MARCO CONCEPTUAL	3
1.1 GENERALIDADES POLLOS DE ENGORDE	3
1.1.1 Manejo Del Pollo	3
1.1.1.1 Condiciones Ambientales	4
1.1.1.2 Genética	4
1.1.1.3 Consumo De Agua	4
1.1.1.4 Nutrición	4
1.1.1.5 Manejo	6
1.2 CAUPI (<i>Vigna unguiculata</i>)	6
1.2.1 Taxonomía	6
1.2.2 Descripción	7
1.2.3 Distribución	8
1.2.4 Ecología	8
1.2.5 Desarrollo Reproductivo	9
1.2.6 Manejo	9
1.2.7 Producción	9
1.2.8 Plagas Y Enfermedades	10
1.2.9 Composición Nutricional	10
1.2.10 Componentes Antinutricionales	12
1.3 ANTECEDENTES DE USO CAUPI	14
2. MATERIALES Y METODOS	16
2.1 LOCALIZACION	16

2.2 INSTALACIONES Y EQUIPOS	16
2.3 MATERIAL EXPERIMENTAL	17
2.3.1 animales experimentales	17
2.3.2 concentrado experimental	17
2.3.3 equipos e Insumos	17
2.4 PROCEDIMIENTO	18
2.4.1 siembra de caupi	18
2.4.2 adecuación del galpón	18
2.4.3 etapas evaluadas	18
2.4.4 preparación del concentrado	18
2.4.5 recibimiento De Los Pollos	19
2.4.6 labores Semanales	20
2.5 VARIABLES EVALUADAS	20
2.6 DISEÑO EXPERIMENTAL	21
2.7 ANALISIS ECONOMICO	21
3 RESULTADOS Y DISCUSION	22
3.1 CONSUMO DE ALIMENTO	22
3.1.1 Consumo De Alimento Etapa Iniciación	22
3.1.2 Consumo De Alimento Etapa Finalización	24
3.1.3 Consumo De Alimento Total	26
3.2 GANANCIA DE PESO	28

3.2.1 Ganancia De Peso Para Iniciación	28
3.2.2 Ganancia De Peso Para Finalización	30
3.2.3 Ganancia De Peso Total	30
3.3 CONVERSION ALIMENTICIA	32
3.3.1 Conversión Alimenticia Etapa Iniciación	32
3.3.2 Conversión Alimenticia Etapa Finalización	34
3.3.3 Conversión Alimenticia Total	35
3.4 MORTALIDAD	37
3.5 ANALISIS ECONOMICO	41
4 CONCLUSIONES	43
5 RECOMENDACIONES	44
BIBLIOGRAFIA	45

LISTA DE TABLAS

	Pág
Tabla 1. Requerimientos nutricionales del pollo	5
Tabla 2. Consumo de alimento por semana	5
Tabla 3. Composición y producción de biomasa de caupi	11
Tabla 4. Porcentaje de materia seca en grano de caupi	11
Tabla 5. Contenido de taninos e inhibidores de tripsina	12
Tabla 6. Valores de actividad antitripsica de granos	12
Tabla 7. Condiciones ambientales de Santander de Quilichao	16
Tabla 8. Condiciones ambientales de Timbio	16
Tabla 9. Materias primas	18
Tabla 10. Consumo de concentrado real sin el rechazo por semana en gramos	22
Tabla 11. Análisis de varianza para consumo en iniciación	22
Tabla 12. Prueba de Duncan para consumo en iniciación	22
Tabla 13 Análisis de varianza para consumo en finalización	23

Tabla 14 Prueba de Duncan para consumo en finalización	25
Tabla 15. Análisis de varianza para consumo total	25
Tabla 16. Prueba de Duncan para consumo total	26
Tabla 17. Análisis de varianza para ganancia de peso en Iniciación	26
Tabla 18. Análisis de varianza para ganancia de peso en finalización	29
Tabla 19. Análisis de varianza para ganancia de peso total	30
Tabla 20. Análisis de varianza para la conversión alimenticia en iniciación	33
Tabla 21. Análisis de varianza para conversión alimenticia en finalización	34
Tabla 22. Análisis de varianza para conversión alimenticia acumulada	35
Tabla 23. Prueba de Duncan para conversión alimenticia acumulada	35
Tabla 24. Mortalidad	36
Tabla 25. Costo de producción de un Kg de peso vivo en el ensayo	39

LISTA DE FIGURAS

	Pág
Figura 1: Flujograma de preparación de concentrado	19
Figura 2: Consumo de alimento de dietas con caupi	23
Figura 3: Ganancia de peso en iniciación y finalización	28
Figura 4: Conversión alimenticia en iniciación	32
Figura 5: Conversión alimenticia en finalización	33
Figura 6: Conversión alimenticia acumulada	34

ABSTRACT

The objectives of this study were to evaluate the effect of including 4 dietary levels (0, 15, 25 and 35%) of cowpea grain meal (*Vigna unguiculata*)(CGM) on productive parameters such as weight gain (WG), feed intake (FI) and feed conversion (FC). One hundred and sixty male one day old chicks with on average weight of 37.9g were randomly allocated into 4 groups (T1= feed no CGM, T2= feed with 15% CGM, T3= feed with 25% CGM and T4= feed with 35% CGM). Each group included 4 repetitions. A completely randomized design was used.

There was no difference ($Pr>F=0,05$) among treatments in average total weight gain (T1: 1288g, T2: 1308g, T3: 1093g y T4: 1221g).

There was difference ($Pr>F=0,05$) among treatments in feed intake. T4, T1 y T3 had better feed eating (T4: 2996g, T1: 3044g y T3: 3165g)

There was no difference ($Pr>F=0,05$) among treatments in feed conversion but it is made the DUNCAN test and the results was in 2 groups (T2: 2.06, T1: 2.39 y T4: 2.51) y (T1: 2.39, T4: 2.51 y T3: 2.95). T2 is the better between the treatments.

The economic analysis had one results. The cost of gain 1 Kilo of each treatment (T1: \$2626, T2: \$2181, T3: \$2869, T4: \$2325). T2 is the better between the treatments.

RESUMEN

Con la finalidad de evaluar el efecto de cuatro niveles de inclusión de harina de frijól caupi (*Vigna unguiculata*) en un concentrado para la alimentación de pollos de engorde, se utilizaron 160 pollos machos de la línea Ross de un día de nacidos, con un peso promedio inicial de 37.9g, por un periodo de cuatro semanas durante la etapa de iniciación y dos semanas mas para la etapa de finalización. Se evaluaron cuatro tratamientos: T1: 0% de inclusión de harina de frijól caupi (HFC), T2: 15% de inclusión de HFC, T3: 25% de inclusión de HFC y T4: 35% de inclusión de HFC. Las variables estudiadas fueron: Consumo Total (CT) Ganancia de peso (GP), Conversión Alimenticia (CA) y se hizo un análisis económico de todos los tratamientos. El diseño estadístico que se empleo fue un completamente al azar.

El análisis de varianza detecto diferencias estadísticas ($Pr > F = 0,05$) entre los tratamientos para la variable consumo de alimento (CT) al realizar la prueba de Duncan se encontraron dos grupos de similaridad: (T2: 2659g) y (T4: 2996g, T1: 3044g y T3: 3165g); lo que sugiere que los porcentajes de inclusión T4 y T3 mejoran el consumo de alimento. El análisis de varianza no detecto diferencias

estadísticas ($Pr>F=0,05$) entre los tratamientos para la variable ganancia de peso (GP): (T1: 1288g, T2: 1308g, T3: 1093g y T4: 1221g). El análisis de varianza no detecto diferencias estadísticas ($Pr>F=0,05$) entre los tratamientos para la variable conversión alimenticia (CA) pero al estar muy cerca al rango de significancia se hizo la prueba de Duncan la cual arrojó dos grupos de similitud: (T2: 2.06, T1: 2.39 y T4: 2.51) y (T1: 2.39, T4: 2.51 y T3: 2.95). Estos resultados permiten recomendar el T2 por ser el menor valor de CA.

El análisis económico realizado corresponde a una relación teniendo en cuenta el costo de incrementar en un Kg. el peso vivo del animal para esto los resultados son: T1: \$2626, T2: \$2181, T3: \$2869, T4: \$2325. Estos valores permiten recomendar el tratamiento de 15% de inclusión de caupi en la alimentación de pollos de engorde por tener el menor costo.

INTRODUCCION

En diferentes eventos internacionales se ha hecho referencia al problema que deben enfrentar los productores avícolas en relación con los granos, porque deben aprender a producir acorde a fluctuaciones en el mercado mundial de los mismos, más aun cuando se ve la problemática de la utilización de materias primas como el maíz y el trigo. En la producción de alcohol carburante, otro factor tan importante como los altos precios es, por supuesto, la demanda.

El sector avícola es un alto consumidor de granos y cereales porque en ellos basan su sistema de alimentación, lo que convierte a los países tropicales y subtropicales, no productores de granos, en dependientes de las importaciones, la empresa avícola tiene el 70 % de los costos de producción en productos de origen extranjero.[1]

En las últimas décadas se ha avanzado en la búsqueda de un modelo de agricultura que contribuya con la sostenibilidad de las producciones de animales monogástricos y que a la vez puedan ser aprovechados por diferentes niveles productivos, desde la producción familiar hasta la intensiva de las grandes empresas.

Hasta el momento todo alimento y materia prima alternativa respecto a las tradicionales enfrenta la desventaja de que su incorporación en las formulaciones conlleva al incremento de otro de los ingredientes convencionales empleados y esto resulta una dificultad cuando en el mercado internacional se está obligado a desarrollar una gestión de planificación y finanzas más eficiente.

Por esto en los últimos años a cobrado relevancia que la investigación vaya encaminada a evaluar el comportamiento, en la dieta de aves, de nuevas materias primas que sustituyan a las tradicionales con el fin de abaratar costos a los productores, entre las materias primas proteicas promisorias se perfila el caupi (*Vigna unguiculata*), evaluado desde el punto de vista agronómico, fisiológico, nutricional y económico para el empleo de su harina a partir de los granos secados al sol y molidos en animales monogástricos. [2]

El enfoque de este proyecto está dirigido a demostrar que esta materia prima, (*Vigna unguiculata*), más adaptable a una agricultura tropical, puede contribuir al déficit de fuentes proteicas con ahorros significativos de las fuentes de proteína importadas, con niveles de producción similares y costos más bajos.

Según informes recientes, se reporta un marcado crecimiento de el consumo per cápita en el país de carne de pollo sobre todo en los últimos tres años con valores del 18.1 Kg. en 2005, 19.8 Kg. en 2006 y 21.6 Kg en 2007; el crecimiento de la producción llego hasta el 8.8%, con esta información se hace relevante en la competitividad del sector mediante mayores rangos de producción a un menor costo para el productor lo que da importancia a la investigación de nuevas fuentes de alimentación no convencionales que permitan abaratar costos.[1]

Se desea estudiar el efecto de la inclusión de harina de frijol caupi (*Vigna unguiculata*) con porcentajes de 0%, 15%, 25% y 35% en la formulación de un concentrado para la alimentación de pollos de engorde en dos etapas, iniciación y finalización en el municipio de Timbio, Cauca. El efecto se medirá teniendo en cuenta parámetros productivos como el consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia y también se analizara la mortalidad y el desempeño económico de los tratamientos. En la investigación se evaluaron porcentajes de inclusión de hasta el 35% ya que estudios con estos niveles no se han reportado y se deseaba conocer el comportamiento de pollos de engorde bajo estas condiciones nutricionales.

1. MARCO CONCEPTUAL

1.1 GENERALIDADES POLLOS DE ENGORDE

En el año 1920 se sabía que los cereales constituían una parte importante para las raciones de aves y que había que suplementar con otros alimentos ricos en proteína y con hierba que le aportaba factores benéficos para las aves; hoy en día se encuentran alimentos concentrados que suplementan todas estas necesidades, pero también se pueden encontrar alimentos alternativos de los cuales se conoce su aporte nutricional y a los que se puede acceder fácilmente ya que se logran cultivar en las fincas.[3]

Los criadores de Estados Unidos fueron los primeros en lograr que las granjas avícolas fueran económicamente viables. En ellas, los pollos alcanzaban el peso de comercialización en bastante menos tiempo del que necesitaban los pollos de granja. Utilizaron las principales razas de carne, hembras Plymouth Rock y machos Cornish blancos, para obtener los híbridos modernos. Estos híbridos consiguen alcanzar los 2 kg de peso en vivo entre los 42 y los 45 días, convertir 1,8 unidades de pienso o alimento (kg) en 1 unidad de carne; tienen una mejor configuración, mayor resistencia a las enfermedades y una mayor tasa de supervivencia, con una tasa de mortalidad del orden de un 2 por ciento.[3]

1.1.1 Manejo del pollo. Los pollos usados en las explotaciones comerciales para engorde y sacrificio se les han determinado unas etapas de vida con características específicas de nutrición y manejo. Las etapas se dividen en tres, a saber:

- Etapa de iniciación: Comprende el periodo desde el día 1 al 21 de vida, las necesidades nutritivas para esta etapa son esenciales para el desarrollo de la masa muscular que se reflejara en un buen rendimiento en canal, por lo tanto la alimentación debe tener una buena cantidad de proteína. [4]
- Etapa de crecimiento: Comprende el periodo del día 21 hasta el 36-37, la alimentación todavía requiere buenas cantidades de proteína, pero en contraste con la anterior etapa, necesita más cantidad de energía. [4]
- Etapa de finalización: Una vez finalizada la etapa de crecimiento durante la cual la dieta se caracteriza por contener menor nivel de proteína y la misma

concentración de energía durante el crecimiento en esta fase se produce menor eficiencia de utilización del alimento y mayor ganancia de peso. [4]

1.1.1.1 Condiciones ambientales. Las aves, a diferencia de otras especies, no están adaptadas para ajustarse rápidamente a los cambios de temperatura. Tienen dificultad para disipar el calor por no poseer glándulas sudoríparas, por lo cual estas condicionadas a disipar el calor a través de la respiración y la excreción de agua en las heces. Por tal razón el manejo de temperatura adecuada en cada una de las etapas del engorde es vital para el éxito de la explotación.

1.1.1.2 Genética. Para lograr el éxito se debe exigir que los pollos provengan de padres libres de enfermedades, que ha su llegada a la granja se vean sanos vigorosos, los pollitos sanos se conocen por su vivacidad, ojos brillantes, movimientos ágiles, posición erguida y sobre todo ombligos secos y bien cicatrizados. El peso promedio inicial en lo posible debe estar alrededor de 40 gr.

2.1.1.3 Consumo de agua. El agua es un recurso indispensable en la supervivencia de cualquier ser vivo por esto no es menos importante en las aves ya que estas están constituidas en un 85% en pollitos de un día y en un 60-80% en adultos. El agua debe tener características como de ser incolora, insabora, e inodora así también como de estar libre de contaminación bacteriana. [5]

2.1.1.4 Nutrición. La alimentación de los pollos de engorde es de gran importancia dentro del costo total de producción. Las raciones para los pollos se deben formular para proporcionar el balance correcto de energía, proteína y aminoácidos, minerales y vitaminas para permitir un crecimiento y rendimiento óptimos. El nivel de grasa en la ración se asocia con el contenido de energía de las dietas para pollo de engorde. La grasa interactúa de manera compleja con los demás componentes de la dieta y esto puede limitar su uso como fuente de energía. Es necesario que el nivel de proteína de la ración sea suficiente para asegurar que se satisfagan los requerimientos de todos los aminoácidos esenciales y no esenciales (Tabla 1). Es recomendable usar proteína de alta calidad especialmente cuando el pollo sufra de estrés por calor. La proteína de mala calidad o desbalanceada puede crear estrés metabólico, pues existe un costo de energía asociado con esta excreción y, además, se puede producir cama húmeda.

Tabla 1. Requerimientos nutricionales del pollo

Nutriente	Inicio	Acabado
Proteína bruta, %	21.11	18.31
Energía metabolizable, MCal/Kg.	2.96	3.2
Calcio. %	0.942	0.775
Fósforo no fítico, %	0.471	0.386
Metionina + Cistina, %	0.968	0.755
Lisina, %	1.363	1.048

Fuente: tablas brasileñas para aves y cerdos (2005) [6]

También es de importancia proporcionar a las aves niveles correctos de los minerales principales y un buen balance entre ellos, debido al alto rendimiento de los animales. Dichos minerales son Ca, P, Mg, K, Cl, Na.

El Ca en la dieta ejerce influencia sobre el crecimiento, la eficiencia alimenticia, el desarrollo óseo, la salud de las patas y el sistema inmunológico.

Los minerales traza se recomiendan bajo los niveles convencionales de suplementación, teniendo cuidado de asegurar que en la premezcla se incluyan las formas adecuadas de cada mineral.

La suplementación de vitaminas depende de los ingredientes alimenticios y de la fabricación del alimento. Una importante fuente de variación en la suplementación de algunas vitaminas es el tipo de cereal para los tipos de vitaminas (vitamina A, vitamina C, ácido nicotínico, ácido pantoténico, B6, etc) [6]

Tabla 2. Consumo por semana

SEMANA	CONSUMO AVE ACUMULADO (g)	PESO PROMEDIO (g)	CONVERSION ALIMENTICIA
1	150	(135-140) 160	0.94
2	460	(330-345) 360	1.28
3	950	(550-650) 670	1.42
4	1600	(1050-1120) 1100	1.45
5	2600	(1580-1650) 1600	1.63
6	3850	(2100-2150) 2050	1.88

Fuente: ITALCOL 2002 [7]

2.1.1.5 Manejo. El manejo de la parvada se debe hacer siguiendo una serie de actividades según la etapa en que este el animal. En los primeros días se debe revisar la temperatura constantemente, ésta debe estar entre 30 y 32 °C, realizar manejo de camas, sobretodo debajo y al lado de los bebederos; Limpiar las bandejas que suministran el alimento; Del tercer a séptimo día se puede vacunar contra New Castle, Bronquitis Infecciosa y Gumboro; llevar registros de peso, mortalidad y consumo; verificar la pureza del agua de bebida, realizar limpieza del galpón.

Conforme vayan creciendo los animales se deben llevar a cabo además de las anteriores actividades, otras acciones como, nivelar los bebederos a la altura de la espalda de los pollos, culminar con las vacunaciones si hay que aplicar refuerzo, 12 horas antes del sacrificio retirar los comederos. [6]

1.2 CAUPI (*Vigna unguiculata*)

Es un cultivo de crecimiento rápido, de muy alto valor nutritivo así como una excelente digestibilidad, pero a su vez es muy sensible a ataques de plagas en el grano y en general en la postcosecha.

Las plantas del género *vigna* se encuentran a lo largo del trópico y son aproximadamente 150 – 190 especies. La clasificación de los cultivares del género *Vigna* esta ahora basada en grupos que son *Unguiculata*, *Biflora*, *Sesquipedalis*, *Textilis* y *Melanophthalmus*.

Los sinónimos que se pueden encontrar en cuanto a su nombre científico son: *Vigna sinensis* (L.) Savi, *Vigna sinensis* Endl., *Vigna catjang* (Burm.) Walp. [10]

1.2.1 Taxonomía.

Reino: Plantae

Subreino: Traqueophyta – plantas vasculares

Superdivisión: Espermatophyta – plantas con semilla

División: Magnoliophyta – plantas con flores

Clase: Angiosperma

Orden: Dicotiledónea

Familia: Fabaceae

Subfamilia: faboideae

Tribu: Phaseoleae

Subtribu: Phaseolinae

Genero: *Vigna savi*

Especie: *Vigna unguiculata*

1.2.2 Descripción. La variedad morfológica de la planta entre las accesiones es alta. Hay tres tipos de accesiones de acuerdo a sus usos: para producción de grano, para producción de forraje y un tercer tipo que es doble propósito.[10]

Es una planta herbácea de ciclo corto; de crecimiento variado que va desde erecto pasando por semierecto hasta el rastrero. Su crecimiento va desde los 15 cm hasta los 80 cm de altura. Hojas verdes, alternadas, trifoliadas y vigorosas con pecíolos de 5-25 cm. Los últimos segmentos laterales donde están las hojas, éstas son opuestas y asimétricas, en cambio en el segmento central las hojas son simétricas y de forma ovoide terminando en una punta truncada. Tiene un sistema radicular fibroso con poca cantidad de raicillas secundarias y terciarias, el tallo es semileñoso y corto, los nudos empiezan a formarse a una distancia de 8 a 10 cm del suelo. [9]

La inflorescencia es de forma racimosa, las flores son de color blanco, beige, amarillo o morado.

Imagen 1: flor de *Vigna unguiculata*



Fuente: El presente trabajo

Hay accesiones con hábitos de crecimiento determinado y también indeterminado. Las vainas pueden ser de color crema y miden de 10-23 cm de longitud con 10-15 semillas por vaina [10].

Imagen 2: Vainas de *Vigna unguiculata*



Fuente: El presente trabajo

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. [10]

1.2.3 Distribución. Es nativa del oeste de África, donde se encuentra la más alta diversidad genética y las formas más primitivas del caupí por esto probablemente aquí fue el primer centro de domesticación del mismo. En la actualidad el caupí es cultivado en ambientes tropicales y subtropicales entre los 35°N y 30°S, a través de Asia y Oceanía, el medio oriente, el sur de Europa, África, sur de Estados Unidos, centro y Suramérica.[9]

1.2.4 Ecología. El caupí se adapta bien a diferentes suelos desde arenosos hasta pesados, que sean bien drenados con preferencia por suelos livianos que permitan un buen enraizamiento de la planta. Esta mas adaptado a suelos fuertemente ácidos que el *Lablab purpureus* o *Mucuna pruriens*. También crece bien en suelos pesados fuertemente alcalinos. [8]

Tiene alto rango de adaptación de precipitación, entre 700 a 2000 mm pero prefiere suelos bien drenados. Por su rápido crecimiento (de 70 a 140 días hasta la madurez), se adapta a zonas con épocas vegetativas cortas y tiene tolerancia a

sequía; pH de 4 a 8 pero prefiere suelos un poco ácidos. Crece desde el nivel del mar hasta los 1600 m. no es tolerante a las quemas, ni a las inundaciones ni a la salinidad. [8]

El caupí es moderadamente tolerante a la sequía pero suelos excesivamente húmedos son dañinos para el cultivo reduciendo el crecimiento y favoreciendo las infecciones por hongos. El caupí es muy susceptible a las heladas, crece bien solamente en épocas calidas 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. [9]

1.2.5 Desarrollo reproductivo. Las diferentes accesiones del caupí pueden mostrar variaciones en el desarrollo reproductivo. Algunas comienzan floración 30 días después de la siembra estando listas para cosechar con las semillas secas 25 días después, otras toman más de 90 días para florecer y 210-240 días para cosechar. Muchos cultivares maduran uniformemente aunque hay genotipos con crecimiento determinado e indeterminado. Los tipos indeterminados son particularmente usados en los sistemas de pequeñas explotaciones agrícolas donde el suministro de hojas y flores se extienden sobre un periodo de tiempo permite un suministro importante de vegetales para el autoconsumo. Las de tipo determinado se pueden cosechar mecánicamente.

El caupí se siembra en surcos; si es en monocultivo la distancia recomendada entre surcos es de 30-60 cm, dependiendo del uso y de la competencia de malezas, y 10 a 15 cm entre plantas; o el equivalente de 20 Kg. /ha. Se puede sembrar intercalado con cultivos como maíz y sorgo, el caupí tolera algo de sombra. Normalmente se siembra a una profundidad de 1 a 3 cm. [10]

Reportan que la semilla es blanda y la germinación es usualmente rápida si la humedad y la temperatura son las adecuadas. [11]

1.2.6 Manejo. El caupí crece bien sin fertilizantes en suelos buenos pero a su vez responde a fertilización con fósforo, potasio y azufre en suelos pobres, también es necesaria la aplicación de molibdeno. Cuando se usa como abono verde se puede incorporar en zonas planas o cortar sin incorporar en zonas de ladera antes de la floración, a las 8-10 semanas después de la siembra. Si hay cosecha de granos o de vainas verdes se puede incorporar o cortar el residuo.

El más grande de esta leguminosa es que es hospedero de plagas del frijol; pero tiene la ventaja de que dichas plagas no afectan considerablemente el cultivo por la rápida recuperación. [8]

1.2.7 Producción. Tiene alta producción de biomasa en un periodo de 2 – 4 meses, alcanzando rendimientos entre 3 y 8 Tn/Ha, dependiendo del tipo de suelo,

del clima, de la competencia con malezas y de la variedad. Los rendimientos son mejores en regiones con buena precipitación y suelos francos, profundos y fértiles, sin problemas de salinidad. [10]

Entre las zonas productoras más importantes en el país, se encuentran el pie de monte llanero, las riberas del río Magdalena, sur y norte de la Guajira y centro del Cesar. [12]

1.2.8 Plagas y enfermedades. Al inicio de las fases de desarrollo de caupí, se pueden presentar ataques al follaje ocasionado por hormiga arriera (*Atta sp*) que ocasionan daños de importancia dentro de la plantación. Otras plagas son el lorito verde (*Empoasca spp.*); habita en el envés de las hojas, causa acaparamiento de planta, pliega las hojas, deforma las vainas y reduce el rendimiento; es favorecido por las altas temperaturas y la sequía.

Otra plaga es *Diabrotica, Cerotoma*; su daño consiste en perforar las hojas, flores, brotes tiernos y vainas.

La enfermedad mas representativa para el cultivo es la ocasionada por el hongo *Uromyces appendiculatus*, en sus inicios se presenta como manchas color plomizo en el envés de las hojas y luego sus micelios toman una apariencia polvoza y blanquecina. Con frecuencia ataca tallos, hojas, deforma vainas, afectando entre un 10- 60% el rendimiento de ellas, y al final ocasiona muerte de las plantas. Es favorecida por las sequías, la baja humedad ambiental y las temperaturas moderadas. Se disemina a través de la semilla y el viento. [9]

El caupí es susceptible a plagas particularmente aquellas que atacan al grano. [13] y [8] El caupí es hospedero de plagas del cultivo de frijol del genero *Phaseolus*. La más importante enfermedad que afecta al caupí sobre todo en el país de Australia es el *Phytophthora* que ataca el cuello de la raíz (*Phytophthora vignae*).

1.2.9 Composición nutricional. Tiene un alto valor nutritivo, la proteína cruda PC en el forraje verde es del 14-21% y en residuos de cosecha es del 6-8%, en el grano la PC es de 18-26%; la digestibilidad in Vitro del follaje es mayor al 80% y la digestibilidad de los residuos de cosecha después de la cosecha del grano es del 55-65%.

La palatabilidad es excelente.

Tabla 3. Composición nutricional y producción de biomasa de caupi (t/Ha), cosechado a diferentes días de edad, en fincas de Piedemonte Llanero

Edad de corte	MS	PC (%)	FDN (%)	DIVMS (%)	FV (T/Ha)
40	11-13	18 -20	31-40	77-85	8 -12
55	14-20	16 -17	33-39	74-81	10 -16
65	30-33	12 -14	34-43	72-82	15 -16

Fuente: Ojeda, solarte 2006 [9]

El género *Vigna* se presenta como una alternativa viable para la alimentación de aves en el trópico. El grano de diversas variedades contienen entre 22 y 25% de proteína cruda y alrededor de 60% de carbohidratos totales, de los cuales la mayoría es almidón. [11]

El caupí no es tóxico para los rumiantes; a su vez para los monogástricos, el caupí tiene inhibidores de tripsina y algunos contenidos de taninos que necesitan ser tenidos en cuenta. Del 20-25% del grano en la dieta alimenticia sin ningún tipo de tratamiento no parece presentarse ninguna clase de problema. Los tratamientos térmicos reducen los inhibidores de tripsina en el grano. [14]

Tabla 4: % MS en el grano de *Vigna unguiculata*

Nutriente	Valor
Proteína Cruda	26,16
Grasa	1,03
Almidón	35,64
Pared Celular	23,64
Cenizas	3,20
Calcio	0,11
Fósforo	0,45

Fuente: FONAIAP-CENIAP. 1993 [15]

Coinciden varias ventajas en el uso de las vignas, como han expresado D'Mello (1995) Díaz y Padilla (1996) y han corroborado Díaz et al (1999) derivadas de sus características agronómicas más adaptables a las condiciones del trópico, por requerir menos labores agrícolas, su bajo contenido de factores antinutricionales y

fibra, que la hacen muy atractiva para los sistemas de producción avícola alternativa que aspiren a ser competitivos en el mercado. [16][17][18]

1.2.10 Componentes antinutricionales.

Tabla 5: contenido de taninos e inhibidores de tripsina en diferentes leguminosas

Especies	Taninos g %		Inhibidores de tripsina	
	Grano	Forraje	mg/g muestra	% inhib.
<i>Vigna sp</i>	0.22 - 0.37	0.21 - 0.39	0.90 - 1.35	60 -70
<i>Canavalia ensiformis</i>	0.27	0.65	2.38	79
<i>Lablab purpureus</i>	0.22	0.71	1.64	75
<i>Stizolobium aterrimum</i>	0.86	0.86	2.91	84
<i>Glycine max</i>	0.30	0.33 - 0.69	1.68 - 3.00	75 -86

Fuente: Leon, Jaramillo, Angulo, Requena y Calibrese. (1993) [12]

Tabla 6. Valores de actividad antitripsica de granos de frijol bayo, frijol alado y quinchoncho.

Leguminosa	Actividad antitripsica	
	TIA	TIU
Fríjol bayo	6,58	12,5
Fríjol alado	35,78	68,01
Quinchoncho	9,87	18,75

TIA= mg de tripsina inhibida/ mg de muestra TIU=unidades de inhibición de tripsina/mg de muestra

Fuente: FONAIAP-CENIAP. 1993 [12]

La actividad del inhibidor de la tripsina de extractos de las semillas de leguminosas es mostrada en el Cuadro anterior. Los valores de actividad antitripsica fueron de bajos a moderados para el frijol caupí (12,5 TIU) y el guandul o quinchoncho

(*Cajanus cajan*) (18,75 TIU) y muy altos para el frijol alado (*Psophocarpus tetragonolobus*) (68,01 TIU). [12]

Los resultados demuestran que el caupi a pesar de que si posee factores antinutricionales, los tiene en bajas cantidades en comparación con otra leguminosas de uso potencial en la alimentación de pollos de engorde lo que le da un gran potencial a esta planta.

Los taninos son complejos de polímeros fenólicos de alto peso molecular, solubles en agua que constituyen algunos de los productos naturales más numerosos y ampliamente distribuidos en muchos vegetales, incluyendo árboles, frutas y pastos. Estas sustancias poseen acción tóxica que compromete la calidad nutritiva del grano y/o de la dieta, a través de un efecto primario que lleva consigo el deterioro de la digestibilidad de los nutrientes. [13]

Los taninos representan uno de los medios que las plantas tienen para defenderse contra factores externos. Con base en sus propiedades químicas estas sustancia se dividen en taninos condensados e hidrolizables, siendo los primeros los mas comunes en la naturaleza, y se presentan en forma extractable o ligada a la proteína y los carbohidratos de la pared celular. Los taninos tienen la propiedad de formar complejos insolubles con las proteínas nutricionales y endógenas. Los taninos ejercen un efecto inhibitor obre la actividad de las enzimas digestivas lo que disminuye la digestibilidad de la proteina. [38]

Inicia Afectando adversamente la conversión alimenticia a través de un deterioro del crecimiento del animal, acompañado por una disminución marcada del consumo en los casos donde la configuración química de los taninos le permiten precipitar las mucoproteínas presentes en las secreciones glandulares de la boca. En este caso, el resultado final es la astringencia al sabor con la consiguiente disminución del consumo o rechazo del alimento. [13]

Los efectos antinutricionales de los taninos probablemente no son debidos a la unión directa de éstos a las enzimas digestivas con su posterior inhibición sino más bien podrían resultar de la formación de complejos menos digestibles taninos-proteínas de la dieta que por su tamaño molecular hace que las enzimas no actúen sobre ellas e imposibiliten la absorción de la fracción proteica. [13]

Las bases científicas sobre las cuales se ha tratado de explicar el deterioro de la respuesta productiva de los pollos, concentran efectos adversos sobre la digestión y utilización de nutrientes lo cual deteriora el valor energético y la digestibilidad del nitrógeno y de los aminoácidos del grano y/o de la dieta. [13]

1.3 ANTECEDENTES DE UTILIZACIÓN DE CAUPI

Existen reportes de utilización de frijol caupí en alimentación animal, a continuación se citan algunos de ellos:

- Con el objeto de evaluar el efecto de la inclusión de frijol en raciones para pollos de engorde, se realizó un experimento en el cual se evaluaron 3 niveles de inclusión de frijol en las dietas (0, 12.5 y 25%), con dos formas de presentación (harina y pellets). Se usaron pollos de la línea Cobb 500 de un día de nacidos. A los animales en la primera semana se les ofreció un alimento iniciador y a partir del 7 día fueron pesados los pollos. El agua y el alimento fueron suministrados a voluntad y se llevaron controles de peso de las aves y consumo de alimento por grupo; a las 2, 4 y 6 semanas del inicio del experimento. Las ganancias de peso fueron de 1970, 2140 y 2140 g para las dietas en harina con 0, 12.5 y 25% de frijol, respectivamente y de 2150, 2180 y 2190 para las mismas dietas peletizadas. El consumo de alimento fue de 3960, 4250 y 4420 g en las dietas de harina y de 4350, 4310 y 4390 g para las dietas peletizadas con 0, 12.5 y 25% de frijol, respectivamente. [14]
- En otro ensayo, con la finalidad de evaluar el efecto de tres niveles de sustitución parcial de alimento balanceado por harina de grano de frijol (HGF) *Vigna unguiculata*, en la alimentación de pollos de engorde, se utilizaron 360 aves de la línea Ross de un día de nacidos con un peso inicial de 45,7g. Por un periodo de 42 días. Se evaluaron tres tratamientos: T1: 0% HGF, T2: 8% HGF y T3:16% HGF. Las variables estudiadas fueron: ganancia diaria de peso (GDP), ganancia total de peso (GTP). El diseño estadístico empleado correspondió a un totalmente al azar. El análisis de la varianza no detectó diferencias significativas ($P > 0,05$) entre los tratamientos sobre las variables: GDP (T1:42g; T2:45g y T3:43g), GTP (T1:1,72Kg, T2:1,89Kg y T3: 1,80Kg). Los resultados obtenidos permiten recomendar un 16% de sustitución parcial del alimento balanceado por harina de grano de frijol en raciones para pollos sin afectar las ganancias de peso. [19]
- Se estudió el efecto de dos niveles de frijol Caupí (10 y 20%) en dos presentaciones (crudo y cocido) sobre la ganancia de peso, el consumo y la conversión alimenticia de pollos comerciales para ceba, comparados con un grupo control. La cocción del frijol se realizó por un tiempo de 30 minutos, después de esto se secó el grano hasta que tuviera una humedad del 12% para después pasarlo por el molino de martillo para hacer el concentrado. No

se encontraron diferencias ($P > 0.05$) entre niveles y/o presentación del fríjol en ninguna de las variables estudiadas. La ganancia de peso fue de 1.990g, 1.985g, 1.913g, 2.007g y 2.015 g. para los tratamientos: 0%, 10% crudo, 10% cocidos, 20% crudo y 20% cocido, respectivamente. Los promedios para consumo de alimento fueron: 4.014g, 4.093g, 3.939g, 4.095g y 4.131 g., respectivamente y 2.02, 2.07, 2.06 2.04 y 2.06 para la conversión alimenticia. [23]

- Para evaluar el nivel de inclusión de harina de granos de vigna secados al sol en dietas isoproteicas, se emplearon 700 pollos de ceba de un híbrido comercial cubano desde 1 a 42 días de edad y ambos sexos en dietas de harinas de trigo-soya-pescado. Se controló el comportamiento productivo, la viabilidad y el factor económico considerando la relación de sustitución de las materias primas importadas por la fuente proteica alternativa, el costo de las dietas y de la t de carne en pie, según componentes en USD y pesos cubanos. Se logró incluir hasta un 20% la harina de vigna en la dieta con el ahorro de un 60% de la harina de soya y un 16% del trigo, sin que se afectara el comportamiento productivo, alcanzando un peso vivo promedio de 1.84 kg/ave, conversión de 2.07 y viabilidad de 99.7%. [22]

2. MATERIALES Y METODOS

2.1 LOCALIZACION

La siembra se realizo en la finca Coronado ubicada en el municipio de Santander de Quilichao, en el Dpto del Cauca.

El acceso a la finca esta determinado por la vía al municipio de Buenos Aires a 35 minutos del casco urbano de Santander de Quilichao.

Tabla 7. Condiciones ambientales de Santander de Quilichao

Altitud	1071 m.s.n.m.
Temperatura	27°C
Precipitación	1875 mm
Días de lluvia	125
Brillo solar	13 h/dia. 4745/año

Fuente: CRC (2005). [18]

El trabajo se realizo en la finca La Esperanza ubicada en el municipio de Timbio Departamento del Cauca, localizado en el sur occidente del país.

El acceso a la finca esta dado por la vía panamericana, a 20 minutos hacia el sur de Popayán.

Tabla 8. Condiciones ambientales de Timbio

Altitud	1761 m.s.n.m.
Temperatura	18°C
Precipitación	2521 mm
Días de lluvia	170
Brillo solar	6 h/dia. 1825/año

Fuente: CRC (2005). [18]

2.2 INSTALACIONES Y EQUIPOS

Se empleo un galpón de 13 mts cuadrados con 16 habitáculos cada uno con 0.8 mts cuadrados, las divisiones del galpón se hicieron con esterilla de guadua. Cada habitáculo contaba con un comedero y bebedero además de iluminación.

2.3 MATERIAL EXPERIMENTAL

2.3.1 Animales experimentales. Para el desarrollo de la investigación se usaron 160 pollos machos de la línea Ross de un día de edad vacunados contra Marek y Gumboro. El peso promedio fue de 38 g por pollo y se ubicaron en cada jaula 10 animales.

2.3.2 Concentrado experimental. Se formularon cuatro dietas atendiendo a los tratamientos planteados en el ensayo, los porcentajes de inclusión de caupi fueron 15%, 25% y 35%, y se hizo una dieta control con 0% de caupi. Los concentrados se formularon según los requerimientos de cada etapa (iniciación y finalización).

- T1: Testigo con concentrado convencional sin inclusión de caupi (elaborado para el trabajo de investigación)
- T2: concentrado convencional con 15% de harina de grano de caupí (*Vigna unguiculata*)
- T3: Concentrado convencional con 25% de harina de grano de caupí (*Vigna unguiculata*)
- T4: Concentrado convencional con 35% de harina de grano de caupí (*Vigna unguiculata*)

2.3.3 Equipos e Insumos.

- Balanza de 500g.
- Balanza de 5000g.
- 8 sobres de antiestrés para avicultura de 500g.
- 16 bebederos.
- 16 comederos.
- 6 canecas de 55 galones.
- 25 bultos de viruta.

Tabla 9: Materias primas

Materias primas	Cantidad kg
Harina de pescado	40
Torta de soya	120
Grano de caupi	200
Maíz	350
Premezcla de vitaminas y minerales	8
Sal	10
Fosfato bicalcico	3
Azúcar	37
Aceite	15
Carbonato de calcio	9

Fuente: presente trabajo

2.4 PROCEDIMIENTO

2.4.1 Siembra de caupi. Se sembraron 2000 metros cuadrados de caupi en el municipio de Santander de Quilichao, el ciclo de la planta duro 4 meses hasta que esta estuvo completamente seca incluyendo las vainas con el grano, la cosecha se inicio en este punto, esta se hizo de manera manual logrando al final una producción de 250 Kg de grano, logrando así la cantidad necesaria para el trabajo.

2.4.2 Adecuación del galpón. Se partió de una instalación ya construida en la cual se hizo solo la desinfección correspondiente de paredes, piso y cielo raso con hipoclorito 15 días antes de la llegada de los pollos.

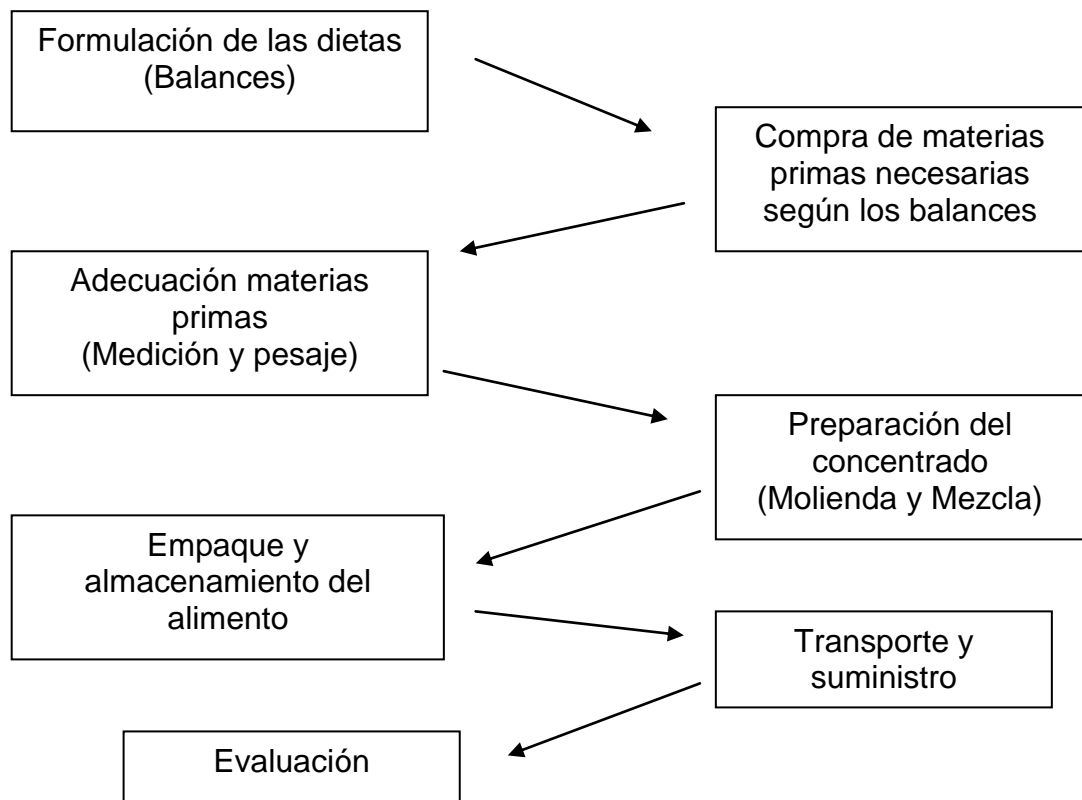
Se encalaron las paredes y el piso para después poner la cama de viruta gruesa que tenia una profundidad de 15 cm. Después de esto se ubico un comedero y un bebedero en cada jaula.

2.4.3 Etapas evaluadas. El estudio se realizo durante dos etapas productivas de los pollos, la etapa de iniciación que va desde el día 1 hasta el 28 y la etapa de finalización que inicia el día 29 hasta el día 42.

2.4.4 Preparación del concentrado. El grano de caupi se cosecho cuando la planta estaba marchita para transformarlo en harina mediante un molino de martillo.

Con todas las materias primas listas para usarlas se procedió al pesaje de las materias primas siguiendo las proporciones de los balances realizados con anterioridad y se procedió a su mezcla y empaque.

Figura 1: flujograma de preparación concentrado



2.4.5 Recibimiento de los pollos. El día de llegada de los pollos se hizo la revisión correspondiente de la calidad de los animales (patas gruesas, ojos redondos y brillantes, cicatrización del ombligo, plumón y vivacidad del pollo), Se hizo también el pesaje correspondiente que arrojó un promedio de 37.9 g lo cual es bajo comparado con otro trabajo con caupi, donde el peso promedio de los pollos fue de 45.7g. [19]

2.4.6 Labores semanales. Semanalmente se hacían acciones como:

- Pesaje: desde que se recibieron los animales se realizaron pesajes a los pollos cada semana con el fin de recolectar datos para el análisis de estos y determinar las diferencias entre los tratamientos.
- Suministro de alimento: este se hacía siguiendo una tabla de consumo, cada ración se dividía en dos durante el día para minimizar el desecho del alimento.
- El alimento rechazado se recogía y se pesaba para determinar el consumo real por parte de los animales evaluados.
- Mortalidad y Morbilidad: se observaba con el fin de determinar posibles trastornos en la salud de la parvada para posibles tratamientos. Los tratamientos implementados fueron con antiestrés y con antibióticos con el fin de tratar enfermedades que se presentaron como lo fueron, Perosis, ascitis y diarreas. Los animales muertos se enterraron lejos del galpón y de posibles fuentes de propagación.

2.5 VARIABLES EVALUADAS

$$CA = \frac{CR}{GP}$$

$$GP = PF - PI$$

$$M\% = \frac{AM}{AT} \times 100$$

$$Mb\% = \frac{AE}{AT} \times 100$$

$$CR = \frac{\text{alimento ofrecido}}{\text{alimento rechazado}}$$

Convenciones:

- CA: Conversión Alimenticia
- CR: Consumo real
- GP: Ganancia de Peso
- PF: Peso final
- PI: Peso inicial
- M%: porcentaje Mortalidad
- Mb%: porcentaje de Morbilidad

- AM: Animales Muertos
- AT: Animales Totales
- AE: Animales Enfermos

2.6 DISEÑO EXPERIMENTAL

El método estadístico empleado fue un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos, cuatro repeticiones por tratamiento y 10 animales por repetición. Con los datos experimentales obtenidos se efectuó un análisis de varianza y prueba de promedios Duncan.

El modelo estadístico es: $Y_{ij} = \mu + T_i + E_{iz}$

Donde:

Y_{ij} = Variables de repuestas.

μ = Media general.

T_i = Efecto del tratamiento.

E_{iz} = Error experimental.

2.7 ANÁLISIS ECONÓMICO

Para el análisis económico, se utilizó una metodología que determina el costo de producir 1 Kg. de carne en cada etapa y tratamiento. El propósito de realizar este análisis, es el de conocer información de tal manera que ayude a tomar una decisión, sobre el tratamiento más conveniente desde el punto de vista económico.

Para este análisis se tuvo en cuenta la conversión alimenticia total de los diferentes tratamientos y el valor de producción de un kilogramo de concentrado de cada tratamiento.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 CONSUMO DE ALIMENTO

Tabla 10. Consumo de concentrado real sin el rechazo por semana en gramos

Tratamiento	Semana					
	1	2	3	4	5	6
0% de caupi	116	213	339	450	807	1119
15% de caupi	113	197	272	366	645	1066
25% de caupi	110	223	348	468	875	1141
35% de caupi	103	212	356	353	828	1143

Fuente: Presente trabajo

3.1.1 Consumo alimento etapa iniciación. Al realizar el Análisis de varianza ($Pr>F=0,05$) del consumo de alimento en la etapa de iniciación, no se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos, (Tabla 11), no obstante dado el valor de $Pr>F=0.06$ cercano al nivel de confianza (0.05), se realizó la prueba de Duncan para dar mayor claridad al respecto.

Tabla 11. Análisis de varianza para la variable consumo de alimento en etapa iniciación

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	FC	Pr>f
Inter-grupos	100.839,5	3	33.613,1	3,1	0,066
Intra-grupos	129.020,5	12	10.751,7		
Total	229.860	15			

Para determinar las diferencias encontradas entre los tratamientos, se realizó la prueba de Duncan, (Tabla 12), en donde se observan 2 grupos de similaridad estadística para el consumo, el primer grupo conformado por T₂ (15% Vigna) y T₄ (35% de Vigna), indica que entre estos dos tratamientos no existen diferencias estadísticas; en un segundo grupo están T₄ (35% de Vigna), T₁ (0% de Vigna) y T₃ (25% de Vigna), los cuales tampoco muestran diferencias estadísticas entre ellos,

pero si se aprecio diferencia entre T₂ y T₁, y, T₂ y T₃ donde T₂ consumió en promedio 171g menos que el T₁ y 201g menos que T₃.

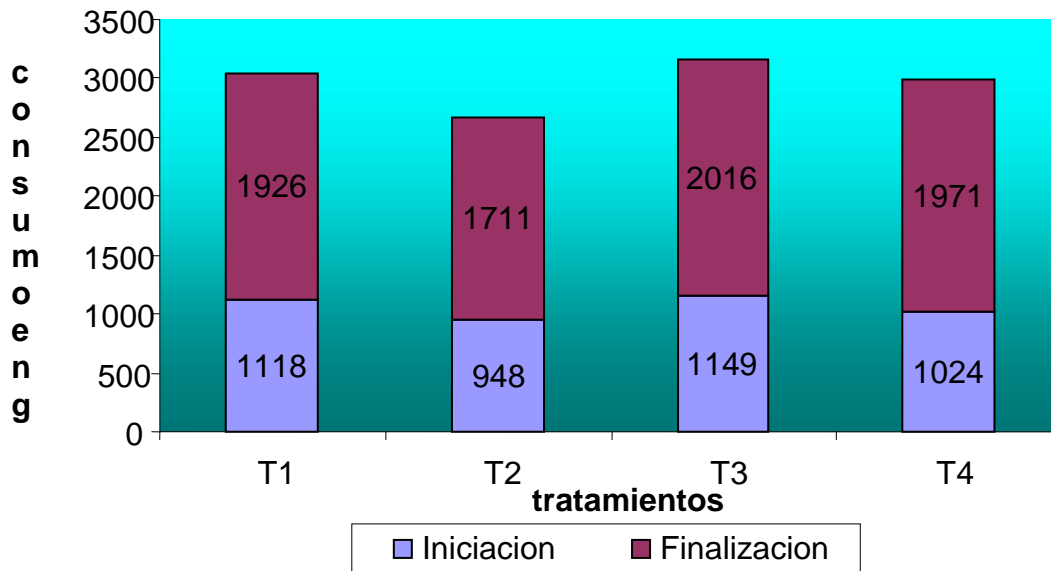
Tabla 12: Prueba de Duncan para consumo en etapa iniciación

TRAT	Subconjunto para alfa = .05	
	1	2
T ₂	948	
T ₄	1.024	1.024
T ₁		1.118
T ₃		1.149

T1: 0% de caupi; T2: 15% de caupi; T3: 25% de caupi; T4: 35% de caupi

Para apreciar gráficamente este comportamiento se presenta la Figura 2

Figura 2. Consumo de alimento acumulado de dietas experimentales con inclusión de caupi por etapa.



T1: 0% de caupi; T2: 15% de caupi; T3: 25% de caupi; T4: 35% de caupi

El comportamiento del consumo en iniciación dentro del trabajo fue mejor entre los tratamientos que tienen niveles de 0%, 25% y 35% de inclusión de frijol caupi. Pero el consumo en la etapa de iniciación en forma general estuvo por debajo de los valores reportados en la literatura para la alimentación de pollos de engorde, la tabla de ITALCOL en 2002 [7] muestra un consumo promedio de 1600g para la cuarta semana, 451g más que T3, 481g más que T1, 576g más que T4 y 652g más que T2 (Tabla 2), pero hay que tener en cuenta que los concentrados usados en el trabajo son no convencionales en su elaboración. El consumo fue menor al de un trabajo con 0%, 5%, 10% y 15% de inclusión de frijol caupi que reporta consumos a la tercera semana de 862g, 883g, 855g y 776g respectivamente en comparación con los valores de consumo para el mismo tiempo. (Tabla 10) [22]

Hay una tendencia a aumentar el consumo conforme va aumentando la proporción de frijol caupi en el alimento dado a los pollos de engorde. [15]

Los resultados del consumo en el ensayo muestran que el caupi tiene posiblemente buena palatabilidad [11] ya que los tratamientos con altos niveles de caupi (25% y 35%) y el tratamiento sin caupi, obtuvieron los mejores consumos dentro del ensayo, pero, al compararlos con valores de otros ensayos y a los de la tabla de ITALCOL, los de este estudio son menores, lo cual se puede deber a la presentación en harina.

El consumo puede haber sido bajo por la presentación del alimento en forma de harina ya que la presentación en forma peletizada y/o Estrurizada del alimento tiene un mejor consumo por parte de los pollos. [15]

Desde el nacimiento las aves prefieren el alimento de textura gruesa que los de textura fina como las harinas por la presencia de "polvo". Las estructuras finas no son apetitosas para los pollitos ya que se pueden adherir al pico y por que son más difíciles de deglutir. [23]

3.1.2 Consumo alimento etapa finalización. Al realizar el Análisis de Varianza ($Pr > F = 0,05$) del consumo de alimento en la etapa de finalización, se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos, (Tabla 13), lo que significa que al menos uno de los tratamientos tuvo un comportamiento para esta variable diferente a los demás.

Tabla 13. Análisis de Varianza para consumo de alimento etapa de finalización

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	FC	Pr>f
Inter-grupos	218.570,5	3	72.856,8	5,52	0,013
Intra-grupos	158.387,5	12	13.198,958		
Total	376.958	15			

Para determinar las diferencias encontradas entre los tratamientos, se realizó la prueba de Duncan, (Tabla 14), en donde se observan 2 grupos de similaridad estadística para el consumo, el primer grupo conformado por solamente el T₂ (15% Vigna) ; en un segundo grupo están T₁ (35% de Vigna), T₄ (0% de Vigna) y T₃ (25% de Vigna), los cuales tampoco muestran diferencias estadísticas entre ellos, pero si se aprecia diferencia entre T₂ y los demás tratamientos, donde T₂ consumió en promedio 212g menos que el T₁, 260g menos que T₄ y 305g menos que T₃.

Tabla 14. Prueba de Duncan para consumo de alimento en finalización

TRAT	Subconjunto para alfa = .05	
	1	2
T ₂	1.711	
T ₁		1.926
T ₄		1.971
T ₃		2.016

T1: 0% de caupi; T2: 15% de caupi; T3: 25% de caupi; T4: 35% de caupi

Los tratamientos con 0%, 25% y 35% de frijol caupi tuvieron los consumos más altos en el trabajo realizado, esto se puede deber a la aparente buena palatabilidad del caupi [11]. Pero el consumo sigue por debajo de lo reportado por ITALCOL (tabla 2) y de otros ensayos similares con frijol caupi en la alimentación de pollos de engorde. [7][15][24]

Los resultados de consumo en la etapa de finalización hacen suponer una tendencia a repetir los resultados que se presentaron en la etapa de iniciación donde se presentaron dos grupos con diferencias estadísticas entre ellos al igual que en la etapa de finalización, (Tablas 12 y 14). El grupo con mejor desempeño siempre esta representado por los tratamientos de 0%, 25% y 35% de inclusión de frijol caupi, mientras que en el otro grupo siempre estuvo presente el tratamiento con 15% de inclusión del grano, este comportamiento puede deberse posiblemente a que el frijol caupi tiene buena palatabilidad [11], lo cual es lo que probablemente mantiene los valores de consumo menores, que otros trabajos hechos con frijol caupi en la alimentación de pollos de engorde consultados en la literatura, los cuales no se han atrevido a aumentar de 25% de inclusión de frijol caupi en la alimentación de pollos.

Para apreciar gráficamente este comportamiento se presenta la Figura 2

3.1.3 Consumo total. Al realizar el Análisis de varianza ($P_{r>F}=0,05$) del consumo de alimento total, se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos,

(Tabla 15), lo que significa que al menos uno de los tratamientos tuvo un comportamiento para esta variable diferente a los demás.

Tabla 15. Análisis de varianza para consumo de alimento total.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	FC	Pr>f
Inter-grupos	562.759,500	3	187.586,500	5,511	0,013
Intra-grupos	408.430,500	12	34.035,875		
Total	971.190,000	15			

Para determinar las diferencias encontradas entre los tratamientos, se realizó la prueba de Duncan, (Tabla 16), en donde se observan 2 grupos de semejanza estadística para el consumo total, el primer grupo esta conformado solamente por el T₂ (15% Vigna) ; en un segundo grupo están T₄ (35% de Vigna), T₁ (0% de Vigna) y T₃ (25% de Vigna), los cuales tampoco muestran diferencias estadísticas entre ellos, pero si se aprecia diferencia entre T₂ y los demás tratamientos, donde T₂ consumió en promedio 337g menos que el T₄, 385g menos que T₁ y 506g menos que T₃.

Tabla 16. Prueba de Duncan para Consumo de alimento total

TRAT	Subconjunto para alfa = .05	
	1	2
T2	2.659	
T4		2.996
T1		3.044
T3		3.165

T1: 0% de caupi; T2: 15% de caupi; T3: 25% de caupi; T4: 35% de caupi

Estos resultados con inclusión de frijón caupi sugieren que los mejores tratamientos para el consumo de concentrado con inclusión de frijón caupi para la alimentación de pollos de engorde son aquellos que tienen 25% y 35% de inclusión del grano y el tratamiento de 0%. (Figura 2)

Lon-Wo, Díaz, Ma. Cino y Rodríguez en el 2001 reportan que el consumo de alimentos al día 42 con la inclusión de 10%, 15% y 20% de harina de frijón caupi,

se encuentran consumos de 3.46 Kg, 3.39 Kg y 3.44 Kg respectivamente, llegando así a recomendar la inclusión de 20% de harina de caupi en la formulación de dietas para pollos de engorde. [24]

Jabib, Barrios y Vega en 2002, en un trabajo con tratamientos de inclusión de grano *Vigna unguiculata* reportaron consumos promedio para consumo de alimento de: 4.014 g, 4.093 g, 3.939 g, 4.095 g y 4.131 g. para los tratamientos 0%, 10% crudo, 10% cocido, 20% crudo y 20% cocido respectivamente. [25]

León., I. Angulo y J. Madrigal reportan en un ensayo en el que se evaluó la inclusión de frijón caupi en dos presentaciones (harina y pellets) en porcentajes de 0%, 12.5% y 25%, El consumo de alimento fue de 3960, 4250 y 4420 g en las dietas de harina y de 4350, 4310 y 4390 g para las dietas peletizadas con 0%, 12.5% y 25% de frijón, respectivamente. Hubo una tendencia a aumentar el consumo conforme el porcentaje de caupi también lo hace. [26]. El consumo de la dieta peletizada fue mayor que los resultados con la dieta en harina esto por que los pellets tienen más atractivo para el pollo y además tienen menos desperdicio al ser consumidos, lo que sugiere que al haber más consumo hay mayor ingestión de nutrientes y por ende mejor ganancia de peso. [26]

La presentación del alimento es importante ya que según la granulometría del mismo, va a presentarse un mayor o menor consumo. Las presentaciones finas van a causar molestia al pollo ya que las partículas se van a adherir al pico y no se van a deglutir fácilmente. Las partículas gruesas además de ser más atractivas para el animal van a ofrecer un desarrollo de hasta un 15% más que los animales alimentados con partículas finas, además con presentaciones gruesas se hace un mayor estímulo a la molleja que logra un 45% más de desarrollo que con una dieta fina, esto lleva a que la acción de trituración del alimento sea más eficiente permitiendo un mayor tiempo de este en el tracto digestivo, una mayor acción enzimática y una mayor absorción. [22]

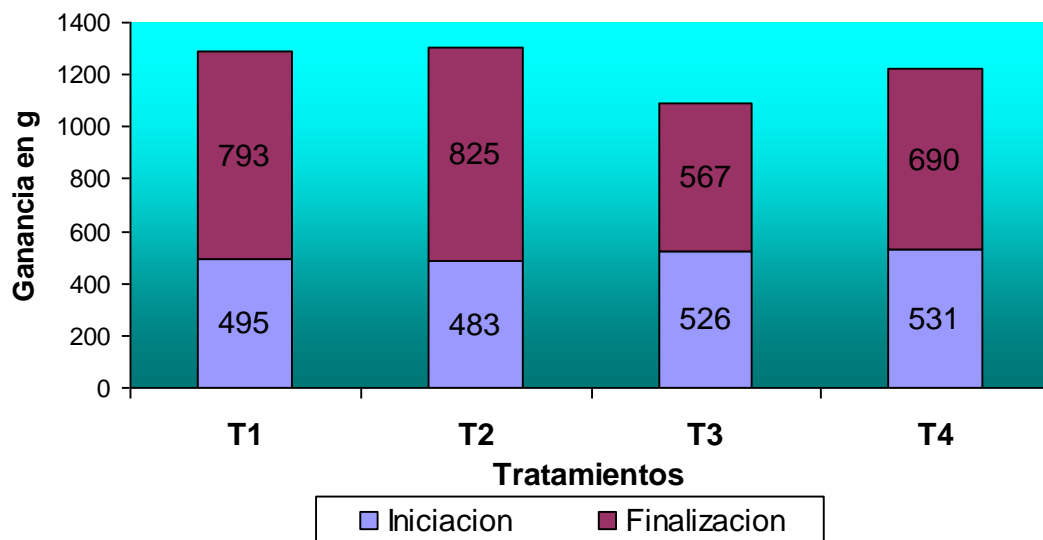
Otro punto importante dentro de la presentación del alimento es que las aves poseen solo 12 papilas gustativas por lo cual el sentido del gusto está muy limitado, esto es compensado por una serie de mecanoreceptores localizado en el pico de las aves, estos receptores determinan el consumo de alimento de acuerdo al tamaño y a la consistencia, siendo más atractivos las dietas ofrecidas en forma de partículas grandes. La importancia de los mecanoreceptores en las aves es más relevante que la que tienen los sensores químicos. [27]

Las partículas más grandes tienen una velocidad de tránsito por el tracto digestivo menor que las partículas más pequeñas. Sin embargo, se observó que hay una disminución en la digestibilidad de los nutrientes cuando son empleadas partículas finas ya que causan atrofia en la molleja y una discreta hipertrofia del intestino, eventualmente causada por una fermentación bacteriana. Además, las alteraciones en el tracto gastrointestinal pueden, de alguna manera, afectar el apetito de los pollos de engorde. [27]

3.2 GANANCIA DE PESO

3.2.1 Ganancia de peso etapa de iniciación.

Figura 3. Ganancia de peso acumulada iniciación y finalización



T1: 0% de caupi; T2: 15% de caupi; T3: 25% de caupi; T4: 35% de caupi

Al realizar el Análisis de varianza ($Pr > F = 0,05$) de la ganancia de peso en la etapa de iniciación, no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos, (Tabla 17), lo que significa que la ganancia de peso de los pollos en la fase de iniciación fue similar para todos los tratamientos.

Tabla 17. Análisis de Varianza para Ganancia de peso en iniciación

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	FC	Pr>f
Inter-grupos	6.655,68	3	2.218,5	0,7	0,568
Intra-grupos	37.827,2	12	3.152,2		
Total	44.482,9	15			

La ganancia de peso a la cuarta semana del trabajo fue menor que la reportada por la tabla de ITALCOL 2002 (Tabla 2), ya que esta reporta 1100g de peso promedio para esta semana, el T1 tuvo 495g, el T2 tuvo 483g, el T3 tuvo 526g y el T4 tuvo 531g que lo reportado por ITALCOL, es importante decir que no es conveniente poner como referencia esta tabla por el uso de concentrados convencionales en el trabajo, esta es la razón por la que el tratamiento control tuvo el valor mas bajo en el ensayo, ya que, las condiciones de preparación del concentrado no son semejantes a las que se usan a nivel industrial como lo son el uso de software, mejores molinos, mezcladoras, basculas y materias primas.

En un trabajo de alimentación de pollos de engorde con frijol caupi consultado en la literatura se encontró que en este hubo mayores ganancias de peso que en el presente trabajo, los valores que se encontraron a la tercera semana con tratamientos de 0%, 5%, 10% y 15% de inclusión de caupi fueron respectivamente 574.5g, 576.25g, 547.5g y 454.5g, esto posiblemente es debido a que, la ganancia de peso puede disminuir con porcentajes de inclusión de frijol caupi mayores al 15% por causa de la presencia de taninos en la dieta, la acción de los taninos presentes en el frijol involucra una reducción en la actividad de enzimas digestivas de acción proteolítica (dipeptidasas) y aminolítica, lo que baja la digestibilidad del alimento [22].

Los taninos causan un efecto negativo en la digestión de los alimentos ingeridos por el pollo. La acción depresiva al desarrollo del ave esta dada por dos formas, la posible inhibición directa a las enzimas digestivas del animal o, debido a la afinidad por ciertos tipos de proteína exogena y endogena, a la formación de complejos menos digestibles llamados taninos-proteínas, que por su tamaño y estructura molecular no son fácilmente asimilables. También los taninos parecieran reducir la utilización metabólica de los aminoácidos por parte del pollo. [13]. Se reporta que Los taninos pueden reducir la digestibilidad de aminoácidos esenciales como la metionina, fenilalanina, alanina, arginina y leucinas a nivel de ileon, lo que puede ser perjudicial ya que en los pollos de engorde, la demanda nutricional de aminoácidos esenciales como metionina+cistina y lisina durante las tres primeras semanas de edad es elevada debido a estos aminoácidos es en

gran parte utilizada para el crecimiento y diferenciación de órganos y tejidos, hueso, sistema digestivo con sus anexos y músculo.

3.2.2 Ganancia de peso finalización. Al realizar el Análisis de Varianza ($Pr>F=0,05$) para la ganancia de peso en finalización, se encontró que los cuatro tratamientos no mostraron diferencias estadísticas entre ellos. (Tabla 18)

Tabla 18. Análisis de Varianza para Ganancia de peso en finalización

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	FC	Pr>f
Inter-grupos	162.323,68	3	54.107,896	1,31	0,316
Intra-grupos	495.616,2	12	41.301,3		
Total	657.939,9	15			

El comportamiento en esta etapa de la ganancia de peso también fue menor que la encontrada en la literatura sobre la inclusión de frijol caupi en la alimentación de pollos de engorde.

Con respecto a la tabla de ITALCOL (Tabla 2), la ganancia de peso obtenida en el trabajo fue menor que el promedio para las últimas dos semanas, en T1 la ganancia fue de 793g, en T2 fue de 825g, en T3 fue de 567g y en T4 690g. Es trascendente aclarar que no es conveniente tomar esta tabla como referencia absoluta para evaluar la variable ya que se usaron para el trabajo, concentrados convencionales.

Para apreciar el comportamiento de la ganancia de peso en finalización véase la Figura 3

3.2.3. Ganancia de peso total. Al realizar el Análisis de Varianza ($Pr>F=0,05$) de la ganancia de peso total, no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos, (Tabla 19), lo que significa que la ganancia total de peso de los pollos fue similar para todos los tratamientos.

Tabla 19. Análisis de varianza para Ganancia de peso total

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	FC	Pr>f
Inter-grupos	113.027,188	3	37.675,729	1,108	0,384
Intra-grupos	407.870,250	12	33.989,188		
Total	520.897,438	15			

En el trabajo no se presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos pero los promedios de ganancia de peso estuvieron por debajo de los reportados por Lon-Wo, Díaz, Ma. Cino y Rodríguez (2001), los cuales reportan que con porcentajes de 10%, 15% y 20% de inclusión de frijol caupi se encontró una ganancia de peso de 1.64 Kg, 1.65 Kg y 1.65 Kg respectivamente; [24]; de la misma forma Jabib, Barrios y Vega (2002) publicaron en su trabajo con pollos de engorde, una ganancia de peso de 1.990g, 1.985g, 1.913g, 2.007g y 2.015 g. para los tratamientos: 0%, 10% crudo, 10% cocidos, 20% crudo y 20% cocido, respectivamente. Los datos fueron tomados hasta el día 49 de edad. [25]

Los resultados encontrados por León., I. Angulo y J. Madrigales en un trabajo con dietas con inclusión de harina de frijol caupi en 0%, 12.5% y 25%, reportan que desde inicio del experimento, las ganancias de peso fueron de 1970, 2140 y 2140 g respectivamente y de 2150, 2180 y 2190 para las mismas dietas peletizadas lo que muestra que estuvieron mas altas que las encontradas en el presente trabajo; [26]. Estos resultados muestran que la ganancia de peso en la presentación de harina en los tratamientos 12.5% y 25% no tuvieron diferencias significativas entre ellas lo que indica que el incremento en el porcentaje de inclusión no influyo en la ganancia de peso. La ganancia de peso de la dieta peletizada fue mayor que los resultados con la dieta en harina esto por que los pelletz tienen mas atractivo para el pollo y además tienen menos desperdicio al ser consumidos, lo que sugiere que al haber mas consumo hay mayor ingestión de nutrientes y por ende mejor ganancia de peso. [26]

Trompiz Jacqueline; Ventura Max; Esparza Douglas; Alvarado Eudo; Betancourt Eleazar en 2002 realizaron un trabajo con porcentajes de inclusión de harina de caupi de 0%, 8% y 16% para la alimentación de pollos encontraron resultados mayores a los del trabajo, las ganancias totales fueron 1720g, 1890g y 1800g para cada tratamiento respectivamente. [20]

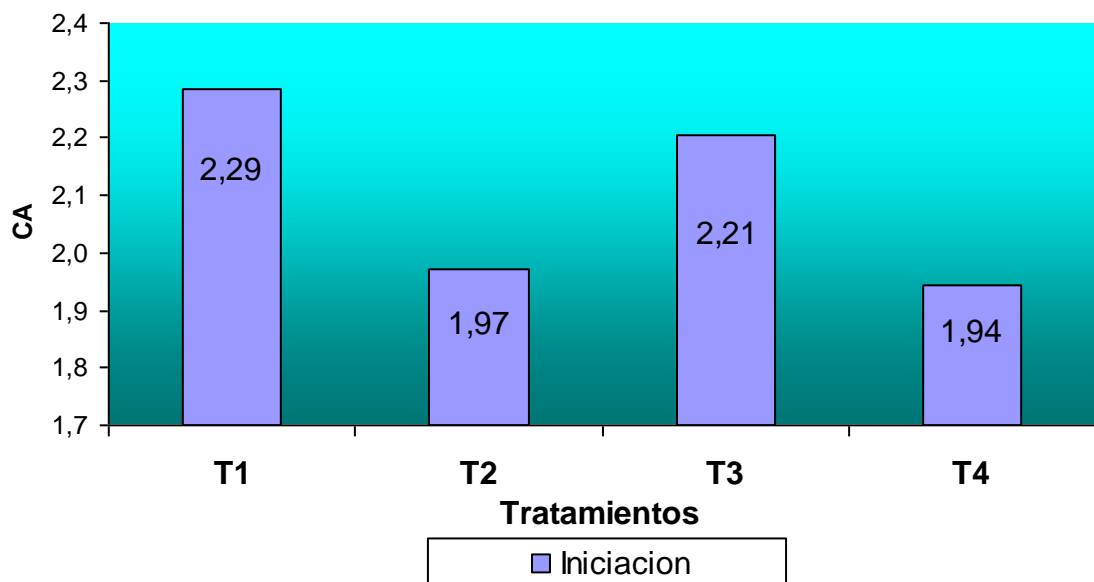
La presentación del alimento en forma de harina llevo a que se obtuvieran resultados menores que los otros trabajos consultados esto debido a que las presentaciones gruesas estimulan el consumo por ende la cantidad de alimento para digerir es mayor, también se hace una estimulación al desarrollo de la molleja o estomago muscular con lo que se ve favorecida la trituración del alimento consumido, lo que lleva a que la dieta este mas tiempo en el tracto digestivo y aumente la fracción digestible. [22] también es importante precisar que si se usan partículas gruesas el pH de la molleja va a bajar lo que va a propiciar la colonización de una microflora favorable en el tubo digestivo y va a limitar el crecimiento de microorganismos patógenos. [22]. La degradación de los nutrientes de partículas gruesas en el intestino delgado proximal es mas lenta lo que puede llevar a un aumento de la peristalsis y a una mejor absorción de los nutrientes. [27]

Para apreciar el comportamiento de la variable ganancia de peso total véase la Figura 3

3.3 CONVERSION ALIMENTICIA

3.3.1. Conversión alimenticia etapa iniciación.

Figura 4. Conversión alimenticia para la etapa de iniciación



T1: 0% de caupi; T2: 15% de caupi; T3: 25% de caupi; T4: 35% de caupi

Al realizar el Análisis de Varianza ($Pr>F=0,05$) para la conversión alimenticia en iniciación, no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos, (Tabla 20), lo que representa que la conversión alimenticia de los pollos fue similar para todos los tratamientos.

Tabla 20. Análisis de varianza para la Conversión alimenticia en iniciación

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	FC	Pr>f
Inter-grupos	0,348	3	0,116	1,297	0,320
Intra-grupos	1,072	12	0,089		
Total	1,420	15			

Los valores de conversión alimenticia en iniciación fueron mayores a los reportados en la tabla de ITALCOL en 2002 (Tabla 2), ya que el promedio de la conversión en la semana 4 es de 1.45 y los promedios para los tratamientos evaluados fueron T1: 2.29, T2: 1.97, T3: 2.20 y T4: 1.94.

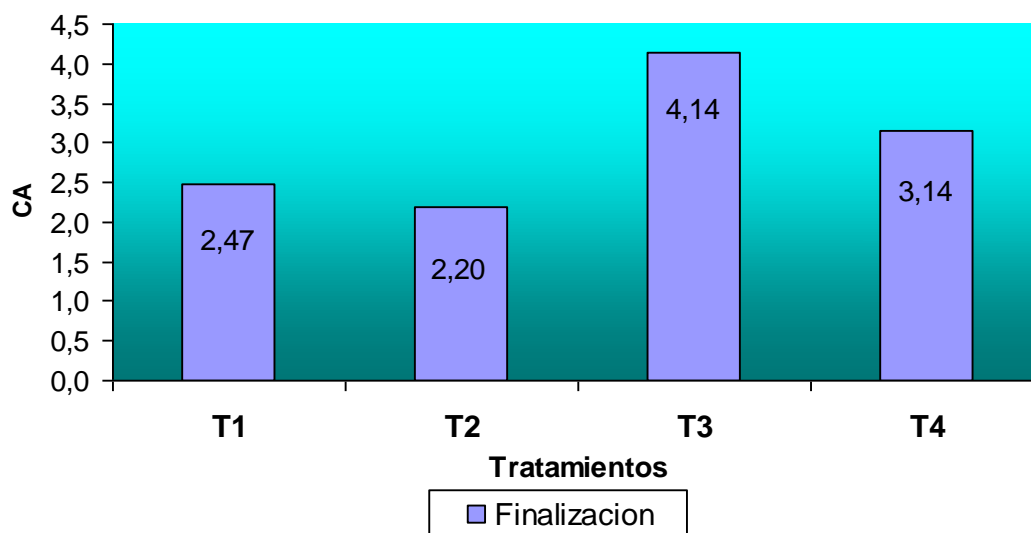
Existen reportes de trabajos en pollos de engorde bajo alimentación con fracciones de frijol caupi en donde a la tercera semana se presentan Conversiones Alimenticias de 1.51, 1.54, 1.59 y 1.76 en tratamientos con inclusión de caupi de 0%, 5%, 10% y 15% respectivamente, las cuales son similares a las obtenidas en el ensayo. [22]

La literatura científica que documenta el efecto de la inclusión de frijol caupi sobre la conversión alimenticia es muy limitada. Se documenta que el posible aumento de la conversión alimenticia después de la inclusión de 15% de frijol caupi en la alimentación de pollos esta dado por la presencia de taninos en la dieta. [22]

Para apreciar el comportamiento de la conversión alimenticia en iniciación véase la Figura 4

3.3.2 Conversión alimenticia en finalización.

Figura 5. Conversión alimenticia para la etapa de Finalización



T1: 0% de caupi; T2: 15% de caupi; T3: 25% de caupi; T4: 35% de caupi

Al realizar el Análisis de Varianza ($Pr > F = 0,05$) para la conversión alimenticia en finalización, no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos, (Tabla 21), lo que indica que la conversión alimenticia de los pollos fue similar para todos los tratamientos.

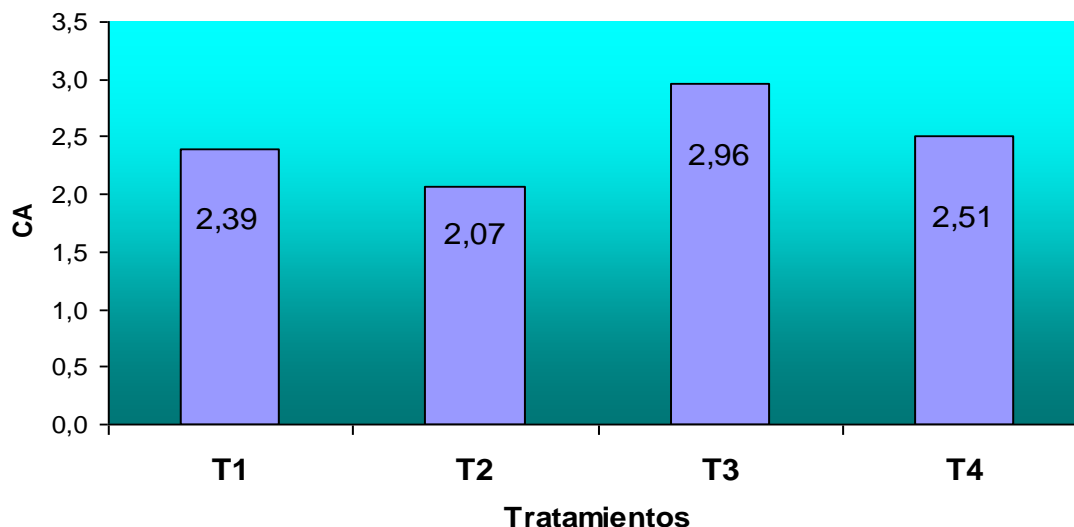
Tabla 21. Análisis de varianza para Conversión alimenticia en finalización

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	FC	Pr>f
Inter-grupos	8,98	3	2,99	2,07	0,157
Intra-grupos	17,3	12	1,4		
Total	26,29	15			

En la etapa de finalización la conversión alimenticia de los tratamientos con 25% y 35% estuvieron mas altos que los otros dos tratamientos (Figura 5), esto posiblemente es debido a la presencia de taninos en la dieta lo que hace que la actividad enzimática en el tubo digestivo se vea disminuida. [22]

3.3.3 Conversión alimenticia total.

Figura 6. Comportamiento de la conversión alimenticia total.



T1: 0% de caupi; T2: 15% de caupi; T3: 25% de caupi; T4: 35% de caupi

Al realizar el Análisis de Varianza ($Pr>F=0,05$) para la conversión alimenticia total, no se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos, (Tabla 22), pero por su cercanía del valor de la $Pr>F=0,06$ a el nivel de significancia ($Pr>F=0,05$) se realizó la prueba de Duncan para observar con mayor sensibilidad la similaridad o lo disímil de los resultados encontrados.

Tabla 22. Análisis de Varianza para Conversión Alimenticia total

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Pr>f
Inter-grupos	1,6	3	0,5	3,14	0,06
Intra-grupos	2,06	12	0,17		
Total	3,69	15			

Se realizó la prueba de Duncan, (Tabla 23), en donde se observan 2 grupos de similaridad estadística para la conversión, el primer grupo conformado por T₂ (15%

Vigna), T₁ (0% de Vigna) y T₄ (35% de Vigna), indica que entre estos tres tratamientos no existen diferencias estadísticas; en un segundo grupo están T₁ (0% de Vigna), T₄ (35% de Vigna) y T₃ (25% de Vigna), los cuales tampoco muestran diferencias estadísticas entre ellos, pero si se aprecia diferencia entre T₂ y T₃ donde T₂ tiene en promedio una conversión alimenticia de 2.06 y T₃ tiene 2.96.

Tabla 23. Prueba de Duncan para conversión alimenticia total

TRAT	Subconjunto para alfa = .05	
	1	2
T2	2,065	
T1	2,393	2,393
T4	2,508	2,508
T3		2,955

T1: 0% de caupi; T2: 15% de caupi; T3: 25% de caupi; T4: 35% de caupi

Dentro del primer grupo todos se comportaron de igual forma teniendo como el de menor valor de conversión alimenticia el de 15% debido a que tuvo la mas alta ganancia de peso total con el consumo final mas bajo, lo que indica que este tratamiento tuvo la tasa mas de alta de aprovechamiento del alimento consumido, ya que con este porcentaje los componentes antinutricionales no causan problemas en la digestibilidad del alimento [22]; por otro lado no estuvo muy alejado del valor de conversión alimenticia de concentrados comerciales en la meseta de Popayán que es de 1.88. [7]

La conversión obtenida por los tratamientos de 25% y 35% es alta comparada con la conversión reportada por ITALCOL para la meseta de Popayán, pero estudios realizados con alimentación de pollos de engorde con inclusión de frijol caupi como el de Lon-Wo, Díaz, Ma. Cino y Rodríguez en el 2001 reportan valores de conversión alimenticia así, 2.11, 2.05 y 2.07 para 10%, 15% y 20% respectivamente los cuales muestran que valor obtenido con el tratamiento de 15% de caupi es el mismo reportado por los autores; pero autores como Jabib, Barrios y Vega en 2002 publicaron en su trabajo con tratamientos de 0%, 10% crudo, 10% cocidos, 20% crudo y 20% cocido de frijol caupi, los promedios para conversión alimenticia que son, respectivamente, 2.02, 2.07, 2.06, 2.04 y 2.06 los cuales son menores que los del trabajo realizado. [24] [25] [26]

La posible causa de los valores altos esta dada por la presencia de taninos en el fríjol caupi que hace que la lisina no sea asimilable por el pollo de engorde. [12]
 Los taninos al afectar la digestibilidad de las proteínas y de algunos aminoácidos esenciales mediante la formación de compuestos de gran peso y tamaño molecular, causan una ganancia de peso menor, causando que la conversión alimenticia se eleve ya que no se aprovechan la gran mayoría de los nutrientes ofrecidos en la dieta. [23] [13]

La granulometría también afecta la conversión alimenticia ya que como ya se dijo, las partículas gruesas van tener una velocidad de paso menor, por consiguiente, mas posibilidad de absorción y digestión del alimento; además; se va a tener un mayor desarrollo de la molleja al igual que un pH menor en la misma lo que va a ayudar a que la conversión alimenticia se mantenga en valores bajos que es una necesidad a la hora de tener un lote económicamente eficiente. [23] [27]

3.4 MORTALIDAD

En la tabla numero 24 se presenta el estado de la mortalidad para el ensayo.

Tabla 24. Mortalidad

tratamiento	# pollos muertos	% mortalidad
T1	12	7,5
T2	19	11,9
T3	10	6,3
T4	13	8,1
total	54	33,8

El porcentaje de mortalidad fue del 33.8%, lo cual esta por encima del 3% que es el índice que debe tratar de tener cualquier explotación de pollos. [28]

Las patologías que se presentaron durante el ensayo presuntamente fueron Ascitis y Perosis ya que los síntomas así lo aparentaban.

El síndrome ascítico no es una enfermedad sino una condición patológica que se caracteriza por la acumulación de líquido en la cavidad abdominal y es producida

por las causas generales del edema. Por los síntomas y lesiones de este proceso patológico tan complejo es difícil pensar en una etiología única. El diagnóstico es sencillo para determinar esta enfermedad. [29]

La presencia de fluido ascítico en los pollos se ha relacionado desde hace más de veinte años con diversos agentes tóxicos, factores nutricionales y algunas condiciones de origen fisiopatológico. Entre las intoxicaciones que se informa han causado ascitis están las causadas por cresoles, nitrofuranos, cloruro de sodio, aflatoxinas y algunas plantas como la *Crotalaria spectabilis* y *Phytolacca americana*. Entre los factores nutricionales se mencionan las deficiencias proteicas, de vitamina E y de selenio. En relación a los aspectos físicos que pueden causar la ascitis resulta de interés la insuficiencia cardíaca derecha que ocurre en aves criadas en grandes altitudes en las que se presenta hipertensión pulmonar derecha. [29]

Se han hecho estudios en donde se ha llegado a la conclusión que los progresos genéticos para obtener un pollo pesado en el menor tiempo posible, han contribuido a ser la causa principal de mortalidad, debido a que se genera rápidamente una gran masa muscular que no está de acuerdo con el desarrollo del corazón y de los pulmones, favoreciendo la acumulación de líquidos en el abdomen, lo que se conoce con el nombre de ascitis aviar. [30]

Los pollos presentaron esta enfermedad posiblemente debido a cambios en la ración proteica de la dieta al pasar de la etapa de iniciación con 21.11% de proteína a la de finalización con un 18.31% de la misma (tabla 1), ya que según reportes la incidencia de ascitis comienza a la segunda semana llegando a su punto máximo en la cuarta semana [31] que es en donde se hacen los cambios de dieta. El crecimiento de los pulmones es un 10% menor que el resto del cuerpo en los pollos de engorde lo que hace que los pulmones trabajen al límite fisiológico [31] lo que conlleva a que cualquier baja de oxígeno en el ambiente afecte el funcionamiento cardiopulmonar causando síndrome ascítico como pudo haber pasado en el ensayo; las fallas en tránsito sanguíneo por causas cardíacas producen una congestión crónica pasiva principalmente en el hígado lo que lleva a la ascitis. [31]

A raíz de la presencia del síndrome ascítico se llevó a cabo un tratamiento a la enfermedad a base de antiestrés que permitió seguir con el trabajo propuesto inicialmente.

La PEROSIS o CONDRODISTROFIA o “slipped tendon”, es una forma de osteodisplasia que consiste en la deformidad anatómica de los huesos de la pata de los pollitos pequeños, gallinas, pavos, faisán, gallina silvestre y codorniz. Éste problema es mayormente genético pero se ve desarrollado y agravado por un conjunto de factores entre los que se encuentra la deficiencia de minerales como el manganeso, zinc, cobre y vitaminas como el ácido nicotínico, ácido fólico, la biotina y la colina, así como trastornos de la relación calcio/fósforo. La colina específicamente es esencial en la construcción y mantenimiento de la estructura celular, así como en el aseguramiento de la maduración normal de la matriz cartilaginosa del hueso. [33]

Los síntomas son el encorvamiento de la epífisis distal del tibi tarso o de la epífisis proximal del metatarso o bien de ambas, con o sin desviación bilateral, unilateral o asimétrica de los radios óseos hacia adentro “varus” o hacia afuera “valgus”. Afecta solo al 0.5-2 % de una parvada aunque en algunos casos la frecuencia llega a fluctuar entre 5 y 25%, sobretodo en machos. [34]

Es observable antes de la 1^o semana de edad y se acentúa a medida que crece el animal. Cuando la afección es muy severa las aves se apoyan el miembro lesionado sobre corvejón, por lo que, el epitelio de dicha región sufre erosión, infección y se llega a desarrollar artritis bacteriana. Ésta enfermedad es más común en condiciones de crianza en confinamiento, sobre todo cuando prevalece la aglomeración; las razas pesadas son más susceptibles que las razas ligeras y las raciones que contienen grandes cantidades de minerales suelen agravar la afección. [32]

Las condiciones ambientales inapropiadas o desuniformes durante la incubación son uno de los estreses ambientales más comunes que pueden afectar el desarrollo óseo y la salud de las piernas de los pollos. [39]

La incidencia de los postramientos son mayores en las primeras tres semanas, ya que este problema se percibió desde la primera semana del ensayo y se prolongó hasta el fin del mismo pero con menor incidencia al final ya que el tratamiento surtió efecto positivo. La causa se podría atribuir a problemas con el alimento suministrado ya que no tuvimos en cuenta el manganeso en el balance de las raciones y no se pudo determinar si había una deficiencia de manganeso y de

vitaminas del complejo B en el concentrado que son las causas de esta enfermedad,

Reportan que la concentración de Zn en el grano de caupi esta entre 0.88 mg/100g y 0.52 mg/100g. Indicando así que tiene buena cantidad de este mineral, lo que muestra que la causa de la perosis en el presente ensayo no fue por deficiencia en Zn. [34]

Estudios realizados con esta especie de leguminosa han evidenciado su elevado contenido en ácido glutámico, aspártico y lisina, además se consideran excelentes fuentes de niacina, tiamina, ácido ascórbico, vitaminas hidrosolubles y minerales. [35] [36] [37]

Jabib, Barrios y Vega en 2002 reportan en su ensayo con caupi que de los 200 pollos que iniciaron el experimento finalizaron 194; 3 fallecieron por estrés calórico y uricosis, y 3 fueron eliminados por problemas anatómicos en las patas, lo que indica que las muertes no se atribuyeron a la acción del caupì en la dieta. Según la literatura la inclusión de caupi en la dieta de pollos de engorde posiblemente no causa perosis a los animales por su contenido de vitaminas y minerales.

La incidencia de las enfermedades no tuvo relación con los tratamientos evaluados ya que esta se presento por igual en todas las repeticiones y el tratamiento se hizo de igual manera en todas las jaulas; este consistió en el suministro permanente de un antiestrés a base de vitaminas y minerales recomendado para aves por el medico veterinario mezclado con el agua a voluntad.

La mortalidad por perosis fue por la incapacidad de tomar alimentos y agua ya que el movimiento se ve afectado gravemente y los pollos sanos tienen un mejor acceso a los comederos y los bebederos que los enfermos.

Lo que queda por decir es que otro factor diferente al caupi fue el causante de la mortalidad, puede haber sido una posible mala calidad de la pmezcla de vitaminas y minerales ya que a esta no se le hizo un análisis para conocer la concentración de sus componentes. Por esta razón se siguió con el ensayo ya que el caupi no tuvo incidencia en la mortalidad de la parvada.

4.5 ANALISIS ECONOMICO

El análisis que se realizó fue a partir del uso de la conversión alimenticia total en las diferentes etapas y los valores del costo de cada kilogramo de los tratamientos evaluados (Tabla 25)..

Tabla 25. Costo de un kilo de carne en cada tratamiento

Tto	CA	valor Kg. concentrado	valor para producir un kilo de carne
T1	2,39	\$ 1.098	\$ 2.626
T2	2,07	\$ 1.056	\$ 2.181
T3	2,96	\$ 971	\$ 2.869
T4	2,51	\$ 927	\$ 2.325

En el ensayo según la información en la tabla 25 el costo de producción de un kilogramo en el tratamiento con 15% de Caupi fue de \$2181 lo que lo convierte en el más barato en comparación a los otros tratamientos. Este resultado quiere decir que se necesitan de \$2181 para subir un kilogramo de peso en un animal alimentado con un concentrado con 15% de harina de grano de Caupi; a su vez, para subir el mismo kilo de peso con el concentrado de 25% se necesitan de \$2869 convirtiéndose en el más costoso de los tratamientos.

El concentrado de 15% muestra buenos resultados nutricionales como lo indica el valor de conversión alimenticia lo cual hace que este tenga el menor costo de producción; por esto es que desde el punto de vista económico se recomienda este concentrado para las dos etapas.

Lon-Wo, Díaz, Ma. Cino y Rodríguez afirman que el caupi es una fuente proteica alternativa para ser empleada a altos niveles de sustitución, sin afectar el comportamiento productivo y con beneficios económicos que la hacen altamente competitiva, aún sin emplear tratamientos tecnológicos que requieran altos gastos energéticos o equipos muy complejos y sobre todo sin que implique la necesidad de incorporar en mayor cuantía uno de los alimentos importados.

Jabib, Barrios y Vega estudiaron el efecto económico de la inclusión de el frijol de caupi en las dietas para pollos de engorde en donde se demostró los mayores beneficios de la torta de soya en condiciones de precios estables de los dos ingredientes, pero un análisis de sensibilidad de precios demostró que cuando ocurra una baja del 20% en el precio del frijol Caupí y el precio de la torta de soya se mantenga estable es más rentable emplear frijol Caupí que torta de soya en las dietas. Esta condición es importante ya que este comportamiento se da en los

precios del frijol Caupí en la costa caribe colombiana el cual es abundante en la época de verano.

4. CONCLUSIONES

Se determinó que para la variable productiva ganancia de peso los mejores resultados encontrados fueron los del tratamiento de 15% de inclusión de harina de grano de caupi, ya que logró una ganancia de 1308g la cual fue superior a la lograda por los demás tratamientos evaluados dentro del trabajo de investigación.

Para la conversión alimenticia se demostró que el tratamiento de 15% de inclusión de grano de caupi según los análisis estadísticos, logró el menor valor para esta variable con 2.06 de entre los arrojados por los tratamientos evaluados.

Se encontró que la ganancia de peso y la conversión alimenticia se afectan negativamente si se usan porcentajes superiores al 15% de inclusión de caupi en la dieta de pollos de engorde.

El tratamiento T2 (15% de inclusión de caupi) obtuvo el mejor comportamiento desde el punto de vista económico, ya que si se tiene en cuenta el costo de producción de un Kg de peso vivo en el trabajo, el T2 produce un Kg con \$2181 el cual es el valor más bajo entre los tratamientos.

Se halló que la presentación del alimento en forma de harina afecta los parámetros productivos, reduciendo el consumo de alimento, bajando la ganancia de peso e incrementando la conversión alimenticia.

Se demostró que en las causas de las patologías que se presentaron, las cuales presuntamente fueron ascitis y perosis, aparentemente no tuvo nada que ver la acción de la materia prima evaluada (*Vigna unguiculata*). Esto se hizo confrontando las causas verdaderas de las enfermedades con las características del caupi.

Se encontró que el caupi en la dieta para pollos de engorde puede llegar a mejorar el consumo, ya que los valores más altos se presentaron en los tratamientos de 25% con 3165 g, 35% con 2996 g y el testigo con 3044g.

5. RECOMENDACIONES

Es factible la inclusión de harina de frijol caupi hasta en un 15% ya que este tratamiento obtuvo buenos resultados en ganancia de peso, conversión alimenticia y en el análisis económico.

Toma relevancia realizar estudios con altos niveles de inclusión de frijol caupi al cual se le someta tratamientos con el fin de suprimir los compuestos antinutricionales que afecten la digestibilidad de los nutrientes.

Es importante realizar estudios donde se manejen alimentos con inclusión de caupi con granulometría gruesa para así determinar las variables productivas como consumo, ganancia y conversión alimenticia, y también verificar la viabilidad económica de la transformación del alimento a partículas gruesas (pellets y crumbles).

También es de importancia evaluar el caupi en la alimentación de otros animales monogástricos de importancia zootécnica como, gallinas ponedoras y cerdos; y así poder determinar una posible viabilidad económica y productiva, para el pequeño productor, del caupi en estas especies.

Se podrían realizar estudios que comprometan el uso de otros órganos de la planta aparte de la semilla, como hojas y tallos en la alimentación de animales rumiantes y monogástricos en diferentes formas como por ejemplo, en forraje verde, en ensilaje, seco o en harina haciendo parte de un concentrado.

Sería conveniente llevar estudios con caupi en pollos de engorde más allá de las 6 semanas de vida que se usa en las granjas tecnificadas para llevar el pollo a un mayor peso y analizar los parámetros económicos necesarios.

BIBLIOGRAFIA

[1] FENAVI 2006, 2007

[2] DÍAZ, M.F., Padilla, C., LON-WO, E. Cino, D:M: y AGUIRRE, L. Las vignas: una alternativa para la alimentación de aves. XIII Forum Ciencia y Técnica. La Habana. 1999

[3] VILLENA FERNÁNDEZ, Eduardo, JIMÉNEZ RUIZ, José. Técnico en Ganadería. ed Cultural S.A. Madrid, España. 2002

[4] Guía técnica pollo de engorde, 2003

[5] CASTELLANOS, M.,. Higienización de Aguas en Granjas Avícolas. En: Industria Avícola. Colombia. Volumen 52, Número 11. Noviembre. P 24-25. 2006

[6] ROSTAGNO, Teixeira. LOPES, Albino. GOMES, de Oliveira, Lopes, Ferreira y TOLEDO Barreto.,. Tablas brasileñas para aves y cerdos. 2º edición. Universidad Federal de Vicosa – departamento de Zootecnia. Vicosa, Brasil. 2005

[7] ITALCOL, registro ICA 494A AL

[8] SCHLECHT, E., MAHLER, F., SANGARÉ, M., SUSENBETH, A. and BECKER, K. Quantitative and qualitative estimation of nutrient intake and faecal excretion of Zebu cattle grazing natural pasture in semiarid Mali. In: 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. Pp. 85-97 1995

[9] OJEDA E. Johana, SOLARTE C. Luis Evaluación agronómica de cuatro accesiones de caupi (*Vigna unguiculata*) como alternativa forrajera y de mejoramiento del suelo de ladera en el municipio de Caldono, Cauca. Colombia. (2006)

[10] PETERS, M., FRANCO, L.H., SCHMIDT, A. e HINCAPIÉ, B. Especies Forrajeras Multipropósito: Opciones para Productores de Centroamérica. CIAT, Cali, Colombia. (In Spanish). 2003

[11] BELMAR, C.R.. 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. Pp 51-67. 1998

[12] León R., A.; I. Angulo; M. Jaramillo; F. Requena y H. Calíbrese caracterización química y valor nutricional de granos de leguminosas tropicales para la alimentación de aves. Maracaibo, Venezuela. 1993

[13] JARAMILLO, Marta E. Sorgos graníferos altos en taninos condensados: significancia nutricional y factibilidad de uso en la alimentación de aves. Venezuela.. Rev. El Avicultor.com, 1(1):24-28. 2005

[14] FATOKUN, C.A., TARAWALI, S.A., SINGH, B.B., KORMAWA, P.M. and TAMÓ, M. (eds) Challenges and opportunities for enhancing sustainable cowpea production. Proceedings of the III World Cowpea Conference held at the International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadan, Nigeria, 4-8 September 2000. IITA, Ibadan, Nigeria. 2002

[15] LEÓN., I. ANGULO y J. MADRIGAL. Evaluación de la inclusión de frijol (*vigna unguiculata*) en dietas para pollos de engorde. Instituto de Investigaciones Zootécnicas CENIAP-FONAIAP. Maracay.

[16] D'MELLO, J.P.F.. Under utilized legume grains in non-ruminant Nutrition. Tropical Legumes in Animal Nutrition. Ed. J :P :F : D'mello y C. Devendra, CAB Int. United Kingdom. P. 172. 1995

[17] DÍAZ, M.F. & PADILLA, C.. Utilización de nuevos cultivares como alternativa en la alimentación de animales Monogástricos. I Taller Contribución de la

Educación Superior a la Producción de Animales Monogástricos. Instituto de Ciencia Animal, la Habana, Cuba. 1996

[18] DÍAZ, M.F., PADILLA, C., LON-WO, E. CINO, D:M: y AGUIRRE, L.. Las vignas: una alternativa para la alimentación de aves. XIII Forum Ciencia y Técnica. La Habana. 1999

[19] CRC. 2005. Comunicación personal.

[20] TROMPIZ Jacqueline; VENTURA Max; ESPARZA Douglas; ALVARADO Eudo; BETANCOURT Eleazar.. Evaluación de la sustitución parcial del alimento balanceado por harina de grano de frijol (*vigna unguiculata*) en la alimentación de pollos de engorde. Facultad de Agronomía, La Universidad del Zulia. Edo Zulia, Venezuela. 2002

[21] LOPEZ, F.,. Suplementación con morera (*Morus alba*) para vacas Holstein en lactancia Popayán. Tesis de maestría. Universidad Nacional. Sede Palmira. 2002

[22] LÓPEZ Silvio, RINCÓN-REYES Hirwin, MUÑOZ Rafaela, HIGUERA Atilio, ARZÁLLUZ-FISCHER Ana y URDANETA Hermógenes.. Parámetros productivos y química sanguínea en pollos de engorde alimentados con tres niveles diéticos de harina de granos de frijol (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) durante la fase de crecimiento. Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XVII, N° 2, 150 – 160. edo Zulia, Venezuela. 2007

[23] MARTINS, paulo cesar. Alimento preiniciador: importancia de su utilización en la vida del pollo de engorde. Sao Paulo. Brasil. 2003

[24] LON-WO Esmeralda, DÍAZ María F, CINO Delia Ma. Y RODRÍGUEZ Bárbara. Harina de *Vigna unguiculata* una opción técnico-económica para la producción de broilers. 2001.

[25] JABIB Leonel, BARRIOS Pedro, VEGA Arturo . Evaluación del frijol caupí (*vigna unguiculata*) como ingrediente proteico en dietas para pollos de asadero. Universidad de Córdoba, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Departamento de Zootecnia, Montería, Córdoba, Colombia. 2002

[26] LEÓN., I. ANGULO y J. MADRIGAL. Evaluación de la inclusión de frijol (*vigna unguiculata*) en dietas para pollos de engorde. Instituto de Investigaciones Zootécnicas CENIAP-FONAIAP. Maracay.

[27] PENZ JUNIOR, Antônio Mário. Avances en la alimentación de monogástricos: aves. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Brasil

[28] ROSS BREEDERS LIMITED., Manual de manejo del pollo de engorde. Disponible en Internet: www.aviagen.com. 2002

[29] Alternativas en el manejo del alimento para la Prevención de la ascitis en pollo de engorde. SOLLA. Colombia.

[30] PAASCH M. Leopoldo. Desarrollo de algunas investigaciones sobre el síndrome ascítico en México. Facultad de medicina veterinaria. UNAM. México D.F. 1999

[31] LOPEZ COELLO, Carlos. Investigaciones sobre el síndrome ascítico en pollos de engorde. Facultad de ciencias veterinarias, UNAM. México DF. 1991.

[32] VINUEZA BURGOS Christian. Granja avícola De La Sierra. Estudios realizados en la Universidad Central Del Ecuador, Facultad De Medicina Veterinaria y Zootecnia.

[33] Patología aviar. Universidad nacional autónoma de México. 2006

[34] MORENO Judith, HIDALGO Dora, SOLANO María de L y GARCÍA Guadalupe. Leguminosas de Grano de Consumo Tradicional en Tabasco: Determinación del Contenido Nutricional. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Agropecuarias. 2005

[35] BRESSANI, R.. Nutritive value of cowpea. Cowpea research, production and utilization. P. 332. S.R. Singh and K.O. Rachie (eds.). John Wiley & Sons Ltd., Chichester, New York. Brisbane, Toronto, Singapore. 1985

[36] PRINYAWIWATKUI, W., K.H. Mc WATTERS, L.R. BEUCHAT, and R.D. PHILLIPS.. Cowpea flour: a potential ingredient in food products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 36:414 -436. 1996

[37] NIELSEN, S.S., T.A. OHLER, and C.A. MITCHELL.. Cowpea leaves for human consumption. Production, utilization, and nutrient composition. p. 326. *In* Singh, D.R. Moham Raj, K.E. Dashiell, and L.E.N. Jackai (eds.). *Advances in Cowpea Research*. International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadan, Nigeria and Japan International Research Centre for Agricultural Sciences (JIRCAS), Tsukuba, Ibaraki, Japan. 1997

[38] RESTREPO PABON, martha. OSSA LONDOÑO, jorge. *Bioquímica, nutrición y alimentación de la vaca*. Ed biogénesis. Medellín, Colombia. 2005.

[39] OVIEDO-RONDON, Edgar. *La incubación afecta el desarrollo óseo y la incidencia de problemas de piernas*. Universidad estatal de Carolina del norte, USA. 2008