



COMPARACIÓN DE MATERIAS PRIMAS ALIMENTICIAS (FRUTO DEL TRUPILLO (*Prosopis juliflora*), Y HOJA DE YUCA (*Manihot esculenta*) EN EL RENDIMIENTO DEL ENGORDE DE POLLOS EN SU ETAPA DE FINALIZACIÓN.

YAMILE ROJAS MORA

Doctora Leonor Barreto
Asesora Trabajo de Grado

Noviembre 2016

RESUMEN

Se desarrolló este ensayo con la finalidad de evaluar el efecto de raciones con harina de hojas de yuca (*Manihot esculenta*), (HHY) y harina de fruto del trupillo (*Prosopis juliflora*), (HT) sobre el comportamiento productivo en pollos de engorde. Se utilizaron 100 pollos de la línea genética Ross, machos de 21 días de edad; los cuales fueron distribuidos al azar en 5 tratamientos, con 20 pollos por cada tratamiento. Se evaluaron los siguientes T1: 0% de HHY y HT, T2: 5% de HHY, T3: 10% de HHY, T4: 5% de HT y T5: 10% de HT, durante 15 días. Los parámetros productivos estudiados fueron: Ganancia de peso (GP), Consumo de alimento (CA), Conversión alimenticia (C), Mortalidad (M). El diseño estadístico empleado fue completamente al azar, los datos se analizaron a través del análisis de varianza ANOVA. Las aves que consumieron las dietas correspondientes a los tratamientos T3 y T5 presentaron un comportamiento similar, arrojando valores de 2577 gramos y 2578 gramos, respectivamente, pero presentaron diferencias significativas con respecto a T2 y T4 presentando estos un peso menor con valores de 2566 gramos y 2564 gramos respectivamente. Esta diferencia puede atribuirse al volumen de ingesta de las raciones con HHY y HT en los tratamientos evaluados, ya que T2 presentó el menor consumo de alimento, mientras el mayor consumo lo arrojó T5. Sin embargo, el incremento de peso mostrado por los pollos de engorde que consumieron las raciones con mayor porcentaje de incorporación parcial de HHY y HT puede considerarse adecuados.

Palabras clave: alimentos alternativos, consumo alimenticio, ganancia de peso, pollo de engorde.

ABSTRACT

This trial in order to evaluate the effect of diets with flour cassava leaves (*Manihot esculenta*), (CLM) and flour fruit of trupillo (*Prosopis juliflora*), (HT) on productive performance in broilers was developed. 100 chickens Ross genetic line, males aged 21 days were used; which they were randomly distributed in 5 treatments, with 20 chickens per treatment. We evaluated the following T1: 0% CLM and HT, T2: 5% CLM, T3: 10% CLM, T4: 5% HT and T5: 10% of HT for 15 days. The production parameters studied were: weight gain (GP) Food Consumption (CA), feed conversion (C), mortality (M). The statistical design was completely random, the data were analyzed through ANOVA. Birds that consumed diets corresponding to the T3 and T5 treatments showed a similar behavior, yielding values of 2577 grams and 2578 grams, respectively, but showed significant differences from T2 and T4 presenting these less weight with values of 2566 grams and 2564 grams respectively. This difference can be attributed to the volume of intake of rations with CLM and HT treatments evaluated, since T2 had the lowest feed intake, increased consumption while I throw T5. However, weight gain shown by broilers that consumed rations with the highest percentage of partial incorporation of CLM and HT may be considered appropriate.

Keywords: alternative foods, food consumption, weight gain, broiler.

AGRADECIMIENTO

A Dios. Supremo y maravilloso que me dio unos padres ejemplares y esforzados.
A mi familia y a mis tutores.

Muchas gracias.

ÍNDICE GENERAL

JUSTIFICACIÓN	
PREGUNTA PROBLEMA	
RESUMEN	
ABSTRACT	
AGRADECIMIENTO	
INTRODUCCIÓN	
OBJETIVOS	
OBJETIVO GENERAL	
OBJETIVOS ESPECIFICOS	

CAPITULO I. MARCO TEORICO

1.1	Generalidades de la yuca (<i>Manihot Esculenta</i>)	14
1.1.1	Producción de Yuca (<i>Manihot Esculenta</i>) en Colombia	15
1.1.2	La Yuca (<i>Manihot Esculenta</i>) en la Alimentación Humana	15
1.1.3	El follaje como suplemento	16
1.1.4	La yuca y follaje de yuca (<i>Manihot Esculenta</i>) en la alimentación animal.	17
1.1.5	Valor nutricional y condiciones de uso.	19
1.1.6	Factores anti nutricionales.	20
1.1.7	Formas de suministro.	21
1.2	Generalidades del Trupillo (<i>Prosopis juliflora</i>)	21
1.2.1	Usos del Trupillo (<i>Prosopis juliflora</i>)	22
1.2.1.1	Usos en la Alimentación	22
1.2.1.2	Usos en Artesanías	23
1.2.2	El Árbol de Trupillo <i>Prosopis juliflora</i>)	23
1.2.2.1	Descripción Botánica del Trupillo (<i>Prosopis juliflora</i>)	24
1.2.3	Harina de Trupillo (<i>Prosopis Juliflora</i>)	27
1.3	Investigaciones realizadas con la utilización de Yuca y del Trupillo en la alimentación de las aves.	28
1.3.1	El follaje de la yuca (<i>Manihot Esculenta</i>) como fuente de proteína para la producción animal en sistemas agroforestales	29
1.3.2	Efecto de raciones con harina de follaje de yuca sobre el comportamiento productivo en pollos de engorde.	29
1.3.3	Estudio preliminar del desarrollo tecnológico de un embutido tipo salchicha utilizando harina de Trupillo (<i>Prosopis juliflora</i>)	30
1.3.4	Evaluación de un medio de cultivo a partir del fruto de Trupillo (<i>Prosopis juliflora</i>)	30
1.4	Generalidades del Pollo de Engorde	30
1.4.1	Tiempo del Periodo de Engorde	30
1.4.2	Requerimientos Nutricionales	31
1.4.3	Otros Aspectos	31

CAPITULO II. METODOLOGÍA

2.1	Tipo de estudio	33
2.2	Localización	33
2.3	Materiales y Métodos	34
2.4	Diseño Experimental	36
2.5	Planteamiento de Hipótesis	37
2.6	Variables Productivas	37
2.6.1	Parámetros productivos	37
2.6.1.1	Ganancia de peso	37
2.6.1.2	Consumo de Alimento	37
2.6.1.3	Conversión del Alimento	37
2.6.1.4	Mortalidad	37
2.6.2	Rendimiento en Canal	37

CAPITULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1	Resumen de Resultados	39
3.2	Ganancia de Peso	39
3.3	Consumo de Alimento	42
3.4	Conversión Alimenticia	42
3.5	Mortalidad	43
3.6	Rendimiento en Canal	43

CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1	Conclusiones	45
4.2	Recomendaciones	46

5.	REFERENCIAS	47
----	-------------	----

ANEXOS		51
--------	--	----

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Contenido de Nutrientes en Hojas de Yuca (<i>Manihot Esculenta</i>).	18
Tabla 2. Composición Bromatológica de la Yuca y el Follaje de Yuca (<i>Manihot Esculenta</i>).	20
Tabla 3. Análisis del ripio de la yuca	21
Tabla 4. Composición de la parte Aérea de la Yuca (<i>Manihot esculenta</i>) Cosechada para forraje a los 90 días.	21
Tabla 5. Parámetros de una Plantación del Trupillo (<i>P. Juliflora</i>)	25
Tabla 6. Análisis Bromatológico Trupillo (<i>Prosopis juliflora</i>)	26
Tabla 7. Composición en porcentaje de frutos de Trupillo (<i>P. Juliflora</i>) de harina sobre peso seco	27
Tabla 8. Composición de aminoácidos esenciales de harina y frutos de Trupillo (<i>P. Juliflora</i>).	27
Tabla 9. Composición en porcentaje de la Harina de <i>Trupillo</i> (<i>Prosopis juliflora</i>) 100 gr de peso seco	28
Tabla 10. Requerimientos nutricionales para pollos de engorde machos con desempeño medio.	31
Tabla 11. Formulaciones elaboradas para la alimentación de pollos.	35
Tabla 12. Composición bromatológica de materias primas utilizadas.	35
Tabla 13. Composición bromatológica de las dietas ofertadas a los pollos.	36
Tabla 14. Resumen de resultados	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Peso promedio y Ganancia de Peso obtenido en los cinco tratamientos al evaluar el consumo de la HHY y la HT.	40
Figura 2. Comportamiento del Peso de las Aves.	41
Figura 3. Consumo Promedio Acumulado de Alimento en los cinco tratamientos.	42
Figura 4. Conversión Alimenticia.	42
Figura 5. Rendimiento en Canal (sin vísceras)	43

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A.

Tabla 1. Pesos obtenidos periodo de engorde de pollos en los cinco tratamientos.	52
---	----

Tabla 2a. Mortalidad 1° semana.	53
---------------------------------	----

Tabla 2b. Mortalidad 2° semana.	53
---------------------------------	----

ANEXO B.

Tabla 1, 2. ANOVA	54
-------------------	----

Tabla 3. Análisis de Varianza	54
-------------------------------	----

Tabla 4. Parámetros del Análisis Estadístico	55
--	----

Prueba de Shapiro – Wilk	55
--------------------------	----

ANEXO C.

Tabla 1. Variable Consumo de Alimento.	56
--	----

ANEXO D.

Tabla 1. Variable de Peso Vivo de las Aves	57
--	----

Tabla 2. Rendimiento de Canal.	57
--------------------------------	----

ANEXO E.

Tabla 1. Variable Ganancia de Peso.	58
-------------------------------------	----

ANEXO F.

Tabla 1. Variable de Conversión Alimenticia.	59
--	----

PREGUNTA PROBLEMA

Teniendo en cuenta la justificación anterior, se plantea la siguiente pregunta de investigación

¿Es posible mantener o mejorar los parámetros productivos del pollo engorde de utilizando materias primas alimenticias no convencionales como el fruto de trupillo (Prosopis juliflora) y la hoja de yuca (Manihot esculenta) en sustitución del alimento balanceado comercial?

JUSTIFICACIÓN

Debido a las variables condiciones ambientales a que está sometido nuestro planeta situación que en cambio de parar o mejorar tiende a agravarse, es importante considerar en nuestra región unas fuentes forrajeras que posean características interesantes para la producción y conservación, teniendo en cuenta que hay déficit hídrico y producción de biomasa escasa, es importante reconocer forrajes como las hojas de yuca y el fruto del trupillo. Las hojas de yuca normalmente se usan como tapa para los bultos de diversos tubérculos o frutos agrícolas, ignorando su potencial nutricional; al fruto del trupillo le ocurre algo diferente, en el campo todos saben que cuando el verano ha agotado el pasto y otras plantas, los animales rodean los árboles de Trupillo y con lo que él les da sobreviven mientras empiezan a caer las primeras lluvias y rebrotan los pastos. Estos dos forrajes proporcionan proteínas de buena calidad a bajo costo y se pueden conseguir abundantemente en esta región Caribe, para alimentar aves de rápido crecimiento y a precio que brinda más rendimiento a los productores avícolas.

Reconocer y valorar la variedad de los recursos forrajeros se encuentran en la Costa atlántica, regiones semi-desérticas y tórridas, también en zonas áridas y cálidas de América sea de forma permanente o estacional, que aportan los nutrientes (proteínas, carbohidratos y grasas) para la alimentación eficiente de los animales. Las materias primas escogidas: fruto del trupillo (*Prosopis juliflora*), y la hoja de yuca (*Manihot esculenta*), son especies vegetales de fácil consecución y propagación en la Costa Caribe Colombiana.

Las dos son un recurso valioso que vale la pena utilizar y comparar para medir su aceptación, eficacia y eficiencia en la alimentación animal en este caso en los pollos de engorde, que por su corto ciclo de vida y rápido desarrollo requieren de materias primas altamente eficientes en su aporte de nutrientes, en especial la proteína.

Los altos costos en la alimentación balanceada que se ofrece a los pollos de engorde, encarecen el producto final: la carne; debido a que en los costos de producción, el alimento constituye entre el 65% y 70% del total, (se toma en cuenta el costo de las proteínas utilizadas que fluctúan entre 18% y 24% de la ración) y por ende es el factor primordial a considerar en una producción para hacerla más eficiente y rentable en el pollo de engorde.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo evaluó los nutrientes de dos especies vegetales que abundan en los suelos de la Costa Caribe: el fruto del trupillo (*Prosopis juliflora*) y la hoja de la yuca (*Manihot esculenta*), para ser incluidos en la dieta de los pollos de engorde y comparar el comportamiento productivo de las aves.

Inicialmente se les suministró alimento iniciador comercial como periodo de acostumbramiento en los primeros 10 días, luego el alimento de crecimiento o levante comercial hasta el día 21 y finalmente el alimento de engorde preparado con harina de trupillo (*Prosopis juliflora*) y harina de hojas de yuca (*Manihot esculenta*). Los tres tipos de alimento se ofrecieron a las aves *ad-libitum*. Las aves recibieron el manejo general integral aplicado en una granja de pollos de engorde comercial, la diferencia radicó en el número de pollos por lote y el tipo de alimento empleado.

Los tratamientos experimentales evaluaron el efecto de las raciones alimenticias, por un periodo de 15 días (periodo de engorde), elaboradas con harina de trupillo (*Prosopis juliflora*) (HT) y harina de hojas de yuca (*Manihot esculenta*) (HHY), aplicadas en dos concentraciones cada una: 5% y 7.5%.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el comportamiento productivo de pollo de engorde en la fase de finalización, con la inclusión en la dieta de harina de hojas de yuca (*Manihot esculenta*) y harina del fruto de trupillo (*Prosopis juliflora*).

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Balancear dietas alimenticias, con las materias primas a comparar para cubrir los requerimientos nutricionales de acuerdo a la etapa de finalización o engorde de las aves.
- Comparar los parámetros productivos de: peso, consumo, conversión y mortalidad.

CAPITULO I. MARCO TEORICO

1.1 Generalidades de la yuca

La yuca es originaria de América del sur, fue domesticada hace 5000 años y cultivada extensivamente desde entonces en zonas tropicales y subtropicales del continente.

Los primeros viajeros europeos reconocieron rápidamente las virtudes de este cultivo y lo distribuyeron por las colonias que los países europeos tenían en África y Asia. Hasta hace unas pocas décadas, la yuca y sus productos eran poco conocidos fuera de las regiones tropicales, en donde esta había sido cultivada por muchos años (Ospina y Ceballos, 2002)

Por su adaptabilidad a las condiciones marginales, la yuca se ha diseminado en toda la zona tropical del mundo, y ha alcanzado una producción total aproximadamente 130 millones de toneladas métricas anuales; cerca del 40% de este total se produce en África, otro 40% en Asia y la mayor parte de la cantidad restante se produce en América Latina y el Caribe (Buitrago, 1990).

El cultivo de la yuca (*Manihot esculenta*) es importante en el trópico por el valor energético de las raíces en la alimentación humana y animal; aun en ciertos países, las hojas se utilizan como componente básico en la dieta de millones de personas. El cultivo aventaja a otros por la capacidad de producir en suelos degradados, tolerar la sequía y resistir plagas y enfermedades, además de los usos alimentarios se puede emplear en la producción de almidones y alcohol (Albán, 2004)

La planta de yuca presenta cuatro fases principales: germinación de las estacas, formación del sistema radicular, desarrollo de los tallos y hojas y engrosamiento de raíces reservantes y acumulación de almidón en sus tejidos. En los primeros tres meses de desarrollo, la planta ya está formada, las hojas tardan de 60 a 70 días en variedades precoces y 85 a 95 días en las tardías. Cuando el cultivo se somete a estrés hídrico, se afecta la producción de biomasa y aumenta la cantidad de proteína extraída del forraje, cuando la planta crece rápido debido a condiciones ambientales favorables, disminuyen los contenidos nutricionales por el “efecto de dilución” es decir que los nutrientes absorbidos se distribuyen en mayor cantidad de materia seca. Las variedades adaptadas en regiones templadas con buenos rendimientos que se llevan a condiciones casi a nivel del mar, son más eficientes en la producción de biomasa aérea.

Existen más de 5 mil variedades de yuca en el mundo de las cuales cada una tiene su particularidad pero básicamente se clasifican en dulces o amargas; las dulces la mayoría son de consumo humano y no presentan toxicidad, el nivel de ácido cianhídrico (HCN) está alrededor de 20 partes por millón; mientras que las amargas pueden contener 50 veces más que lo anterior, aunque las dulces por exceso de nitrógeno o falta de potasio en el suelo pueden volverse amargas (Gómez, 2006)

1.1.1 Producción de yuca en Colombia

La producción de yuca en Colombia corresponde a un cultivo de economía campesina, de tecnología tradicional, poco intensiva en el uso de maquinaria agrícola e insumos químicos, cuya producción se destina a la atención de la demanda del consumo humano. Adicionalmente, experiencias como las europeas han permitido visualizar un mercado aún más grande que el de consumo humano, cuando se utiliza la yuca seca como materia prima de alto valor energético en la preparación de alimentos balanceados para animales. Ensayos en Colombia han mostrado factibilidad técnica en la sustitución de hasta la mitad del maíz amarillo en algunas dietas, y por composición bromatológica asignan a la yuca seca un valor económico cercano al 70% del de maíz amarillo (Quintero, 2004)

La yuca es el tubérculo de mayor dispersión geográfica. Se produce en 25 departamentos, siendo Bolívar el principal productor con 14% de la producción nacional en el 2000 (24.310 ha. cosechadas y 235.508 toneladas). Le siguen Santander con el 10%, Sucre 9%, Córdoba 9% y Antioquia 7% (Velásquez y Giraldo, 2004).

1.1.2 La Yuca en la alimentación humana

Las raíces y tubérculos más importantes yuca, papa, camote y ñame, se adaptan a una amplia gama de usos: seguridad alimentaria, alimentos básicos (para consumo fresco y en forma procesada), cultivos comerciales, para alimento animal y como materia prima para fines industriales. La yuca, la papa y el camote figuran entre los diez cultivos alimenticios más importantes producidos en los países en desarrollo (Scott, Rosegrant y Ringler, 2000)

1.1.3 El follaje como suplemento

En la década de los setentas, cuando fue económicamente factible el uso de altas cantidades de melaza-urea como base de dietas de engorde de ganado (Preston y Willis, 1974), la gran inquietud fue poder encontrar un forraje capaz de reemplazar tanto la proteína como la fibra en tales dietas líquidas que carecían de ambos elementos.

La cosecha del forraje es fácil y eficiente y puede también ser utilizada para la alimentación humana en caso de necesidad. La yuca manejada como planta forrajera en sistemas integrados tiene un alto potencial para la producción de proteína de alto valor nutritivo. Sembrada en densidad de más de 50,000 tallos/ha y con alta tasa de fertilización con abono orgánico (100 toneladas/ha/año) puede llegar a producir hasta 3 toneladas de proteína por hectárea/año. La hoja de yuca contiene altas cantidades de ácido cianhídrico que para los rumiantes no presenta problema gracias al proceso de detoxificación de estos elementos por los microorganismos del rumen. En contraste, para animales monogástricos la hoja de yuca debe ser secada al sol o ensilada en condiciones anaeróbicas para reducir su toxicidad a tal punto que no cause problemas en los animales monogástricos (Giraldo, 2008)

El follaje de la yuca, al ser suministrado a los rumiantes en forma fresca o como heno, actúa como fuente de proteína sobrepasante. Por tanto puede ser una alternativa a las fuentes proteicas convencionales como son las harinas de soya, de maní y de pescado (Giraldo, 2008). Las hojas ensiladas de la yuca son bien consumidas por los cerdos y la materia seca es de alta digestibilidad (Preston, 1998)

1.1.4 La yuca y follaje de yuca en la alimentación animal.

A pesar de la versatilidad de la yuca en cuanto al uso en la alimentación para que ella pueda contribuir de una manera efectiva a la solución de las necesidades nutricionales desde las diferentes especies se requieren condiciones especiales igual que ocurre con otros materiales que se usan con el mismo propósito. Tales condiciones tienen que ver con el adecuado manejo de ciertos factores nutricionales y algunos principios “anti nutricionales” que presentan la yuca y sus derivados en general, así como con el aprovechamiento eficiente de las características específicas de cada producto.

En términos generales al incluir la yuca en cualquiera de sus formas o productos en programas de alimentación animal se deben tener en cuenta los siguientes factores: • La concentración de nutrientes. • La presencia del ácido cianhídrico y glucósidos cianogénicos. • El deterioro acelerado que sufren la raíces después de las cosechadas.

Las raíces y el follaje de la planta de yuca son un recurso nutricional importante para la alimentación animal en el trópico (tabla 1). En Colombia hay grandes posibilidades de incrementar la producción de las variedades industriales de yuca y con ella se podría reemplazar buena parte de los cereales tradicionalmente empleados en la fabricación de alimentos balanceados (Ospina y Ceballos, 2002).

Tabla 1. Contenido de nutrientes en hojas de yuca

Nutrientes	Hojas	Hojas y Peciolos	Hojas, Peciolos y Tallos
Proteína	22.7	21.6	20.2
Cenizas	10.9	9.8	8.5
Grasa	6.8	6.3	5.3
Fibra	11	11.6	15.2
Humedad base	7.80	9.00	7.60

Fuente: Giraldo, 2006

La hoja de yuca alcanza niveles proteicos hasta del 32% (Trujillo, 2009), tiene la propiedad de producir durante todo el año; con una raíz que posee alto nivel de almidones y el follaje un recurso fibroso-proteico de buena calidad por la digestibilidad de sus componentes, la parte aérea de la planta de yuca puede someterse a diferentes procesos para la obtención de productos con destino a la alimentación de aves.

Las hojas de yuca han sido subutilizadas, actualmente se usan principalmente en la elaboración de productos para alimentación animal, en especial de rumiantes, ya que actúan como fuente de proteína sobrepasante, pues ésta pasa al intestino y es digerida por el animal y no es consumida por las bacterias ruminales. Estas hojas poseen contenidos de proteína, vitaminas y minerales que actualmente se conocen pero no se aprovechan en el desarrollo de tecnologías (Giraldo, 2006)

La calidad de cada uno de los productos y subproductos que se obtiene de la parte aérea depende naturalmente de la calidad del follaje original; esta calidad varía ampliamente, ya que depende en gran parte de la proporción entre hojas y tallos y edad de la planta (Trompiz, 2007)

La hoja de yuca funciona parcialmente como fuente de proteína sobrepasante. A pesar de resultados tan alentadores, el uso de la yuca como forraje proteico para la producción animal no tuvo impacto. Probablemente, la razón fue la falta de entender en aquella época la importancia del alto nivel de extracción de

nutrientes del suelo al cosechar repetidamente el follaje de yuca (Preston, Rodríguez, Van Lai y Chau, 1998)

El follaje de yuca se emplea en la alimentación animal como fuente de proteína y de xantofilas (pigmentos naturales) aunque se usa con limitaciones en las dietas de los monogástricos a causa del contenido de fibra (Buitrago, 1990)

El follaje o parte aérea de la planta de yuca se puede utilizar como alimento para animales, especialmente en rumiantes y herbívoros no rumiantes. Se caracterizan por alto nivel de proteína y de fibra, dos factores de gran importancia cuando se define la especie animal que puede utilizar este producto y el programa de alimentación que se diseña para ella. El follaje recién cosechado presenta un contenido de humedad alto, que afecta negativamente la concentración de nutrientes esenciales y limita su uso por los rumiantes y otros animales herbívoros, en condiciones normales el rendimiento de la parte aérea (hojas, tallos, pecíolos) de la yuca se aproximan al que se obtiene de las raíces. Sin embargo, existen variedades y sistemas de producción que permiten orientar la producción de yuca hacia mayor rendimiento de follaje. La cosecha de la parte aérea de la planta en cultivos destinados a la producción convencional de raíces no se debe hacer antes de 4-5 meses, porque se puede afectar severamente el desarrollo de las raíces; a mayor edad de la planta la cosecha de la parte aérea tiene efectos menos adversos sobre el rendimiento de las raíces. Por otra parte la poda de la parte aérea pocos días antes de la cosecha de las raíces mejora su resistencia al deterioro fisiológico, aunque reduce su contenido de almidón y desmerita su textura (Buitrago, 1990)

Para obtener henos de alta proteína de la parte aérea de la yuca, se debe preferir el tercio superior de la planta y cosecharlo 12 – 16 meses después de la siembra (Martínez, 1992)

La hoja de yuca constituye un recurso no tradicional, nativo y de excelente fuente proteica para ser utilizado en 20% en la alimentación de cerdos en la etapa de engorde (Trompiz, 2002).

1.1.5 Valor nutricional y condiciones de uso.

La yuca es una especie eficiente en la producción por hectárea de carbohidratos comparados con los cereales. Es un alimento energético básico en gran parte de la industria de alimentos balanceados para animales, ya sea en forma de harina, de hojuelas o de gránulos. El almidón de las raíces es el principal alimento animal que ofrece la yuca, normalmente, el contenido de materia seca de la raíz fluctúa entre el 34% y 38% y el almidón entre 75% y 80%. De una

producción de 25 toneladas se obtienen 9.5% de materia seca y 7 % de almidón, 3% de proteína y 4% de fibras (Ospina y Ceballos, 2002)

En la tabla 2 se observa que estos dos recursos alimenticios tienen propiedades nutritivas complementarias, mientras que el contenido de proteína en yuca es bajo (2,5%), esto lo complementa el buen contenido de proteína del forraje (22, 7%). Aunque no se determinó en el contenido de energía, por el contrario es bajo en el forraje de yuca y alto en yuca. Considerando el aporte de yuca y forraje de yuca, la suplementación ofrecida aportó 343 g de proteína y 3,962 Mcal de EM/día.

Tabla 2. Composición bromatológica de la yuca y el follaje de yuca

INGREDIENTE	MS %	PC %	H %	C %	FDN %	FDA %	TDN %	ED	EM
YUCA	38.3	2.5	1.2	3.9	32.4	5.8	73	3.3	2.40
HOJAS DE YUCA	28.5	22.7	1.5	8.6	37.9	34	62.5	2.9	2.24

MS = materia seca.

PC = Proteína cruda.

C = Ceniza.

FDN = Fibra en detergente neutro.

FDA = Fibra en detergente ácido.

Reportados por Ospina y Ceballos (2002)

Tabla 3. Análisis del ripio (partes no comercializables del tubérculo) de la yuca.

Nutrientes	PROTEÍNA	CENIZAS	GRASA	FIBRA	HUMEDAD
Ripio de Yuca	4,97	3,05	0.76	7,64	12,06

(Ospina y Ceballos, 2002)

En la alimentación animal, el follaje de yuca consta principalmente de hoja, pecíolos y tallos menores o ramas. La calidad nutricional del follaje depende como en la raíz, de factores del suelo, de la edad de la planta, de la variedad y de otros. Hay un factor que influye directamente en localización final del follaje: la relación proporcional entre hojas y tallos, la cual cambia con la edad de la planta. Se recomienda en alimentación de animales, el follaje que contiene hojas, pecíolos, y tallos verdes (partes tiernas de la rama), evitando los tallos principales y las partes leñosas, el follaje constituido por hojas y tallos tiernos arroja un producto cuyo nivel de fibra es bajo y casi siempre inferior al de la mayoría de leguminosas y al del follaje de otras especies tropicales (Ospina y Ceballos 2002)

Los datos sobre la composición de la parte aérea de la yuca demuestran el alto potencial de esta planta como fuente proteica (Tabla 4).

Tabla 4. Composición de la parte aérea de la yuca cosechada para forraje a los 90 días

	HOJA	PECIOLO	TALLO
Proporción % base seca			
Moore 1976	52	15	33
Meyreles et al., 1977	47	15	38
Contenido de MS %			
Moore 1976	29	18	16
Meyreles et al., 1977	29	15	17
N*6.25, % MS			
Moore 1976	29	11	11
Meyreles et al., 1977	28	12	11

El follaje de yuca se emplea en la alimentación animal como fuente de proteína y de xantofilas (pigmentos naturales) aunque se usa con limitaciones en las dietas de los monogástricos a causa del contenido de fibra (Buitrago, 1990)

1.1.6 Factores anti nutricionales.

Al suministrar yuca a los animales de variedades amargas sin ser procesadas o altos niveles de yuca fresca de variedades dulces que no se conozca el nivel de HCN, esto puede producir intoxicación. Los niveles altos de HCN aunque no lleguen a producir sintomatología de intoxicación pueden inhibir la debida absorción de carbohidratos y proteína. En caso de intoxicación el tratamiento es suministrar vinagre vía oral o tío sulfato de sodio o nitrato de sodio inyectado. No solamente la yuca puede contener HCN otros productos como el sorgo, semillas de manzana, duraznos, estrella africana, productos lácteos y cárnicos (Gómez, 2006)

1.1.7 Formas de suministro.

Suplementar como forraje de yuca, se suministra picado y oreado un día antes, es de buena aceptación por los animales. El heno de yuca tiene buena aceptación por los animales pero inferior que el forraje oreado, hay varias formas de producirlo que puede ser secando al sol los tallos y las hojas de cultivos para forraje (Wanapat, 2001) pero el mejor método consiste en secar los chips de raíces de yuca, extendiendo en carpas de polietileno negro y depositar chips; en el caso del forraje se pica y se deposita con densidad de 8 kg./m³ y en caso de lluvias simplemente se doblan los pliegues de la carpa y así se protege el material de la lluvia. Se recoge con 12% de humedad obteniéndose cuando el forraje crepita como papa frita u hoja seca (Gómez, 2006).

1.2 Generalidades del trupillo (*Prosopis juliflora*)

Es un tipo de leguminosa, familiar del fríjol, del guisante, la caraota y el quinchoncho; perteneciente a la familia de las mimosáceas que se conoce con diferentes nombres según el país: mesquite en México, pluma de oro en Cuba, manca caballo en Panamá, carbón en Costa Rica, algarrobo en Perú y Ecuador y cují en Venezuela. (Cuentas, 2011). Conocido como aipia, por los wayuu de la guajira colombiana, también le dan el nombre de “jipía yoluja: árbol del diablo” porque según la mitología ancestral ahí reposan los espíritus malignos, por eso ellos no permiten que un trupillo crezca cerca de las casas, y es muy buscado por tormentas eléctricas en tiempo de lluvias (Amaya, 2012)

El trupillo o algarrobo (*Prosopis juliflora*) es un árbol piroso que alcanza alturas hasta 15 metros que habita en la región Caribe y los valles interandinos de Magdalena y Cauca en las zonas secas y muy secas, en los suelos neutros o alcalinos y desde el nivel del mar hasta los 1200 msnm (Cuentas, 2011)

El trupillo es una importante fuente de alimento porque crece en forma silvestre y es resistente al déficit hídrico, se encuentra abundantemente en las zonas áridas y semiáridas del país (península de la Guajira, Magdalena y Cesar). Es un arbusto o pequeño árbol nativo de México, Sudamérica y el Caribe. Fue introducido en Asia y Australia.

1.2.1 Usos del trupillo (*Prosopis juliflora*)

Los trupillos son plantas rústicas que se desarrollan en zonas donde el agua de lluvia es muy escasa para la agricultura y la ganadería; el cultivo de los trupillos es fácil y no requiere de grandes inversiones. Otras ventajas del trupillo es su potencialidad como planta ornamental, medicinal, como planta para reforestación de áreas sin vegetación y como protectora del medio ambiente.

Su uso incluye forraje, madera y manejo ambiental. El cultivo y aprovechamiento de los trupillos o algarrobos que crecen en forma silvestre en las zonas áridas y semiáridas de la corteza terrestre, cubriendo áreas desérticas y semidesérticas, son estimados por sus múltiples productos que brindan sus hojas, frutos, ramas, flores y madera, como recurso alimenticio para sus pobladores y como forraje para los animales domésticos (Cuentas R., 2011)

El trupillo posee características físicas que permiten hacer uso de esta leguminosa con eficiencia en cada aplicación, el trupillo posee gran variedad de aplicaciones entre ellas se encuentran:

1.2.1.1 Usos en la Alimentación

El trupillo es una especie silvestre que aunque no ha sido domesticada posee características deseables esto se aprecia en la evaluación de la calidad fisicoquímica del fruto de dicha planta, que tiene proteínas vegetales, fibra y sacarosa (buena cantidad de azúcar), fruto total bajo en grasa entre otros utilizándose este y sus derivados para la alimentación humana y animal (forraje).

Las hojas pueden ser ensiladas para la alimentación de animales en épocas de fuertes sequías o inviernos prolongados, método actualmente puesto en práctica en distintas ciudades aledañas al hábitat de especie por la industria de ganaderos en el suplemento de ganado vacunos, equinos, caprinos, ovinos de pelo y porcinos.

Las vainas y las semillas molidas convertidas en harina y combinadas con leche son empleadas en la alimentación humana empleándose como complemento alimenticio en la elaboración de pan, chicha, cerveza y miel, practica ingeniada y acostumbrada en la tradición de la etnia Wayuu (Cuentas, 2011)

1.2.1.2 Usos en Artesanías

La elaboración de artesanías a partir del maguey de trupillo, que es moldeable, debe pasar por un proceso de preparación para una mejor manejabilidad en el cual el maguey experimenta un lapso de remojo, luego de deshidratación y prolongadamente de deshilación para el diseño determinado y lograr prototipos únicos.

En la producción artesanal cabe destacar mochilas, chinchorros, accesorios (manillas, collares, fajones, etc.) en definición cualquier diseño tejido que conste de armonía física y de utilidad; además el maguey se usa en la práctica de la elaboración de cuerdas, jáquimas y riendas para los animales de montar como los asnos y caballos.

El corazón del trupillo (parte interna del fruto) machacado y hervido es usado en la obtención de un color gris el cual sirve para tinturar fibras para cestería; también posee madera muy útil en distintos campos en este se utiliza en la elaboración de fustes para sillas de montar particular empleo utilizado desde épocas antiguas que parte de la tradición de los indígenas wayuu (Cuentas, 2011)

1.2.2 El Árbol de trupillo (*Prosopis juliflora*)

El árbol *Prosopis spp.*, conocido como trupillo o mesquite (Correa y Bernal, 1995), pertenece a la familia de las leguminosas. Se caracteriza por su elevado contenido de azúcares, fibra dietética y proteína (Bravo, 1999). Es una planta originaria de

México, aunque con distribución hasta algunas regiones áridas y semiáridas de norte, centro y suramérica.

En Colombia es abundante en varias zonas semiáridas y zonas de bosque tropical con poca pluviosidad: en la costa Atlántica, las orillas del río Magdalena y los Llanos Orientales, esta especie es erróneamente considerada maleza indeseable y se combate por su agresividad y competencia con otras especies forrajeras (Correa y Bernal, 1995).

El árbol se desarrolla en zonas de precipitación escasa, a temperaturas altas e insolación intensa. Se presenta en climas cálidos y semicálidos, crece en suelos areno-arcilloso, salinos, rocosos, arenosos e incluso en dunas secas. Crece sin dificultad en suelos con pH de 6.5 hasta 10,4 (Conabio, 2002). Los frutos carnosos y dulces no se abren para soltar sus semillas, de color amarillo paja o marrón, alargados, compactos y curvos. El tiempo transcurrido entre la floración y fructificación es de tres meses. Las semillas están protegidas por una cubierta dura y color amarillento.

El árbol está formado por raíces laterales y verticales que pueden penetrar el suelo y el subsuelo, hasta 18 a 25 mt., de profundidad, donde encuentran agua subterránea (Díaz, 1997). Produce de 300 a 8,000 Kg/ha y anualmente de 3,000 a 10,000 Kg de fruto por hectárea (Conabio, 2002).

Hay plantas que dan sus primeros frutos a los 20 meses después de sembradas (Díaz, 1997). Es considerada especie vegetal promisoría, de aprovechamiento integral y con múltiples usos (Semarnat, 2002). La goma que exuda el tronco se usa como pegamento y para dar viscosidad a mezclas con polvos insolubles y pesados; la madera es de gran interés en la construcción y como combustible. La corteza contiene taninos para curtir pieles, forraje para ganado bovino, ovino y caprino; la goma obtenida de las semillas se usa como edulcorante para alimentos y tiene propiedades muy semejantes a las de la goma arábica (Conabio, 2002).

La primera fructificación ocurre a los 21 meses y la producción media de frutos (tabla 5)

Tabla 5. Parámetros de una plantación del trupillo (*P. Juliflora*)

	PARAMETROS	ALTURA (m)	DIAM.COPA (m)	PESO FRUTOS(gr)
Paulo Lima-	<i>P.juliflora</i>	4.10	5.38	428.84
Da Silva(1986)	<i>P.juliflora</i> (carbono)	3.29	3.90	-----

Fuente: Lima 1986.

El crecimiento casi espontáneo del árbol de trupillo (*Prosopis juliflora*), el largo ciclo vital, permiten asociar esta especie con aplicaciones en el campo de la biotecnología, por lo que se puede tratar de darle un uso integral, enmarcado dentro del concepto “cero emisiones” (ZERI, Zero Emissions Research Initiative, Pauli, 1995), aprovechando el alto contenido de nutrientes para la obtención de un medio de cultivo. Pues innovar en medios de cultivo a partir de una planta de bajos requerimientos económicos para su cultivo y mantenimiento, y que su explotación involucre unas etapas de procesamiento simples, es una alternativa interesante desde el punto de vista económico (Díaz y González, 1997)

1.2.2.1 Descripción botánica del trupillo (*Prosopis juliflora*)

Tronco y ramas: el tronco tiene una corteza agrietada de color marrón gris, mientras que las ramas y ramillas son de superficie lisa y verdosa, la madera en su parte externa es de color blanco cremoso, la parte central de color marrón oscuro-vinoso. El tronco puede tener de 60 a 80 cm de diámetro pudiendo llegar hasta dos metros en individuos muy viejos y alcanzar de 4 a 20 metros de altura.

Hojas: compuestas, paripinada con folíolos de 8 -15 mm de longitud y 3 - 5 mm de ancho.

Flores: son de color amarillo verdoso, miden de 2 - 3 mm de longitud, están agrupadas en racimos en forma de espigas axilares de 5 -10 cm de longitud conformadas por aproximadamente 300 flores. Se puede encontrar flores, frutos verdes y maduros al mismo tiempo en el mismo árbol.

Frutos: cuando es baja la disponibilidad de alimentos, las vainas y las semillas son consumidas por los animales que encuentran en ellas la presencia de una pulpa gruesa, dulce, que rodea la semilla rica en proteínas.

Por su alto contenido proteico, (tabla 6), el fruto del *Prosopis juliflora spp* puede explorarse como medio de cultivo sustituto de gran variedad de medios para cultivar hongos (como maíz, avena, zanahoria, papa y semisintéticos con ingredientes naturales), los cuales afectan la morfología, el color y la formación de esporas. La mayoría de los hongos tienen buen crecimiento en medios enriquecidos, donde la glucosa es la fuente de carbono más utilizada; la fuente de nitrógeno incluye peptona, aminoácidos y compuestos de nitrato. El medio sabouraud es muy usado para hongos y levaduras, conocido desde 1910; su pH ácido (5.6) desarrolla características para diagnóstico como estructuras esporuladas y pigmentación (Sabouraud, 2002).

Tabla 6. Análisis bromatológico trupillo (*Prosopis juliflora*)

Parte	Proteína (g)	Grasa (g)	Carboh. (g)	Fibra (g)	Cenizas (g)	Ca (mg)	P (mg)
Flor	21.0	3.2	65.8	15.5	10.0	1,310	400
Hojas	19.0	2.9	69.6	21.6	8.5	2,080	220
Frutos	13.9	3.0	78.3	27.7	4.8	--	--
Semillas	65.2	7.8	21.8	2.8	5.2		

Fuente: FAO 1980

En Brasil, los frutos de trupillo (*P. Juliflora*) son cosechados y procesados una vez secos contienen 17–19% de humedad y deben ser guardados en un lugar seco y ventilado. Se pasan luego a través de una trilladora estándar y luego los trozos son sometidos a un proceso de secado de 4–6 horas. Después del secado, 16–18% del producto que tiene fibras largas es utilizado directamente para alimento de rumiantes (tablas 7 y 8). El resto se mezcla con otros elementos para alimento de rumiantes monogástricos y algunas veces aves (FAO 2000)

Tabla 7. Composición en porcentaje de frutos de trupillo (*P. Juliflora*) de harina sobre peso seco:

Componente	Frutos	Harina
Humedad (%)	12.2	9.7
Proteínas (%)	12.4	21.8
Lípidos (%)	1.3	5.2
Fibras (%)	22.0	19.2
Cenizas (%)	3.2	3.3
Carbohidratos (%)	48.9	40.8

Fuente: Negreiros 1992

Tabla 8. Composición de aminoácidos esenciales de harina y frutos de trupillo (*P. Juliflora*).

Aminoácidos	Harina de frutos	Total en frutos
Isoleucina	3.07	3.56
Leucina	6.67	7.86

Lisina	3.75	5.04
Met + Cist.	2.64	4.73
Fen + Tir	6.72	7.21
Treonina	2.95	3.03
Triptófano	ND	2.23
Valina	3.75	5.85
Histidina	2.92	2.00
Arginina	10.85	---

Fuente: Negreiros 1992.

1.2.3 Harina de trupillo (*Prosopis Juliflora*)

En Colombia la deficiente ingesta de proteínas alcanza el 36%, lo cual significa que la ingesta diaria recomendada (0,91 g/kg de peso) no es satisfecha en un gran sector de la población. Nuestras especies vegetales leguminosas nativas como es el caso del trupillo no tienen mucho uso en la alimentación humana, debido principalmente a los arraigos culturales y el posicionamiento comercial que tienen algunas como la soya. La harina de trupillo presenta alta cantidad de 33.8% y de carbohidratos de 37,4% (Jaimes, 2012). De acuerdo a los resultados obtenidos de las propiedades funcionales de la harina de trupillo (tabla 9), tecnológicamente puede ser utilizada donde se emplean harinas tradicionales como la soya. Los resultados microbiológicos fueron normales y los sensoriales fueron aceptables (Jaimes, 2012)

Tabla 9. Composición en porcentaje de la harina de trupillo 100 gr de peso seco.

Componente	Humedad	Proteínas	Lípidos	Fibra	Cenizas	Carbohidratos
Harina	8.8	33.8	8.2	7.68	4.12	37.4

Fuente: Jaimes 2012

La proteína del trupillo (*P. juliflora*), constituye el (60%) del peso de las semillas; pero para que los animales se beneficien de ella, cuando es baja la disponibilidad de alimentos, las vainas y las semillas deben ser trituradas pues de lo contrario pasan a través del tracto digestivo sin ser asimiladas. La trituración es difícil por la presencia de una pulpa gruesa que rodea la semilla.

En las últimas décadas ha surgido un gran interés en el uso de concentrados proteicos, esto se debe al aumento exponencial de la población que genera un déficit creciente a escala mundial de productos ricos en proteínas. Con el fin de satisfacer esta demanda se han realizado numerosas investigaciones tendientes a

encontrar nuevas fuentes proteicas y tecnologías que permitan obtener una mayor disponibilidad y calidad de proteínas, a partir de las diferentes fuentes proteicas existentes en la actualidad (Caro, 1992).

Las propiedades funcionales son propiedades fisicoquímicas que le permiten contribuir a las características deseadas de un alimento. Estas pueden clasificarse en tres grandes grupos: Propiedades de hidratación dependiente de las características proteína-agua, propiedades dependientes de las interacciones proteína- proteína, propiedades superficiales (Marrugo, 2012).

La gran variedad de recursos forrajeros que se pueden encontrar en la costa caribe de Colombia, constituyen una riqueza ante la crisis de alimentos para animales y personas que se da a nivel mundial. Entre las materias primas escogidas: algunas proliferan en forma tal que se imponen en el medio por su abundancia en épocas difíciles (veranos fuertes y prolongados), además de pertenecer al grupo de las leguminosas como en el caso del trupillo constituirse en un recurso común y abundante, en el caso de la yuca, que por ser un cultivo de pan coger, la consecución de su follaje se facilita en todas las zonas del país y en cualquier época del año (a las hojas de la planta no se les da ninguna utilidad).

Las leguminosas tienen bajos niveles de fibra y por consiguiente alta digestibilidad lo que hace que sus contenidos energéticos sean similares al pasto.

En el caso del trupillo, perteneciente a la familia *mimosaceae* (FAO, 2000), es una leguminosa de producción anual estacional (de enero a marzo), planta con contenido proteico alto: entre el 14 y el 32% en sus hojas y de más del 30% en sus semillas, que junto a las vainas almacenan azúcares por lo que son dulces y apetecibles a los animales, además de almidones y grasas, elementos que las hacen suplementos altamente energéticos y proteicos (Trujillo, 2009), constituyéndose en uno de los escasos forrajes y frutos con que cuentan los animales de esta zona para alimentarse y subsistir hasta cuando llegan las lluvias y los otros forrajes que los reemplazan; situación está que también es común sobre todo zonas áridas, semi-desérticas y cálidas, de América del Norte, centro del continente y resto de Suramérica (Galera, 2000)

1.3 Investigaciones realizadas con la utilización de la yuca (*Manihot Esculenta*) y del trupillo (*Prosopis juliflora*) en la alimentación de las aves.

En el caso del trupillo (*Prosopis juliflora*), el valor nutritivo y la digestibilidad de las vainas molidas son comparables a los de heno de alfalfa, sin embargo, es necesario que sean procesadas para prevenir problemas en los vacunos; si sólo se incorpora hasta 20% de frutos de cují, no se detectan efectos adversos en el metabolismo de

los nutrientes. Los frutos de cují pueden sustituir a los de cebada en la alimentación de ovejas (Castañeda, 2005)

En la alimentación humana las vainas eran usadas por los indígenas del norte del Perú para hacer pan, y se afirma este uso señalando el alto valor nutritivo del pan hecho a partir de las vainas secas y molidas (Cuca, 2009).

Para la alimentación de animales en el Perú, las vainas se usan en las raciones concentradas en proporción de 40–60%. Son incluidas en las raciones para los ganados de carne, mulas y aves. En Hawái es también muy valorado para las vacas, las aves y cerdos.

P.juliflora ha sido introducido en el Sahel (zona ecoclimática y biogeográfica de transición entre el desierto del Sáhara en el norte y la sabana sudanesa en el sur) y se ha convertido en una fuente de forraje, ya que se utilizan sus frutos y follaje durante la estación seca como diferido, al tiempo que sirve como barrera contra vientos y para estabilizar dunas. Se utiliza para la alimentación humana y animal (FAO, 2000)

1.3.1 El follaje de la yuca (*Manihot Esculenta*) como fuente de proteína para la producción animal en sistemas agroforestales

La yuca manejada como planta forrajera en sistemas integrados tiene un alto potencial para la producción de proteína de alto valor nutritivo.

1.3.2 Efecto de raciones con harina de follaje de yuca (*Manihot Esculenta*) sobre el comportamiento productivo en pollos de engorde.

Se realizó un ensayo con la finalidad de evaluar el efecto de raciones con harina de follaje de yuca (HFY) sobre el comportamiento productivo en pollos de engorde. Durante el ensayo la mortalidad fue nula; los resultados sugieren que es posible incorporar harina de follaje hasta niveles de 7,5% sin afectar los parámetros productivos y permitiendo un ahorro en el costo total de la alimentación, siendo estos similares al estándar de la producción de pollos de engorde (Trompiz et al., 2007)

1.3.3 Estudio preliminar del desarrollo tecnológico de un embutido tipo salchicha utilizando harina de trupillo (*Prosopisjuliflora*)

Los resultados obtenidos de las propiedades funcionales de la harina de trupillo, tecnológicamente puede ser utilizada donde se emplean harinas tradicionales como la soya con resultados microbiológicos normales y sensoriales aceptables (Jaimes et al., 2012)

1.3.4 Evaluación de un medio de cultivo a partir del fruto de trupillo (*Prosopis juliflora*)

A partir del fruto del árbol *Prosopis juliflora* como fuente nutricional; se cultivaron *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus* y *Trichoderma harzianum* en medio líquido a concentraciones de 30, 40 y 45 g/l de azúcares reductores, usando como medio de control saboraud 40. Se pudo concluir que el fruto del *P. juliflora* tiene un alto potencial como fuente nutricional para el cultivo de hongos, tanto en sumergido como en sólido.

1.4 Generalidades del pollo de engorde

1.4.1 Tiempo del periodo de engorde

El ciclo completo en los pollos de engorde dura aproximadamente seis semanas, dividido a su vez en dos fases:

- ✓ Cría o iniciación: comienza desde el primer día de nacido (llamado pollito de un día) hasta que completa 24 o 28 días de vida, es decir, cuatro semanas.
- ✓ Engorde o finalización: va desde la cuarta hasta la sexta semana de vida (42 días), cuando ya está listo para sacrificio.

También se puede medir por el consumo de alimento concentrado, que al final de la cuarta semana debe estar entre 1.200 a 1.500 gramos por ave, al final del ciclo habrá consumido entre 2.800 y 2.900 gramos de concentrado por animal y registrará un peso entre 1.800 y 2.500 gramos.

1.4.2 Requerimientos nutricionales

La formulación en la fase de cría es rica en proteínas (en cantidad no menor al 21 por ciento), energía y suplementos de calcio y vitaminas.

La dieta alimenticia para engorde cambia en su formulación, prefiriéndose mayores porcentajes de energía que de proteínas (tabla 10)

Tabla 10. - Requerimientos nutricionales para pollos de engorde machos con desempeño medio

Edad	22-33	34-42	43-46
Rango de Peso, kg	0,96-1,94	2,03-2,83	2,93-3,21
Peso Medio, kg	1,430	2,431	3,069
Ganancia Peso, g/día	89,3	99,7	91,4
Consumo, g/ día	153,6	201,3	209,6
Req. P Disp, g/ día	0,525	0,599	0,607
Req. P Dig, g/ día	0,480	0,549	0,557
Req. Lisina Dig. g/ día	1,656	2,030	1,961

Energía Metab, kcal/kg	3100	3150	3200
Proteína, %	19,50	18,00	17,30

(NRC, 1994)

1.4.3 Otros aspectos

Las compañías incubadoras trabajan en la producción de líneas comerciales mejoradas de pollitos (derivadas de las razas) que logren la producción de carne deseada.

El manejo en las líneas de pollos de engorde comprende un amplio rango de situaciones tales como climas cálidos y fríos, galpones de ambiente controlado y abiertos. Cada productor debe crear su propio programa de manejo.

El manejo no sólo debe cumplir con las necesidades básicas de las aves, sino que también debe estar involucrado en el proceso para lograr un máximo aprovechamiento del material genético. Las técnicas de producción deberán ser adaptadas a sus necesidades locales de acuerdo con su propia experiencia y con la asistencia técnica adecuada.

En el manejo del pollo de engorde se enfatizan los factores críticos que pueden afectar el desempeño del lote, las recomendaciones técnicas se basan en el conocimiento científico actual y en experiencia práctica a nivel mundial.

La nutrición permite lograr mayor producción y productividad de las aves. Los principales componentes nutritivos del alimento balanceado son proteína, energía y suplementos de calcio y vitaminas. Las proteínas provienen de alimentos como las tortas de soya, algodón y ajonjolí y harinas de pescado, de sangre y de carne; la energía procede principalmente del maíz.

La sanidad es muy importante, las reproductoras transmiten a la progenie (pollos de engorde) los anticuerpos necesarios para la protección contra enfermedades durante los primeros días de vida; lo anterior no quiere decir que se ignoren los planes de vacunación de rigor. Las principales vacunas que se aplican son contra la enfermedad de marek, newcastle y gumboro.

La bioseguridad es una estrategia general o serie de medidas empleadas para excluir enfermedades infecciosas de una granja. Mantener un programa de bioseguridad efectivo, emplear buenas prácticas de higiene y seguir el programa de vacunación que considere múltiples factores son esenciales para prevenir enfermedades infecciosas. Un programa de bioseguridad amplio involucra

planeación, implementación y control. Es imposible esterilizar un galpón o las instalaciones, la clave es la reducción de patógenos y evitar su reintroducción.

CAPITULO II. METODOLOGIA

2.1 Tipo de estudio

El tipo de estudio realizado fue una investigación experimental, que tuvo en cuenta las condiciones normales y adecuadas de manejo, en donde los pollos fueron tratados durante 4 semanas en condiciones confortables; se evaluó su periodo de finalización o engorde durante 2 semanas, incorporando su alimentación las dietas experimentales.

Además la investigación permitió evaluar las siguientes variables: ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, mortalidad y pigmentación de piel, a lo largo del periodo de finalización o engorde.

2.2 Localización

La investigación propuesta se realizó en la costa norte de Colombia, en el Departamento del Magdalena, municipio de Santa Marta, corregimiento de Gaira que tiene las siguientes características agroecológicas: altitud 50 msnm; la temperatura promedio es de 27 °C; las lluvias son escasas, los principales meses de lluvia son junio, julio, septiembre y octubre, y los más secos son desde diciembre hasta abril. La precipitación de 12 a 975 mm mensuales; predomina el ambiente seco debido a las brisas provenientes de la Sierra Nevada de Santa Marta.

Por la diferencia en la topografía de la zona se dan varios tipos de vegetación, como húmeda tropical y seca a solo unos pocos kilómetros una de otra en la zona que comprende este macizo montañoso, con suelo calcáreo, con pH de más de 8, clasificado como básico.

Entre las plantas nativas espontaneas se encuentran el algodón azul, pencas, espinos, palmeras. El manejo es el corte periódico y la erradicación por localización arrancando la raíz. Los arboles comunes que nacen silvestremente son: Orejero (*Enterolobium cyclocarpum*), Totumo (*Crescentia cujete* L.), Pizamo (*Erythrina fusca*), Mango (*Mangifera indica*), Roble rosado (*Tabebuia rosea*), Trupillo (*Prosopis juliflora*), de los cuales los animales aprovechan sus hojas, frutos y tallos en la alimentación.

La red hídrica está conformada por el rio Gaira, quebrada Mosquito, rio Manzanares. La finca cuenta con canales de riego internos y reservas de agua para el verano como el jagüey (llamada tapa en la región).

Se cuentan con buenas vías de acceso a la finca, que se encuentra ubicada a 7 Km de la ciudad de Santa Marta.

2.3 Materiales y métodos

El experimento se realizó en un galpón de esterilla de guadua y malla metálica, con techo de lámina de zinc pintada de blanco y negro para reducir la temperatura ambiente al interior, con bebederos automáticos y comederos apropiados; el cual se limpió, desinfectó y fumigo, fue cubierto con cortinas de lona de polietileno para garantizar temperatura interna adecuada dentro del galpón al momento del trabajo con los pollos.

Se utilizó un total de 100 pollos de la raza Ross, machos de 21 días con pesos promedio de acuerdo a la Tabla 1, anexo A, con todas las vacunas establecidas en el programa de inmunización establecido para las necesidades de la zona, así: vacunadas al nacer contra la enfermedad de marek y new castle, siguiendo el programa de inmunización a los 6 y 14 días de edad se aplicaron las vacunas (virus vivos) contra la enfermedad de gumboro y la segunda dosis de new castle en el agua de bebida, garantizando así la salud de las aves en la fase experimental.

Las aves fueron alojadas en 5 corrales de 3 metros cuadrados cada uno (20 pollos por corral) cada corral contenía durante el desarrollo del experimento, una cama de cascarilla de arroz de 5 cm de grosor, un bebedero automático y dos comederos tipo tolva para asegurar el consumo de agua y alimento a voluntad.

Las hojas de yuca se recogieron de plantas sembradas en una plantación comercial ubicada en la zona rural del municipio de Santa Marta, donde es comercializada luego de finalizado su ciclo de producción. El procedimiento para obtener la harina de hojas de yuca fue el siguiente: el material verde cosechado se extendió en un piso de cemento limpio expuesto al sol durante tres días para lograr el secado ideal para un exitoso molido del material.

El fruto del trupillo se recogió en estado maduro, en las inmediaciones del Parque de los Trupillos y en las instalaciones del Batallón Córdova en el municipio de Santa Marta (Magdalena).

Las semillas fueron seleccionadas teniendo en cuenta que estuvieran sanas las vainas (enteras y sin picaduras de gorgojo). Fueron secadas utilizando una incubadora a 40°C (incubadora thermolyne).

Se realizó la molienda en molino de discos, cuatro veces y entre molida y molida, el producto fue pasado por un tamiz de malla No. 40 hasta obtener una harina baja en tegumento.

La harina obtenida se almaceno a 30°C, para posteriormente realizarle los análisis proximales correspondientes e iniciar el proceso de obtención del concentrado proteico.

Posteriormente se llevó al área destinada a la preparación del alimento balanceado para elaborar el alimento de engorde con presentación en forma de harina, considerando los cuatro niveles de inclusión (5% y 10%) de harina de hojas de yuca (HHY) y de harina de fruto de trupillo (HT).

En resumen para elaborar la ración se efectuó el siguiente procedimiento: a) Recepción de las materias primas. b) Formulación, cálculo y pesado de ingredientes. c) Preparación de las harinas (Hoja de yuca y Trupillo). d) Mezclado. e) Empacado. f) Almacenamiento.

Los niveles de HHY y HT incorporados parcialmente se definieron en función de las restricciones establecidas de proteína y energía por la formulación hecha (tabla 11, 12, 13).

A las aves se les suministro alimento iniciador comercial como periodo de acostumbramiento los primeros 10 días, luego el alimento de crecimiento o levante comercial hasta el día 21 y finalmente el alimento de engorde preparado con harina de trupillo y harina de hojas de yuca. Los tres tipos de alimento se ofrecieron a las aves *ad-libitum* (sin restricciones).

Las dietas balanceadas se aprecian en las tablas siguientes:

Tabla 11. Formulaciones elaboradas para la alimentación de los pollos.

MATERIAS PRIMAS	TRATAMIENTOS			
	II	III	IV	V
Harina Fruto Trupillo	-	-	5	10
Harina Hojas Yuca	5	10	-	-
Soya	7,2	5,5	7,2	5,5
Palmiste desgrasado	8	8	8	8
Maíz USA	39,8	36,1	39,8	36,1
Sorgo blanco	30	30	30	30
Subproductos Matadero Aves	8	8,4	8	8,4
Premezclas vitaminas	1	1	1	1
Premezclas minerales	1	1	1	1
TOTALES	100	100	100	100

En las formulaciones de las dietas balanceadas se controlan los niveles de minerales y vitaminas del alimento a suministrar (en especial calcio, fósforo, la relación Ca/P asimilable, cobre, zinc, vitamina D, biotina, ácido fólico, vitamina B6, ácido pantoténico, vitamina E, tipo de ácidos grasos, equilibrio Na-K-Cl), así como la posible incidencia de ciertas medicaciones, micotoxinas y factores

antinutricionales, de las materias primas utilizadas en el periodo de engorde de los pollos.

Tabla 12. Composición bromatológica de materias primas utilizadas

MATERIA PRIMA	HUMEDAD	PROTEÍNA	GRASA	CENIZAS	FIBRA
Harina Fruto Trupillo	9,7	21,8	5,2	3,3	19
Harina Hojas Yuca	9	21,6	6,3	9,8	11,6
Soya	12	44	1,3	6,2	5,9
Palmiste desgrasado	10	19,7	1,5	3,9	20,6
Maíz USA	13,8	10	3,2	1,3	2,3
Sorgo blanco	13	11,6	2,7	1,4	2,1
Subproductos Matadero Aves	9,7	58	12	6,1	1,0
Premezclas vitaminas	3	-	-	-	-
Premezclas minerales	3	-	-	-	-

Tabla 13. Composición bromatológica de las dietas ofertadas a los pollos

INDICADORES (%)	T1	T2	T3	T4	T5
PROTEÍNA (min)	18	18	18	18	18
GRASA (min)	2,5	3,9	4,1	4,2	4,1
FIBRA (máx.)	5	8,1	8,7	4,2	5,4
CENIZAS (máx.)	8	5,7	5,8	2,6	2,4
HUMEDAD (máx.)	13	10	9,9	12,3	12,1

Para obtener estos resultados se hizo un balance total entre las diferentes materias primas usadas de acuerdo al análisis bromatológico de las tablas FEDNA 2010-2016.

Se utilizó un peso tipo reloj con capacidad hasta de 20 kg., más o menos 50 gramos de apreciación para obtener semanalmente el peso promedio de los pollos por corral y pesar la cantidad de alimento a ofrecer diariamente por corral, el alimento sobrante o rechazado fue pesado diariamente en una balanza analítica digital con capacidad de 200 gramos.

Se diligenciaron registros de temperatura y humedad relativa con promedio de $32 \pm 3^\circ\text{C}$ y $70^\circ\text{C} \pm 4$, respectivamente.

Las aves recibieron el manejo general y rutinario aplicado a una granja de pollos de engorde, la diferencia radico en el número de pollos por lote y el tipo de alimento empleado.

Los tratamientos experimentales fueron:

Tratamiento 1: Concentrado comercial

Tratamiento 2: Concentrado comercial + 5% de Harina hoja yuca

Tratamiento 3: Concentrado comercial + 10% de Harina hoja yuca

Tratamiento 4: Concentrado comercial + 5% de Harina trupillo

Tratamiento 5: Concentrado comercial + 10% de Harina trupillo

Los tratamientos experimentales tuvieron 15 días (periodo de engorde) de duración.

2.4 Diseño Experimental

El estudio se realizó bajo un diseño completamente al azar, con 5 tratamientos, con 20 pollos por cada tratamiento, durante la fase experimental.

El modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variables evaluadas. (peso, ganancia de peso, consumo alimento)

μ = Promedio general

T_i = Efecto de los tratamientos

ε_{ij} = Error experimental

2.5 Planteamiento de hipótesis

Las hipótesis planteadas fueron las siguientes:

H_0 : La inclusión del 5% y 10% de harina de hojas de yuca y harina de fruto de trupillo en la dieta de pollos de engorde en su fase de finalización, mejorará sus parámetros productivos.

H_1 : La inclusión del 5% y 10% de harina de hojas de yuca y harina de fruto de trupillo en la dieta de pollos de engorde en su fase de finalización, no mejorará sus parámetros productivos.

2.6 VARIABLES PRODUCTIVAS

Se evaluaron las siguientes variables productivas y el rendimiento en canal

2.6.1 Parámetros productivos

2.6.1.1 Ganancia de peso: es el resultado de la diferencia del peso final de los pollos menos el peso inicial del mismo al comenzar el ensayo.

2.6.1.2 Consumo de alimento: cantidad de alimento consumida por los animales según el tratamiento evaluado.

2.6.1.3 Conversión del alimento: es la cantidad de alimento necesario para producir un kilogramo de carne.

2.6.1.4 Mortalidad: porcentaje de aves muertas dentro de cada tratamiento.

La evaluación de los parámetros productivos se realizó independientemente por cada tratamiento, en donde se tuvo en cuenta el peso corporal inicial (g/ave) al comienzo del experimento, registrándose semanalmente los avances (Anexo A). De este parámetro se derivó la ganancia de peso día (g/día); el consumo semanal (g/ave), se determinó por la diferencia entre el alimento ofrecido y el sobrante, la conversión alimenticia, (CA = consumo/ganancia). La mortalidad fue registrada diariamente.

2.6.2 Rendimiento en canal

El rendimiento en canal, se expresa como la relación que existe entre el peso de la canal y el peso vivo del animal, expresado en porcentaje (Forrest *et al.*, 1975). Este peso no incluye las vísceras.

Rendimiento de la canal = $\text{Peso de canal} / \text{peso vivo} * 100 (\%)$

CAPITULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Resumen de Resultados

Los resultados zootécnicos de pollos de engorde alimentados con dietas conteniendo niveles de harina de hojas de yuca y harina de trupillo se presentan en la tabla 14

Tabla 14. Rendimiento de pollos de engorde alimentados con dietas conteniendo niveles de harina de hojas de yuca y harina de trupillo.

VARIABLES	TRATAMIENTOS				
	1	2	3	4	5
Consumo de alimento (gr)	4478	4402	4462	4421	4469
Ganancia de peso (gr)	1204	1180	1190	1178	1192
Conversión alimenticia	2,53	2,51	2,54	2,52	2,54
Mortalidad (%)	0	0	0	0	0
Rendimiento en canal (%)	68,3	68,32	68,29	68,29	68,27

3.2 Ganancia de Peso



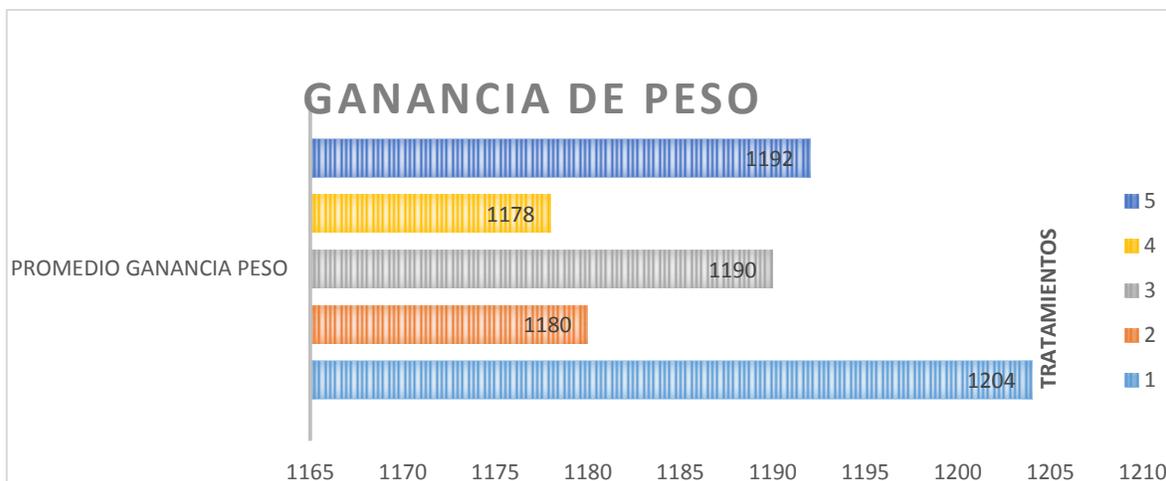


Figura 1. Peso promedio y ganancia de peso obtenidos en los cinco tratamientos al evaluar el consumo de la HHY y la HT.

La gráfica anterior muestra el comportamiento de la ganancia de peso de las aves durante la fase productiva de finalización o engorde.

Los niveles de incorporación parcial de HHY y de HT evaluados en raciones para pollo de engorde, no afectó la variable Ganancia de peso (GP), presentando diferencias no significativas ($P > 0.05$) entre los valores promedios así: las aves que consumieron las dietas con 10% de HY y 10% de HT presentaron comportamiento similar, arrojando valores de 2577 gramos y 2578 gramos, respectivamente, pero presentaron diferencias significativas con respecto a 5% de HY y 5% de HT presentando estos menor peso con valores de 2566 gramos y 2564 gramos respectivamente. Esta diferencia puede atribuirse al volumen de ingesta de las raciones con HHY y HT en los tratamientos evaluados, ya que T2 presentó el menor consumo de alimento, mientras el mayor consumo lo arrojó T5. Sin embargo, el incremento de peso mostrado por los pollos de engorde que consumieron las raciones con mayor porcentaje de incorporación parcial de HHY y HT están considerados normales dentro de los requerimientos de las aves en esta etapa de desarrollo (engorde). La influencia de estos dos materiales vegetales promisorios HHY y HT en la Ganancia de peso es muy probable que sea debido a su contenido nutricional, principalmente el contenido de proteína ya que de acuerdo a los análisis bromatológicos consultados la HY puede contener entre 21.5% y 23.5%, aunque hay registros hasta de 32% de proteína en las hojas y peciolo de la yuca. En el caso de la HT el contenido puede estar entre del 22% y 33.8% de proteína; lo cual indica que en la alimentación suministrada a los pollos del presente trabajo en las dietas de los tratamientos, se suministró ampliamente este nutriente, que es el directamente responsable de la formación y desarrollo de las fibras musculares (carne).

Ver: Anexo A: Tabla 1. Pesos obtenidos periodo engorde de pollos en los 5 tratamientos.

Anexo D: Tabla 1. Peso vivo de las aves y Anexo E: Tabla 1. Variable ganancia de peso.

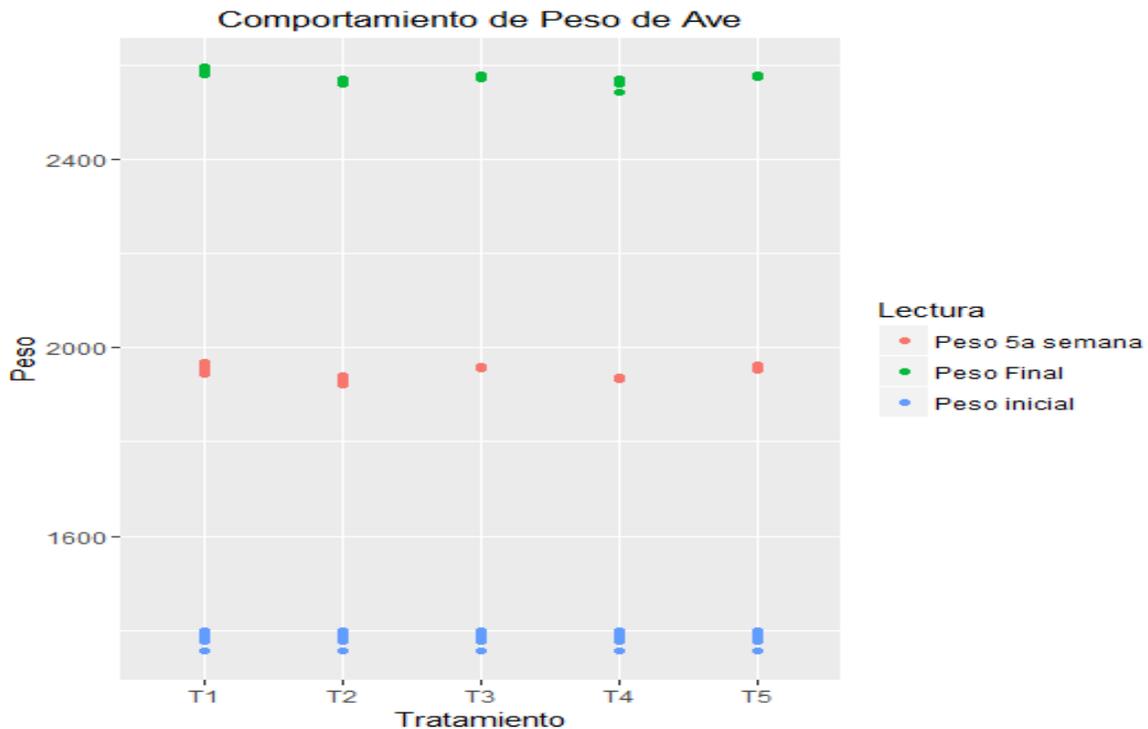


Figura 2. Comportamiento del peso de las aves

Podemos ver la similitud en el comportamiento del peso de las aves en 3 momentos: Peso inicial a los 21 días, a la 5 semana y el Peso final a la sexta semana. Las variaciones en el peso son mínimas en los tres momentos mencionados.

En el análisis estadístico ANOVA (Anexo B, Tabla 1 y 2), se ve una columna que indica $Pr>F$ con un valor de 0.9995 esto indica que los tratamientos inclusión de 5 y 10% de HHY y HT (fuentes proteicas) en el engorde de pollos no producen diferencias altamente significativas ($P>.01$, en este caso $\alpha=.9995$), es decir tienen ganancias de peso de los animales similares.

A los resultados obtenidos se aplicó el Test de Shapiro–Wilk, para contrastar la normalidad de un conjunto de datos.

3.3 Consumo de alimento

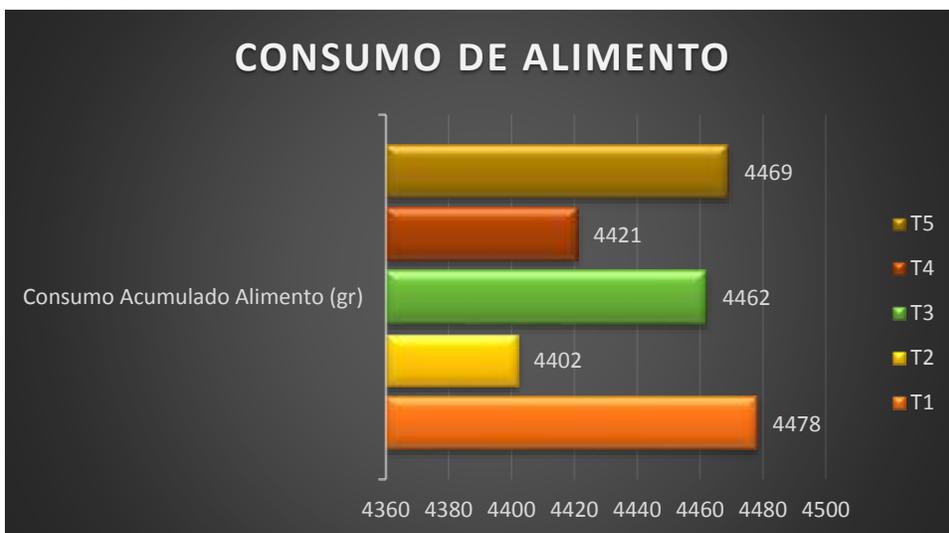


Figura 3. Consumo promedio acumulado de alimento en los cinco tratamientos. (Rojas, 2016)

Los niveles de incorporación a la ración de HHY y HT en las dietas evaluadas no presentaron efecto significativo sobre la variable consumo de alimento. En la figura 2, se aprecian los valores promedios arrojados por las aves cuando ingirieron las dietas experimentales, donde se aprecia que, aunque no se presentó diferencia estadística, el menor promedio de consumo resulto para pollos que consumieron T2, mientras que el mayor promedio de consumo fue para las aves alimentadas con T5. Ver anexo C: Tabla 1. Variable consumo de alimento.

3.4 Conversión alimenticia

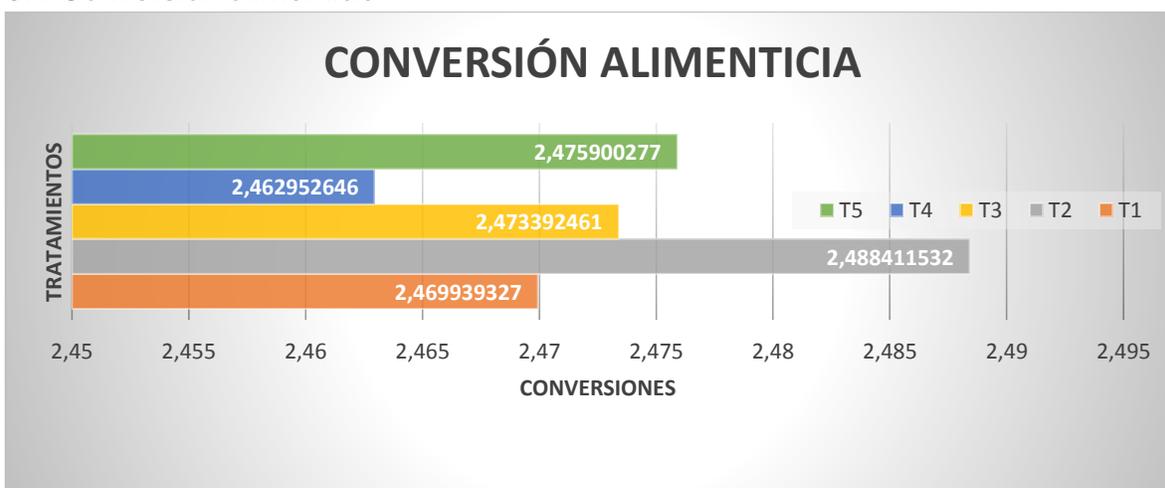


Figura 4. Conversión alimenticia.

La HHY y HT incorporada en las raciones evaluadas en las raciones evaluadas para pollo de engorde, afectó la variable Conversión alimenticia (C). En la figura 3, se indican las diferencias significativas entre los valores promedios. Las aves que consumieron las dietas correspondientes a T3 y T4 presentaron comportamiento similar, arrojando valores de 2,46295 y 2,46993, respectivamente, pero presentaron diferencias significativas con respecto a T5 y T2 ya que arrojaron C mayor con valores de 2,4759 y 2,4884, respectivamente. Sin embargo, los valores promedios mostrados por los pollos de engorde que consumieron las raciones con mayor porcentaje de inclusión de HHY y la más baja de HT, pueden considerarse adecuados. La C resultó afectada al incorporar 10% de HHY en la dieta de las aves (Anexo F: Tabla 1. Variable conversión alimenticia).

3.5 Mortalidad

Para la variable mortalidad no se indican datos, porque, no se presentó muertes de las aves; durante la fase experimental, siendo la mortalidad nula.

Ver Registros, Anexo A. Tabla 2a y 2b: Mortalidad

3.6 Rendimiento en canal (sin vísceras)



Figura 5. Rendimiento en canal (sin vísceras)

Los animales de mayor peso final tratamiento T1, mostraron tendencia al menor rendimiento de la canal con 65% en promedio, respecto al peso vivo registrado al finalizar el periodo de engorde (Anexo D: Tabla 2. Variable rendimiento en canal).

Mientras los tratamientos T4 y T3 obtuvieron rendimiento en canal de 68% y 67% en promedio respectivamente. En el T5 el rendimiento fue de 66% en promedio.

El mayor rendimiento en canal obtenido fue el logrado por el tratamiento T2 con 70% en promedio.

Estos resultados son debidos, a mayor acumulación de grasas en los órganos internos, principalmente alrededor de la molleja y del hígado en las aves del T1; mientras que en las aves de los tratamientos T2, T4, T3 y T5 las acumulaciones de grasa no eran de la misma proporción, que puede deberse a dietas de mejor calidad y cantidad en proteína.

CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

La harina de hojas de yuca y harina de frutos de trupillo, pueden suplir los ingredientes convencionales de los alimentos balanceados con lo que se pueden reducir los costos de alimentación y por ende los de producción, arrojando un mayor beneficio económico al productor avícola.

A medida que la edad de las aves mostró incrementos, el peso vivo también subió esto es debido a que en el animal el consumo de nutrientes se acumula como músculo y grasa.

El rendimiento en canal fue más alto con la inclusión de las dietas las harinas de hoja de yuca y fruto de trupillo.

Los animales de mayor peso mostraron tendencia a un menor rendimiento de la canal. Las aves que se alimentaron con harina de hojas de yuca y harina de fruto de trupillo, mostraron mejor rendimiento.

Las canales tienen una presentación de color más intenso y brillante debido a que los animales que consumen HHY y HT, ingieren gran cantidad de pigmentos naturales.

El fruto del trupillo y la hoja de la yuca, pueden considerarse como ingredientes alimentarios en la región Caribe colombiana y constituirse en una respuesta al déficit de alimentos proteicos en cuanto a cantidad y utilidad tecnológica.

El concentrado proteico de trupillo, puede ser utilizado tecnológicamente donde se emplean concentrados de soya por su capacidad de retención de agua.

4.2 RECOMENDACIONES

La nutrición de las aves debe orientarse a buscar nuevas alternativas de alimentación, considerando que el componente de mayor incidencia dentro del costo de producción corresponde a la alimentación.

Se recomienda hacer ensayos de molienda con el trupillo, con otro tipo de molinos para facilitar esta operación y mejorar su eficiencia, así como realizar una

optimización de la extracción de azúcares. Realizar además la evaluación técnica y económica del proceso productivo.

Desde el punto de vista social, se sugiere establecer vínculos con la Secretaría de Agricultura y entidades afines, para la investigación e implementación de este árbol en programas de reforestación y desarrollo socioeconómico.

Con los resultados obtenidos en el presente trabajo se sugiere hacer otras investigaciones utilizando estas dos materias primas interesantes y muy promisorias el fruto del trupillo (*Prosopis juliflora*) y las hojas de yuca (*Manihot esculenta*) para diferentes especies animales, ya que por sus contenidos de fibra además de otros valiosos componentes nutricionales puede incluirse en las raciones de rumiantes, herbívoros y otros clase de animales.

En otras investigaciones que se realicen utilizando estas dos materias primas, se sugiere para una mejor representatividad de los resultados que se quieran analizar, un número mayor de individuos por tratamiento y otro tipo de análisis estadístico que pueda mostrar de mejor forma los resultados obtenidos en dichas investigaciones.

Debido al alto contenido nutricional mostrado por el fruto del trupillo (*Prosopis juliflora*) se recomienda investigar posibles valores anti nutricionales del fruto, por ser una especie leguminosa y aunque en otros países suramericanos como el Perú se utiliza su fruto en la alimentación humana es bueno conocer a profundidad cualquier nutriente que pueda llegar a ser problemático para la salud animal y/o humana.

5. REFERENCIAS

- Albán A., Narváez R., Madriñan R., Cadavid F., Y Ospina B., VOL. 53 (2004). Efecto del uso de fertilizantes órgano-minerales y minerales en la producción sostenible de yuca, Acta Agro económica. www.ciat.cgiar.org > CIAT Inicio > Biblioteca CIAT.
- Amaya F., 2012. Aipia (Trupillo) El trupillo un árbol con propiedades mágicas. <http://fernandotrupillo.blogspot.com.co/>
- Ávila G., Shimada A., Llamas G. 1990. Anabólicos y aditivos en la producción pecuaria. 1ª ed. México D.F. Sistema de educación continua en producción animal en México, AC.
- Bravo, L. (1999). *Propiedades y aplicaciones de la fibra de algarroba (Prosopis pallida)*. En: Alimentaria, Revista de tecnología e higiene de los alimentos (España). Vol 36, N°. 300. pp. 67-73.
- Buitrago J., 1990. La yuca en la alimentación animal) publicación CIAT N° 85.
- CONABIO (Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad), (2002). “*Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad*”. *Prosopis Juliflora* (Sw.) DC. En: *Prodromus Systematis Naturales Regni Vegetabilis* 2: 447. (México). <http://www.conabio.gob.mx/arboles/pdfespecies/46-legum44m.pdf>.
- Correa, Jaime y Bernal, Henry. (1995). *Especies vegetales promisorias de los países del convenio Andrés Bello*. Tomo XI. Bogotá: Secretaria Ejecutiva Convenio Andrés Bello, SECAB. pp. 120-125.
- Cuentas R., 2011. El trupillo, Los distintos usos. <http://lasbondadesdeltrupillo.blogspot.com.co/>
- Díaz E., y González N. (1997). *Utilización del fruto del Cují (Prosopis juliflora) en la elaboración de medios de cultivos bacterianos*. En: Revista científica (Maracaibo: Venezuela). Facultad de ciencias veterinarias, Universidad del Zulia. Vol. 7, N°. 1. pp. 54-57.
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (1980). “Genetic resources of tree species in Arid and Semiarid areas”. Roma.
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2000). El género *prosopis* “algarrobos” en américa latina y el caribe. Distribución, bioecología, usos y manejo. Depósito de Documentos.

<http://www.fao.org/DOCREP/006/AD314S/AD314S00.HTM>

Fletcher D., Thomason D. 1980. The influence of environmental and processing conditions on the physical quality factors associated with oily bird syndrome. Poultry Sci. 59: 731-736.

Galera, f., (2000) Utilización del trupillo o algarrobo para sistemas silvopastoriles en el trópico bajo seco. Federación Colombiana de Ganaderos, pp. 68-69.

Giraldo A., Velasco R., Aristizábal J. (2006). Obtención de harina a partir de hojas de yuca (*manihot esculenta crantz*) para consumo humano. Popayán: Universidad del Cauca, Facultad de Ingeniería Agroindustrial 2006 (Tesis de grado).
http://www.clayuca.org/PDF/tesis_hojasyuca.pdf

Giraldo, A., Velasco, R., Villada, H. (2008). Digestibilidad aparente de una harina proveniente de hojas de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Información Tecnológica-Vol. 19 N°1, pág.: 11-18.

Grossklaus D. 1982. Inspección sanitaria de la carne de aves. Zaragoza. Acribia.

Gómez M., (2006). Utilización de la yuca en la alimentación de rumiantes en la costa norte colombiana.
www.engormix.com/utilizacion_yuca_alimentacion_rumiantes_s_articulos_891_GDC.htm -.

Jaimes J., Acevedo D., Torres J. (2012). Estudio preliminar del desarrollo tecnológico de un embutido tipo salchicha utilizando harina de trupillo (*prosopis juliflora*). Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, Vitae, vol. 19, núm. 1, enero-abril, pp. S240-S242.

Lima P.C.F. 1986. "Tree productivity in the Semiarid zone of Brasil". Petrolina PE, EMBRAPA/CPATSA, 15 p.(paper presented at the symposium Establishment and productivity of tree plantings in Semiarid regions, Kingsville, USA)

Martínez J., (1992). Utilización de hoja de yuca en alimentación de novillos de engorde, Tesis Universidad de La Salle.

Negreiros, A.N. 1992. "Processing and Utilisation of Prosopis juliflora as an alternative source of food" Universidade federal do Rio Grande do Norte Natal Brazil. Prosopis Species. Aspects of their Value, Research and Development". Cord, University of UK.

- Northsutt, J. K., R. J. Buhr, and L. L. Young. 1998. Influence of Preslaughter Stunning on Turkey Breast Muscle Quality. *Poultry Sci.* 77:487–492.
- NRC, 1994. Nutrient Requeriments of Poultry. 9th. Rev. Ed. NAS. Washington DC. 155p.
- Ospina B., Ceballos H., (2002). La yuca en el tercer milenio “Sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización”) Publicación CIAT N° 327.
- Pauli, Gunter (1995). Avances. Medellín: Centro de publicaciones Universidad EAFIT. pp 6-10.
- Preston, T. (1998). El follaje de la yuca (*Manihot esculenta* Cranz) como fuente de proteína para la producción animal en sistemas agroforestales. *Agroforestería para la producción animal en latinoamerica.*
- Preston T., Rodríguez L., Van L., Y Chau L., (1998). El follaje de la yuca “*Manihot Esculenta* Cranz” como fuente de proteína para la producción animal en sistemas agroforestales, Conferencia electrónica FAO-CIPAV sobre "Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica". www.fao.org/AG/aGa/agap/FRG/AGROFOR1/presto24.htm
- Preston T. and Willis M. 1974. *Intensive Beef Production*. 2nd Edition, Pergamon Press Ltd: Oxford.
- Quintero E., Salazar M., Y Rodríguez R., (2004). Costo de producción de yuca en Colombia “Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural”. Observatorio Agro cadenas Colombia.
- Scott G. J., Rosegrant M. W., Ringler C., 2000 (Raíces y tubérculos para el siglo 21 tendencias, proyecciones y opciones políticas), IFPRI “Instituto Internacional de Investigaciones sobre Políticas Alimentarias”. books.google.com.co/books?id=iqg-Jwt0BgYC.
- Sabouraud, R. (1910). *Culture Media Manual*. International Diagnostics Group, IDGPLC. Inglaterra. 2002. Artículo de Internet. <http://www.idgplc.com/Malthus+Data+temp.nsf/8315fbd4c64588e780256776002cb774?OpenView&Start=175>.
- Sáez, A. y Solarte, J. (2004). Evaluación de un medio de cultivo a partir del fruto de *Prosopis Juliflora*. *Revista de la Universidad EAFIT*, 40(135), p. 9-17.

- Sernanat (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2002. *Especies forestales no maderables y maderables no tradicionales de zonas áridas y semiáridas en los estados de Durango, Chihuahua, Jalisco, Michoacán, Guerrero y Oaxaca. México*. Artículo de Internet.
http://www.semarnat.gob.mx/pfnm3/fichas/prosopis_juliflora.htm.
- Smith J., Wicker D. 1996. Field experiences with light restriction programs. In: Proceedings of the University of Georgia Poultry Conference Athens, G.A.
- Trompiz, J., Gómez, A., Rincón, H., Ventura M., Bohórquez, N., García, A. (2007). Efecto de Raciones con harina de yuca sobre el comportamiento productivo de pollo de engorde. *Revista Científica*, vol. XVII, núm. 2, pp. 144-149. Universidad del Zulia, Venezuela.
- Trompiz J., Ventura M., Gómez A., Balzan M., Silva P., Y Barreto K., Vol. XII (2002). Evolución de raciones con harina de follaje de yuca "Manihot esculenta Crantz" sobre el rendimiento productivo de cerdos en etapa de engorde.
- Trujillo, G., (2009). Guía para la utilización de recursos forrajeros tropicales en la alimentación de bovinos. Comité de Ganaderos del Huila, pp. 17. Fondo Ganadero del Huila; Sena.
- Velásquez J., & Giraldo P., (2004). Posibilidades competitivas de productos prioritarios de Antioquia frente a los acuerdos de integración y nuevos acuerdos comerciales. www.gobant.gov.co/.../ analisisdeposibilidadescompetitivasdeproductosprioritarios/cerdo.pdf
- Wanapat M., (2001). Manipulation of Cassava Cultivation and Utilization to Improve Protein to Energy Biomass for Livestock Feeding in the Tropics. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand.

ANEXOS

ANEXO A

TABLA 1. PESOS OBTENIDOS PERIODO DE ENGORDE DE POLLOS EN LOS 5 TRATAMIENTOS

Tratamientos	T1			T2			T3			T4			T5		
	Peso inicial	Peso 5a semana	Peso Final	Peso inicial	Peso 5a semana	Peso Final	Peso inicial	Peso 5a semana	Peso Final	Peso inicial	Peso 5a semana	Peso Final	Peso inicial	Peso 5a semana	Peso Final
1	1400	1970	2596	1356	1940	2570	1400	1960	2580	1379	1936	2568	1356	1960	2578
2	1392	1950	2590	1382	1935	2565	1400	1958	2579	1375	1934	2570	1375	1955	2580
3	1356	1963	2592	1384	1937	2570	1400	1957	2578	1392	1932	2565	1375	1956	2576
4	1384	1965	2591	1388	1925	2567	1400	1956	2575	1385	1933	2568	1377	1954	2578
5	1382	1945	2595	1392	1930	2568	1396	1960	2574	1377	1936	2565	1378	1960	2580
6	1395	1967	2590	1395	1926	2563	1395	1959	2576	1400	1935	2570	1379	1965	2580
7	1388	1963	2594	1400	1924	2562	1392	1955	2575	1375	1933	2562	1382	1963	2575
8	1378	1961	2593	1392	1925	2564	1392	1956	2580	1400	1934	2560	1384	1956	2579
9	1387	1970	2585	1387	1930	2560	1388	1960	2580	1392	1936	2564	1385	1955	2576
10	1379	1969	2590	1385	1933	2567	1387	1959	2578	1356	1933	2561	1387	1960	2578
11	1375	1964	2580	1379	1934	2569	1387	1958	2576	1384	1936	2563	1387	1958	2580
12	1392	1966	2589	1378	1939	2562	1385	1955	2574	1382	1935	2565	1388	1955	2575
13	1385	1955	2581	1375	1920	2566	1384	1957	2572	1395	1936	2566	1392	1954	2580
14	1377	1954	2596	1375	1925	2570	1382	1959	2570	1388	1934	2564	1392	1952	2575
15	1400	1970	2590	1377	1930	2568	1379	1960	2580	1378	1933	2567	1395	1960	2580
16	1375	1969	2593	1387	1940	2563	1378	1954	2580	1387	1935	2563	1396	1960	2577
17	1400	1967	2595	1396	1938	2564	1377	1955	2575	1400	1936	2566	1400	1959	2579
18	1387	1961	2590	1400	1937	2570	1375	1960	2577	1400	1936	2544	1400	1958	2580
19	1396	1970	2589	1400	1935	2569	1375	1959	2574	1396	1935	2568	1400	1956	2579
20	1400	1970	2588	1400	1940	2570	1356	1957	2580	1387	1938	2570	1400	1960	2580
SUMA	27728	39269	51807	27728	38643	51327	27728	39154	51533	27728	38696	51289	27728	39156	51565
PROMEDIO	1.386	1.963	2.590	1.386	1.932	2.566	1.386	1.958	2.577	1.386	1.935	2.564	1.386	1.958	2.578
Tratamientos	T1			T2			T3			T4			T5		

ANEXO A

TABLA 2a. MORTALIDAD 1a SEMANA

TTOS/DIAS	LUN	MAR	MIER	JUE	VIE	SAB	DOM	TOTAL
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0

TABLA 2b. MORTALIDAD 2a SEMANA

TTOS/DIAS	LUN	MAR	MIER	JUE	VIE	SAB	DOM	TOTAL
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0

ANEXO B

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Trat	4	16016.11	4004.03	0.02	0.9995
Residuals	295	70755246.08	239848.29		

Table 1: Tabla ANOVA

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Trat	4	16016.11	4004.03	70.86	0.0000
Residuals	95	5368.08	56.51		
Lectura	2	70730136.85	35365068.42	664338.48	0.0000
Trat:Lectura	8	9626.79	1203.35	22.61	0.0000
Residuals	190	10114.37	53.23		

Table 2: Tabla ANOVA

Tabla 3. Análisis de Varianza

```

Analysis of Variance Table

Response: aresid
          Df    Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Trat      4      3421      855  0.0107 0.9998
Residuals 295 23517931  79722
    
```

Tabla 4. Parámetros del Análisis Estadístico

```

parameters
  Df ntr StudentizedRange alpha test name.t
295 5 3.881627 0.05 Tukey Trat

means
  Peso std r Min Max
1 1980.067 495.8645 60 1356 2596
2 1961.633 486.2908 60 1356 2570
3 1973.583 490.1948 60 1356 2580
4 1961.883 485.4330 60 1356 2570
5 1974.150 490.8615 60 1356 2580

comparison
NULL

groups
  trt means M
1 T1 1980.067 a
2 T5 1974.150 a
3 T3 1973.583 a
4 T4 1961.883 a
5 T2 1961.633 a

```

Prueba de Shapiro-Wilk

Shapiro-Wilk normality test

```

data: Erroresexp
W = 0.99328, p-value = 0.9075

```

```
> shapiro.test(Erroresobser)
```

Shapiro-Wilk normality test

```

data: Erroresobser
W = 0.98861, p-value = 0.1111

```

ANEXO C

TABLA 1. VARIABLE CONSUMO DE ALIMENTO

ALIMENTOS CONSUMIDOS EN EL PERIODO DE ENGORDE DE POLLOS EN CINCO TRATAMIENTOS

Tratamientos	T1		T2		T3		T4		T5	
	Sem 5ª	Sem 6a	Sem 5a	Sem 6a	Sem 5a	Sem 6a	Sem 5ª	Sem 6a	Sem 5a	Sem 6a
Consumo Promedio Alimento (gr)	1107	1414	1090	1390	1100	1409	1095	1396	1102	1411
Consumo Acumulado Alimento (gr)	3064	4478	3017	4402	3044	4462	3031	4421	3050	4469

CONSUMO ALIMENTO ACUMULADO

Tratamientos	T1	T2	T3	T4	T5
Consumo Acumulado Alimento (gr)	4478	4402	4462	4421	4469

ANEXO D

TABLA 1. PESO VIVO DE LAS AVES

TTOS	T1	T2	T3	T4	T5
Aves	Peso Final				
1	2596	2570	2580	2568	2578
2	2590	2565	2579	2570	2580
3	2592	2570	2578	2565	2576
4	2591	2567	2575	2568	2578
5	2595	2568	2574	2565	2580
6	2590	2563	2576	2570	2580
7	2594	2562	2575	2562	2575
8	2593	2564	2580	2560	2579
9	2585	2560	2580	2564	2576
10	2590	2567	2578	2561	2578
11	2580	2569	2576	2563	2580
12	2589	2562	2574	2565	2575
13	2581	2566	2572	2566	2580
14	2596	2570	2570	2564	2575
15	2590	2568	2580	2567	2580
16	2593	2563	2580	2563	2577
17	2595	2564	2575	2566	2579
18	2590	2570	2577	2544	2580
19	2589	2569	2574	2568	2579
20	2588	2570	2580	2570	2580
PROMEDIO	2590	2566	2577	2564	2578

TABLA 2. RENDIMIENTO EN CANAL (SIN VISCERAS)

TTOS	T1	T2	T3	T4	T5
Aves	Peso Canal				
1	1687	1799	1729	1746	1702
2	1686	1795	1728	1749	1704
3	1689	1801	1729	1745	1701
4	1689	1796	1725	1748	1704
5	1687	1798	1726	1744	1704
6	1686	1794	1726	1748	1705
7	1687	1791	1727	1742	1700
8	1688	1794	1729	1741	1705
9	1681	1791	1730	1742	1702
10	1681	1796	1730	1741	1705
11	1672	1801	1725	1743	1704
12	1683	1791	1725	1747	1701
13	1676	1796	1722	1744	1708
14	1688	1799	1722	1743	1700
15	1683	1799	1729	1748	1707
16	1688	1795	1730	1746	1701
17	1686	1793	1724	1746	1703
18	1683	1799	1728	1722	1707
19	1681	1799	1723	1748	1704
20	1683	1799	1729	1752	1704
PROMEDIO	1684	1796	1727	1744	1704
PORCENTAJE	65%	70%	67%	68%	66%

ANEXO E

TABLA 1. VARIABLE GANANCIA DE PESO

Tratamientos	T1			T2			T3			T4			T5		
	Aves	Peso inicial	Peso Final	Ganancia	Peso inicial	Peso Final									
1	1400	2596	1196	1356	2570	1214	1400	2580	1180	1379	2568	1189	1356	2578	1222
2	1392	2590	1198	1382	2565	1183	1400	2579	1179	1375	2570	1195	1375	2580	1205
3	1356	2592	1236	1384	2570	1186	1400	2578	1178	1392	2565	1173	1375	2576	1201
4	1384	2591	1207	1388	2567	1179	1400	2575	1175	1385	2568	1183	1377	2578	1201
5	1382	2595	1213	1392	2568	1176	1396	2574	1178	1377	2565	1188	1378	2580	1202
6	1395	2590	1195	1395	2563	1168	1395	2576	1181	1400	2570	1170	1379	2580	1201
7	1388	2594	1206	1400	2562	1162	1392	2575	1183	1375	2562	1187	1382	2575	1193
8	1378	2593	1215	1392	2564	1172	1392	2580	1188	1400	2560	1160	1384	2579	1195
9	1387	2585	1198	1387	2560	1173	1388	2580	1192	1392	2564	1172	1385	2576	1191
10	1379	2590	1211	1385	2567	1182	1387	2578	1191	1356	2561	1205	1387	2578	1191
11	1375	2580	1205	1379	2569	1190	1387	2576	1189	1384	2563	1179	1387	2580	1193
12	1392	2589	1197	1378	2562	1184	1385	2574	1189	1382	2565	1183	1388	2575	1187
13	1385	2581	1196	1375	2566	1191	1384	2572	1188	1395	2566	1171	1392	2580	1188
14	1377	2596	1219	1375	2570	1195	1382	2570	1188	1388	2564	1176	1392	2575	1183
15	1400	2590	1190	1377	2568	1191	1379	2580	1201	1378	2567	1189	1395	2580	1185
16	1375	2593	1218	1387	2563	1176	1378	2580	1202	1387	2563	1176	1396	2577	1181
17	1400	2595	1195	1396	2564	1168	1377	2575	1198	1400	2566	1166	1400	2579	1179
18	1387	2590	1203	1400	2570	1170	1375	2577	1202	1400	2544	1144	1400	2580	1180
19	1396	2589	1193	1400	2569	1169	1375	2574	1199	1396	2568	1172	1400	2579	1179
20	1400	2588	1188	1400	2570	1170	1356	2580	1224	1387	2570	1183	1400	2580	1180

ANEXO F

TABLA 1. VARIABLE CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Tratamientos	T1	T2	T3	T4	T5
CONVERSIÓN (PV 68.3%)	2,53137	2,51112	2,53523	2,52484	2,53776
CONVERSIÓN (PV 70%)	2,46994	2,48841	2,47339	2,46295	2,4759