



"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL

Trabajo de Graduación

Para Optar al Grado de Maestro en Ciencias en Producción Animal Sostenible

Inclusión de harina de follaje y raíz de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en cerdos en desarrollo y su efecto sobre el comportamiento productivo y morfometría del tracto gastrointestinal

Autor

Roilen José Aguilar Martínez

Tutores

Ing. Norlan Caldera Navarrete, MSc.

Lic. Rosario Rodríguez Pérez, MSc.

Asesor

Ing. Nadir Reyes Sánchez PhD.

Managua, Nicaragua

Febrero, 2017

El presente trabajo de graduación fue aceptado en su presente forma por la Facultad de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria y aprobada por el Comité Evaluador del sustentante: **Roilen José Aguilar Martínez**, como requisito parcial para optar al grado académico de Maestro en Ciencias en Producción Animal Sostenible. Por lo que se considera que llena los requisitos para ser presentado ante la comunidad científica de la Universidad Nacional Agraria.

Firmantes:

Ing. Bryan Mendieta Araica PhD.
Presidente del Comité

Ing. Alcides Arsenio Sáenz MSc.
Secretario

Ing. Martín Mena Urbina MSc.
Vocal

Managua, Nicaragua
Febrero, 2017

INDICE

Contenido

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
INDICE DE CUADROS	iii
INDICE DE FIGURAS	iv
INDICE DE ANEXOS	v
RESUMEN	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo General	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1. Localización y duración del experimento	4
3.2. Preparación de los alimentos	4
3.2.1. Obtención de harina de follaje (hoja más peciolo) de yuca.....	4
3.2.2. Obtención de la harina de raíz de yuca	4
3.2.2.1. Análisis químicos	5
3.2.3. Elaboración de las dietas experimentales.....	5
3.3. Manejo de los animales e instalaciones	6
3.4. Descripción de los tratamientos.....	7
3.5. Diseño experimental y análisis estadístico	7
3.6.1. Consumo de alimento	8
3.6.2. Ganancia media diaria (GMD)	8
3.6.3. Conversión alimenticia (CA).....	8
3.6.4. Obtención de las canales.....	9
3.6.5. Características de la canal.....	9
3.6.5.1. El espesor de la grasa dorsal:	9
3.6.5.2. Peso vivo al sacrificio:.....	9
3.6.5.3. Peso canal caliente:.....	9
3.6.5.4. Rendimiento de la canal:	9

3.6.5.5. Peso de la piel:.....	10
3.6.6. Morfometría del tracto gastrointestinal (TGI).....	10
3.6.7. Análisis Financiero	10
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	12
4.1. Composición química de las dietas.....	12
4.2. Comportamiento productivo.....	13
4.2.1. Consumo de alimento por día.....	13
4.2.2. Peso final.....	14
4.2.4. Ganancia Diaria de Peso (g).....	15
4.2.5. Conversión de alimento.....	16
4.3. Características y rendimiento de la canal.....	18
4.4. Medidas de las canales y espesor de la grasa dorsal.....	19
4.5. Morfometría del tracto gastrointestinal.....	20
V. CONCLUSIÓN.....	23
VI. RECOMENDACIONES.....	24
VII. BIBLIOGRAFIA.....	25
VIII. ANEXOS.	30

DEDICATORIA

A **Dios**, por darme la oportunidad de vivir y la sabiduría de poder enfrentarme motivado por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Mi madre **Bernarda Martínez Cruz**, por darme la vida, por creer en mí, por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, por sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

Mi padre **Marvin Castellón Avendaño** por sus sabios consejos, Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante por haber apoyado siempre siendo un ejemplo a seguir., gracias por darme una carrera para mi futuro, todo esto te lo debo a ti.

Mis abuelos **Carla Cruz** y **Tomás Martínez** (Q.E.P.D.), por quererme y apoyarme siempre, esto también se lo debo a ustedes.

A mi esposa **Yesenia Suárez M.** quien con su paciencia y apoyo brindado ha entendido el sacrificio y lo largo de este camino.

A mis hijos (as) **Ross Aguilar, Krissber Aguilar y Carlos Enrique Aguilar** (Q.E.P.D.) quienes son lo más valioso que la vida me ha dado les dedico todo mi esfuerzo.

A mis hermanos **Amílcar, Ezequiel, Escarleth, Grethel y Marvin** a quienes espero motivar en el camino de la enseñanza y formación profesional.

A mis tíos **Manuel, Tomas, Azucena, Maria Jazmina, Elvin, Luis y Carlos** (Q.E.P.D.), de los cuales he aprendido aciertos y de momentos difíciles han estado conmigo y han sabido entenderme.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones quienes contribuyeron e hicieron posible el éxito de este trabajo en especial a.

Al **Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA)**, por darme la oportunidad de poder crecer en mi formación profesional y poder dar un servicio de mejor calidad.

A los docentes: Ing. **Nádir Reyes Sánchez PhD**, Ing. **Norlan Caldera Navarrete MSc.** y Lic. **Rosario Rodríguez MSc.** equipo de asesores y amigos, por el tiempo compartido, motivación quienes supieron guiarme en todo momento en mi desarrollo profesional, por el apoyo en la elaboración, desarrollo y culminación de esta tesis.

Al Ing. **Mario Castellón Avendaño, PhD.** por las observaciones, críticas y consejos realizados y con el deseo de mejorar en el presente estudios.

Al equipo de investigadores INTA Región V. Lic. **Yorling Luna MSc**, Ing. **Noel Duarte, MSc.** Ing. **Bismarck Sandoval MSc**, Ing. **Ariel Jaime Suarez MSc**, Ing. **Freddy Ocampo Zambrana MSc**, Ing. **Hernaldo Sandoval, MVZ.** **José Ángel Paul** por las gestiones en los momentos pertinente, observaciones y críticas constructivas en la realización de esta investigación.

A la productora **Sandra Rodríguez Martínez**, por el apoyo brindado en prestarme los animales y poder realizar el estudio.

A los estudiantes **Brenda Báez, Luis Urbina, Rafael, Martínez Yathama Forbes** por el apoyo incondicional durante todo el ensayo.

A mis amigos por compartir sus conocimientos y experiencias, por apoyarnos mutuamente en nuestra formación profesional y que hasta ahora, seguimos siendo amigos, **Alonso Rizo García y Jolvin Mejía.**

INDICE DE CUADROS

CUADRO	CONTENIDO	PAGINA
1	Análisis químico de la harina de follaje y harina de raíz de yuca	5
2	Ingredientes utilizados en las dietas experimentales a base de harina de raíz y follaje de yuca (<i>Manihot esculenta</i> Cratz)	6
3	Composición química de las dietas elaboradas a base de harina de follaje de yuca (HFY) y harina de raíz de yuca (HRY) y concentrado comercial de los tratamientos en estudio	7
4	Composición de las dietas de los diferentes tratamientos en estudio	12
5	Características y rendimiento de las canales de cerdos de desarrollo alimentados con concentrado comercial y concentrados con 15% HFY + 10% HRY y 25% HFY + 10% HRY.	19
6	Medidas de las canales y espesor de la grasa dorsal de cerdos de desarrollo en cada uno de los tratamientos en estudio alimentados con harina de follaje y raíz de yuca.	20
7	Morfometría del tracto gastrointestinal de cerdos en desarrollo alimentados con harina de follaje y raíz de yuca.	21
8	Análisis financiero de los tratamientos en estudio.	22
9	Presupuestos parciales para comparar los tratamientos en estudio	22

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	CONTENIDO	PAGINA
1	Consumo de alimento en cerdos de desarrollo de cada uno de los tratamientos en estudio	13
2	Pesos finales de cerdos de desarrollo de cada uno de los tratamientos en estudio	14
3	Ganancia media diaria de cada uno de los tratamientos en estudio	14
4	Conversión de alimento de cada uno de los tratamientos en estudio	17

INDICE DE ANEXOS

ANEXO	CONTENIDO	PAGINA
1	Obtención de la harina de follaje de yuca (<i>Manihot esculenta</i> Cratz)	31
2	Obtención de la harina de raíz de yuca (<i>Manihot esculenta</i> Cratz)	32
3	Análisis bromatológico de la harina de follaje y raíz de yuca (<i>Manihot esculenta</i> Cratz)	33
4	Elaboración de los tratamientos experimentales	34
5	Instalaciones para el manejo de los cerdos.	35
6	Análisis bromatológico de las dietas experimentales	36
7	Sacrificio de los animales de cada uno de los tratamientos	37
8	Determinación de la grasa dorsal	38
9	Pesajes y mediciones de canales	39
10	Recolección y pesaje de la sangre	40

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la inclusión de harina de forraje (HFY) y harina raíz de yuca (HRY) (*Manihot esculenta* Crantz), en dietas para cerdos de desarrollo y su efecto sobre el comportamiento productivo. Las variables evaluadas fueron: Consumo de alimento (C), ganancia media diaria (GMD), peso final (PF), conversión alimenticia (CA), rendimiento de la canal (RC), características del tracto gasto intestinal (TGI) y costos económicos (CE). Se utilizaron 15 cerdos machos encastados con Yorkshire, con peso inicial de 27.91 ± 2.94 kg y edad promedio de 120 ± 10.0 d. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con tres tratamientos y cinco repeticiones durante 90 d, los tratamientos evaluados fueron: T1 (alimento comercial), T2 (concentrado formulado con 15% de harina de forraje yuca + 10% de harina de raíz de yuca), T3 (concentrado formulado con 25% harina de forraje yuca + 10% de harina de raíz de yuca). Se utilizó el PROC ANDEVA para el análisis de los datos con la prueba de Tukey para la comparación de medias entre tratamientos con $\alpha = 0.05\%$. Los resultados no mostraron diferencias ($P > 0.05$) en el CA. En cambio hubo diferencias ($p < 0.05$) entre T1 y T3 para PF (69.55 kg vs 61.36 kg); GMD (422g vs 291g) y CA (4.09 vs 6.12), RC con T1 (49.9kg) vs T2 y T3 (42.5kg y 40.8kg), no hubo diferencias ($p > 0.05$) para espesor de la grasa dorsal, a nivel del TGI. Se presentó un mayor incremento del peso del estómago en los tratamientos 2 y 3. El análisis financiero favorece al tratamiento T2. La conclusión en el uso de la harina de follaje y de raíz de yuca se puede utilizar para alimentar cerdos en desarrollo siendo un recurso local y de bajo costo para los productores.

Palabras clave: follaje de yuca, raíz de yuca, cerdos en desarrollo, rendimiento en canal morfométría, Tracto Gastrointestinal.

SUMMARY

The objective of the present work was to evaluate the inclusion of flour of forage (HFY) and flour root of cassava (HRY) (*Manihot esculenta* Crantz), in diets for pigs of development and its effect on the behavior productive. The variables evaluated were: feed intake (C), average daily gain (GMD), weight final (PF), feed conversion (FC), performance of the channel (RC), characteristics of the tract spending intestinal (GIT) and economic costs (EC). 15 pigs were used by males admixed with Yorkshire, with initial weight of 27.91 ± 2.94 kg and age average of 120 ± 10 d. A completely random (DCA) design, with three treatments and five replications was used during 90 d, the treatments evaluated were: T1 (food business), T2 (concentrate formulated with 15% of feed cassava flour 10% cassava root flour), T3 (concentrate formulated with 25% fodder flour of manioc root 10% cassava flour). Is used the PROC ANOVA for the analysis of the data with the test of Tukey for the comparison of middle between treatments with $\alpha = 0.05\%$. The results not show differences ($P > 0.05$) in the CA. Instead there were differences ($p < 0.05$) between T1 and T3 for PF (69.55 kg vs. 61.36 kg); GMD (422g vs. 291g) and CA (4.09 vs. 6.12), RC with T1 (49.9kg) vs. T2 and T3 (42.5kg and 40.8kg), there were no differences ($p > 0.05$) for thickness of back fat, at the level of the TGI. Arose a higher increase of the weight of the stomach in treatments 2 and 3. Financial analysis favors treatment T2. The conclusion in the use of foliage and root of cassava flour can be used for feeding pigs in development being a local and low-cost resource for producers.

Key words: cassava foliage, cassava root, developing pigs, yield in morphometry channel, gastrointestinal Tract.

I. INTRODUCCIÓN

En Nicaragua la carne de cerdo es la tercera fuente de proteína de mayor importancia para el país por lo que es una actividad importante en la economía nacional. Esta actividad ha estado en manos de campesinos donde representa una fuente de consumo y principalmente una complementación. La crianza tecnificada ha tenido poco desarrollo debido a los altos costos en la alimentación más de 70% de los costos totales de producción (Agricultura y Desarrollo, 1997).

En las últimas décadas, la tendencia mundial es dirigida al incremento del consumo de carne de cerdo como fuente de proteína de alta calidad, teniendo mucha relevancia en la producción, los países en desarrollo, actividad que está estrechamente vinculada al hombre y el medio ambiente y debería ir necesariamente, acompañada de factores como bienestar animal, bajo impacto ambiental y sustentabilidad.

Es por ello que se aboga por producciones agrícolas y ganaderas sostenibles teniendo en cuenta las condiciones existentes y los recursos disponibles de los diferentes regiones (Ortiz *et al.*, 2011). Dentro de la creciente demanda de proteína animal, la porcicultura se desarrolla por las ventajas que facilita esta especie en lo rentable y viable económicamente, convirtiéndose en un eslabón fundamental para la obtención de alimentos proteicos a corto y mediano plazo (Morales, 2010).

Uno de los alimentos que más se han estudiado para sustituir el maíz lo constituye la yuca (*M esculenta* Crantz) en forma de harina para cerdos y aves o ensilada, por el método tradicional para cerdos y otras especies (Buitrago, 1990; Almaguel *et al.*, 2011; Hermida, 2012 y Rodríguez, 2013).

El cultivo de yuca (*M esculenta* Crantz) presenta bajos requerimientos edafológicos y se produce adecuadamente en suelos de baja fertilidad, condiciones que la hacen una alternativa para la producción animal.

De este cultivo, se derivan varios subproductos tales como: raspa de raíz integral y harina de follaje, los que por su alto nivel energético (3,138 Kcal de EM kg⁻¹), (Rostagno *et al.*, 2000) y proteico (24.38%), (Trompiz *et al.*, 2007), respectivamente; pueden ser utilizados como ingredientes para la formulación de raciones destinadas a la alimentación de cerdos en desarrollo o engorde, pudiendo de esta forma, sustituir parcial o totalmente a las materias primas importadas, especialmente cereales y oleaginosas de alto costo económico (Valdivié, 2005).

El uso de esta planta constituye una alternativa promisorias con buenas posibilidades de ser utilizadas en las raciones alimenticias debido a su potencial de producción de carbohidratos, cuando se utiliza sus raíces, asimismo su significado cantidad de proteína que proporciona su follaje (Jongh y Ludin, 1989). El programa de alimentos para cerdos, ha utilizado la planta de yuca, como un conjunto formado por la raíz y las hojas por lo tanto son pocas los trabajo donde se emplea solamente el follaje (Trompiz y Ventura, 1995).

El uso del follaje de yuca (*M esculenta* Crantz) en dietas para cerdos, puede ser una solución viable en el trópico para la escasez de fuente proteicas en ese ambiente. A este respecto, son varias las aproximaciones que se han hecho para estudiar su valor nutritivo (Bui *et al.*, 1996; Du *et al.*, 1997; González *et al.*, 1999; Du, 1998, 2000) así como niveles de inclusión en raciones para cerdos en crecimiento y finalización (Mahendranathan, 1971; Sarwat *et al.*, 1988; Ravindran, 1993).

La raíz de la yuca y sus derivados constituyen una de las más importantes fuentes de energía para la alimentación humana en las regiones tropicales del mundo. Asimismo, la parte aérea de la planta, constituida por hojas, peciolas, ramas y tallos es utilizada principalmente para la alimentación de bovinos, ovinos, cerdos y aves (Arruda *et al.*, 2012).

La búsqueda de ingredientes de bajo costo que puedan sustituir diferentes componentes en la fabricación de alimentos balanceados para cerdos se ha convertido en una tarea continua que trata de disminuir parcialmente, los altos costos de algunas materias primas (maíz y sorgo principalmente) que a veces compiten con la alimentación humana.

En el municipio de Nueva Guinea, el cultivo de la yuca (*M. esculenta* Crantz) se produce tradicionalmente para consumo humano y animal. Sin embargo, no existe información en nuestro país sobre el uso de los subproductos de la raíz y harina de follaje yuca, en la alimentación de cerdos en la fase de desarrollo y engorde.

El objetivo del presente estudio es evaluar la planta de yuca (*M esculenta* Crantz), como alternativa de alimentación para cerdos de desarrollo y valorar el efecto sobre el comportamiento productivo y cambios en la morfometría del tracto gastrointestinal.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Valorar el efecto de la inclusión de harina de follaje y raíz de yuca (*Manihot esculenta* Crantz), en cerdos de desarrollo sobre el comportamiento productivo y la morfometría del tracto gastrointestinal.

2.2. Objetivos específicos

1. Estimar la composición química (Materia Seca, Proteína Bruta, Fibra Detergente Neutra, Fibra Detergente Acida, Fibra Cruda, Ceniza y Energía Metabolizable) de las dietas evaluadas.
2. Analizar los efectos de diferentes niveles de inclusión de harina de follaje y raíz de yuca (*M. esculenta* Crantz), sobre el comportamiento productivo (Peso vivo, ganancia de peso, peso final, consumo, conversión alimenticia) en cerdos en desarrollo.
3. Evaluar el efecto de la inclusión de harina de follaje y raíz de yuca (*M. esculenta* Crantz), sobre la morfometría del tracto gastrointestinal y características de la canal.
4. Analizar los costos económicos, en la inclusión de harina de follaje y raíz de yuca (*M. esculenta* Crantz), en la alimentación de cerdos en desarrollo, utilizando la metodología de presupuestos parciales.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización y duración del experimento

El presente estudio se realizó en el Centro de Desarrollo Tecnológico (CDT) propiedad del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), ubicada en el municipio de Nueva Guinea, Región Autónoma de la Costa Caribe Sur (RACCS). Dentro de las Georreferenciación UTM (x= 077820), (y = 12933537). Las precipitaciones de la zona en estudio promedian anualmente 3,270 mm con un mínimo de 3000 mm y un máximo de 3,540 mm. La temperatura promedio durante el estudio fue de 25°C (INETER, 2015).

El ensayo tuvo una duración de 90 d, iniciando el 15 de septiembre y finalizando el 16 de diciembre del año 2015.

3.2. Preparación de los alimentos

3.2.1. Obtención de harina de follaje (hoja más peciolo) de yuca

El material forrajero fue recolectado en parcelas establecidas en el centro de desarrollo tecnológico (CDT-Nueva Guinea) , con una edad aproximada de tres meses, para esto se utilizó el tercio superior de la planta (follaje) de yuca, separando las hojas más peciolo de las ramas, para luego ser colocado sobre plástico negro, en capas de 10 cm de grosor y exponiendo el material al sol por un periodo de tiempo de 72 h, para garantizar un secado uniforme, cada 2 h el material fue volteado con ayuda de un rastrillo para facilitar su secado hasta que el mismo alcanzara una humedad entre el 10 y el 12%.

Una vez seco el material se pasó por un molino martillo marca Craftsman® 6.5 Hp con una criba o tamiz de 3 mm, el material obtenido fue previamente zarandeado para eliminar impurezas y su posterior inclusión en la dietas, una vez obtenido el material se tomó una muestra de 500g para su análisis en el laboratorio de bromatología de la Universidad Nacional Agraria (Anexo 1).

3.2.2. Obtención de la harina de raíz de yuca

La raíz de yuca utilizada en el presente experimento se obtuvo de otras parcelas establecidas del CDT-Nueva Guinea, a una edad aproximada de ocho meses; este fue seleccionado procurando que estuviera libre de deterioro fisiológico y contaminación, siendo lavado de forma manual procurando eliminar todo rastro de tierra presente en él, posteriormente fue cortado en trozos de (8 mm) de dimensión, para lo cual se utilizó una picadora de pasto mecánica marca Craftsman® 6.5 Hp; el material obtenido fue extendido sobre plástico negro en capas de 10 cm de grosor, y expuesto al sol por un periodo de tiempo de 72 - 96 h, cada 2-4 h, removido y volteado con ayuda de un rastrillo para facilitar su secado procurando obtener

una humedad cercana al 10%, posteriormente se obtuvo la harina por medio de un molino de Nixtamal o molino mecánico manual casero (Anexo 2).

Una vez obtenida la harina de raíz de yuca se tomó una muestra de 500g para su posterior análisis en el laboratorio de bromatología de la Universidad Nacional Agraria (Cuadro 1).

3.2.2.1. Análisis químicos

Para conocer la composición química de las muestras de harina de follaje y harina de raíz de yuca como de la dietas elaboradas se tomaron muestras de los materiales las que fueron llevadas al laboratorio de bromatología de la UNA, donde se les determinaron los contenidos de Materia Seca (MS) y cenizas según el procedimiento de la AOAC, 1990. La concentración de nitrógeno total fue determinado utilizando el método de Kjeldahl (AOAC, 1984) y la concentración de Proteína Bruta fue calculada mediante la siguiente fórmula: $PB = (\% \text{ de nitrógeno total} \times 6.25)$. Los contenidos de Fibra Neutro Detergente (FND) y Fibra Ácido Detergente (FAD) fueron analizados según lo descrito por Van Soest *et al.* (1991).

Cuadro 1: Análisis químico de la harina de follaje y harina de raíz de yuca

Harina	% Humedad	% PC	% Ceniza	%FC	%Grasa	% MS
Follaje de yuca (HFY)	12.13	29.89	7.01	9.73	1.65	87.87
Raíz de yuca (HRY)	12.18	3.4	2.26	6.33	0.49	87.82

Fuente: Laboratorio de Bromatología, UNA, 2015 (Anexo 3).

3.2.3. Elaboración de las dietas experimentales

Las dietas experimentales se elaboraron considerando los requerimientos nutricionales según la NRC (1998) para cerdos en desarrollo.

Una vez obtenido los resultados del análisis bromatológico de la harina de follaje y de raíz de yuca se procedió a formular las dietas experimentales, considerando que las dietas tuvieran 10% de inclusión de harina de raíz de yuca con 15 y 25% de inclusión para la harina de follaje de yuca (Cuadro 2), ambas dietas fueron isoenergéticas e isoproteicas en relación a un concentrado comercial para cerdos en esta categoría. Los ingredientes utilizados fueron obtenidos con productores y distribuidores de la zona de Nueva Guinea (Anexo 4).

El concentrado comercial fue obtenido con un distribuidor local que distribuye alimentos balanceados del grupo industrial “El Granjero”, Este concentrado estaba conformado de los siguientes ingredientes: Maíz, sorgo, harina de soya, Soya integral, semolina de arroz, granos de destilación secos con soluble, millrum, harina de carne y hueso, aceite vegetal, premezclas minerales y vitamínicas, cloruro de sodio y aminoácidos sintéticos. Este concentrado fue formulado con 14.5% de PB, grasa 6.5%, fibra bruta 5%, Calcio 0.75-0.9; fósforo 0.7 y energía metabolizable ($\text{Mcal kg}^{-1} \text{ MS}$) de 3,300.

Cuadro 2: Ingredientes utilizados en las dietas experimentales a base de harina de raíz y follaje de yuca (*Manihot esculenta* Cratz)

Ingredientes	Niveles de inclusión (%)	
	Tratamiento 2	Tratamiento 3
Sorgo	24.8	7.3
Maíz	20	35
Semolina	10	5
Sebo	5	7.5
Melaza	5	5
Harina de follaje de yuca	15	25
Harina de raíz de yuca	10	10
Gandul	2.5	1.5
Harina Soya	7	3
Sal común yodada	0.2	0.2
Premezcla vitaminas y minerales	0.5	0.5
TOTAL	100	100

Elaboración propia

3.3. Manejo de los animales e instalaciones

Los cerdos que se utilizaron en el experimento fueron adquiridos en fincas de pequeños productores los que eran manejados en producción de traspatio, el genotipo racial prevalece el cruzamiento de cerdos criollos o acriollados con Yorkshire.

Previo al inicio del ensayo los cerdos fueron pesados, identificados y asignados al azar en cubículos por tratamiento procurando uniformidad tanto en edad como en peso. Antes del inicio del ensayo a los animales se les aplicó vitamina A (625,000 UI), D₃ (125,000 UI), y E (125 UI), Albendazol para el control de parásitos internos. Todos los animales de cada uno de los tratamientos tuvieron una semana de adaptación a las dietas previo al inicio del ensayo (Anexo 5).

Se realizó la preparación de la galera dos semanas antes de la llegada de los cerdos, esta fue lavada y desinfectada utilizando agua, cloro y aplicando cal al piso, a las paredes tanto internamente como externamente se les aplicó carburo para su desinfección. Las unidades experimentales fueron alojadas en tres corrales de 15 m² (3.85 m de ancho x 3.90 m de largo), las paredes de los cubículos tenían un metro de altura y fueron construidas de piedra cantera, el piso de cemento con una pendiente de 1% para facilitar el drenaje. El techo construido de zinc corrugado calibre 26 a una sola agua; cada cubículo provisto de comederos de cemento donde los animales recibieron el alimento en dos raciones al día (mañana y tarde) cada cubículo contaba con bebederos de tetina que garantizaron el consumo de agua a voluntad. La iluminación fue suministrada por medio de bombillos incandescentes de 60 watt asegurando un bombillo por cubículo.

3.4. Descripción de los tratamientos

Los tratamientos evaluados en el estudio se describen a continuación:

Tratamiento 1: se utilizó un concentrado comercial marca El Granjero® para cerdos de desarrollo (PB 14.5%, EM 3.3 Mcal y FB 5%), obtenido con un distribuidor local en el municipio de Nueva Guinea.

Tratamiento 2: se utilizó un alimento elaborado que contenía 15 % de harina de follaje (hoja + peciolo) de yuca y 10% de harina de raíz de yuca, siendo el mismo isoenergético e isoproteico en relación al tratamiento 1 (Cuadro 3).

Tratamiento 3: se utilizó un alimento elaborado que contenía 25 % de harina de follaje de yuca y 10% de harina de raíz de yuca, siendo el mismo isoenergético e isoproteico en relación al tratamiento 1 (Cuadro 3).

Cuadro 3. Composición química de las dietas elaboradas a base de harina de follaje de yuca (HFY) y harina de raíz de yuca (HRY) y concentrado comercial de los tratamientos en estudio.

Tratamientos	% PC	%CEN	%FC	EM (kcal/kg MS)*	% EE	% FAD	% FND
Tratamiento 1 ¹	14.50	-	5.00	3250	6.50	-	-
Tratamiento 2 ²	14.96	3.97	10.39	3156	3.97	12.78	53.33
Tratamiento 3 ²	14.02	4.79	11.23	3274	4.79	19.67	51.7

¹: Concentrado comercial (datos según etiqueta)

²: Laboratorio de bromatología de la UNA, 2015 (Anexo 6)

*: Valores calculados a partir de tablas de composición bromatológica (Vargas, 1984).

3.5. Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño experimental utilizado fue un diseño completamente al azar (DCA), conformado por tres tratamientos con cinco repeticiones por tratamiento. Para el experimento se utilizaron un total de 15 cerdos, híbridos con genotipo criollo x Yorkshire, de sexo macho, castrados, con edad promedio de 120±10 d, con peso vivo de 27.91±2.94 kg aproximadamente como unidades experimentales.

Los datos recolectados fueron organizados en bases de datos en una hoja de cálculo de Excel (versión 2013) del paquete informativo de Microsoft Office®, posteriormente fueron analizados utilizando el PROC GLM (Modelo Lineal General) del paquete estadístico MINITAB® Ver. 16 (MINITAB®, 2013). El procedimiento de comparación de medias por la prueba de Tuckey fue utilizado cuando la diferencias entre tratamientos fueron significativas con una probabilidad de error de p<0.05.

El modelo matemático utilizado se expresa a continuación:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Variables dependientes evaluadas (PF, consumo, GMD, CA).

μ = Media general.

α_i = Efecto del i -ésimo tratamiento (T1: concentrado comercial; T2: alimento con 15% HFY+ 10% HRY; T3: alimento con 25% HFY+ 10% HRY).

ϵ_{ijk} = Error experimental.

3.6. Variables estudiadas

3.6.1. Consumo de alimento

El consumo de alimento se determinó cuantificando diariamente el alimento ofrecido y el alimento rechazado por tratamiento, posteriormente para su cálculo se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{Consumo} = (\text{Alimento ofrecido} - \text{Alimento rechazado})$$

Los datos de consumo se agruparon por semana para determinar la conversión alimenticia, consumo semanal, y poder realizar las comparaciones por periodo.

3.6.2. Ganancia media diaria (GMD)

La respuesta animal en términos de producción de carne se medirá a lo largo del ensayo, tomando el peso de los animales al inicio del ensayo y el peso al final del experimento, entre el número de días de duración del mismo:

$$\text{GMD} = \frac{\text{Peso final (g)} - \text{peso inicial (g)}}{\text{días de evaluación}}$$

3.6.3. Conversión alimenticia (CA)

La conversión alimenticia es un índice que representa la cantidad de alimento requerido por unidad de incremento de peso vivo, la cual se estimara utilizando la siguiente ecuación.

$$CA = \frac{\text{Total de alimento consumido}}{\text{Ganacia de peso}}$$

3.6.4. Obtención de las canales

Al finalizar el experimento los cerdos fueron sacrificados para ellos se les retiro el alimento 24 h. antes del sacrificio, se utilizó el método de insensibilización por aturdimiento antes del desangrado el cual fue por punción en la yugular. El procedimiento de faena de los animales fue el siguiente: desollado, escaldado para el retiro del pelo, separación de la cabeza, retiro de la piel, eviscerado, separación de medias canales y desmembramiento de las medias canales. (Anexo 7).

3.6.5. Características de la canal

3.6.5.1. El espesor de la grasa dorsal:

Este se midió en mm, con ayuda de un Vernier, (Mitutoyo, mod. CD-15D, Japan), en tres ubicaciones: opuesto a la primera costilla, a la última costilla y a la última vértebra lumbar, respectivamente, obteniéndose un promedio de las tres mediciones. Esta característica es reconocida como una medida importante de la calidad de la canal. Las medidas del espesor de tocino dorsal (ETD) a varios niveles (Mayoral, 1994; Peinado *et al.*, 2004): - Primera costilla (ETD1). - Última costilla (ETD2). - Extremo craneal del músculo glúteo medio (ETD3). Coincidiendo con la zona de mayor grosor de tocino lumbar. - Glúteo medio (ETD4). A nivel del músculo glúteo medio en la zona de menor espesor graso (Anexo 8).

3.6.5.2. Peso vivo al sacrificio:

Posterior al ayuno de 24 h, los cerdos fueron pesados, obteniendo de esta forma el peso vivo antes del sacrificio.

3.6.5.3. Peso canal caliente:

Se define como el peso de la canal una vez retirada el pelo, sangre, órganos internos, vísceras y cabeza.

3.6.5.4. Rendimiento de la canal:

El rendimiento de la canal se obtuvo dividiendo el peso de la canal entre el peso vivo al momento del sacrificio (Anexo 9).

3.6.5.5. Peso de la piel:

El peso total de la piel se obtuvo una vez retirado el pelo y separada la piel de la canal.

3.6.6. Morfometría del tracto gastrointestinal (TGI)

El TGI completo y los órganos digestivos (estómago, intestino delgado, intestino grueso y ciego) se pesaron llenos y vacíos. Los órganos accesorios hígado, páncreas, bazo y riñones fueron pesados. En el caso del intestino grueso, delgado y ciego además se les midió longitud. Se obtuvieron los pesos absolutos (g) y pesos relativos (g kg^{-1}) de los diferentes segmentos y órganos antes mencionados, siguiendo el procedimiento descrito por Savon *et al*, (2008).

Las vísceras se extrajeron rápidamente y se separaron de sus ligamentos y anexos, posteriormente fueron pesadas haciendo uso de una balanza con precisión de +1g. Además del tracto gastrointestinal (estómago, hígado e intestino delgado y grueso) se obtuvieron los pesos de los órganos del sistema respiratorio y circulatorio (pulmones y corazón).

Se midieron con una cinta métrica plástica (precisión de +1cm) las longitudes de los intestinos y ciego. El intestino delgado se midió a partir del extremo proximal del duodeno hasta el extremo distal del íleon, el intestino grueso se midió desde el extremo proximal del ciego hasta el extremo distal del recto.

Para el caso de la sangre: se recolectó en bolsa plástica para su posterior pesaje, de igual forma se pesó el pelo tanto húmedo como seco (Anexo 10).

3.6.7. Análisis Financiero

Con la finalidad de comparar los costos de cada dieta así como los beneficios económicos que existen al sustituir una por otra, se realizó un análisis de presupuestos parciales con la Metodología sugerida por Pérez (1993).

Los presupuestos parciales para cada tratamiento se basaron en los costos del alimento. En general se consideran cuatro partidas básicas que se clasifican como sigue:

Nuevas entradas

- A) Costo reducido (del rubro que se piensa sustituir).
- B) Nuevo Ingreso (del rubro que se piensa introducir).

Nuevas salidas

- C) Nuevo costo (del rubro que se piensa introducir)
- D) Ingreso reducido (del rubro que se piensa sustituir)

La diferencia entre la sumatoria de $A+B$ y la sumatoria de $C+D$, indica si el cambio propuesto genera utilidad o bien no se justifica el cambio.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Composición química de las dietas

Como se observa en el cuadro 4, las dietas de los tratamientos 2 y 3 fueron isoproteicas e isoenergéticas en relación al tratamiento 1. Los mayores contenidos de fibra cruda de las dietas 2 y 3 están influenciados por los contenidos de harina de follaje de yuca (HFY) y harina de raíz de yuca (HRY) en las dietas elaboradas.

Cuadro 4. Composición de las dietas de los diferentes tratamientos en estudio.

Aportes	Tratamientos		
	T1 ¹	T2 ²	T3 ²
Humedad%	12.00	12.13	12.18
Energía Metabolizable (kcal/kg MS)	3,250	3156	3274
Proteína cruda (% PC)	14.5	14.96	14.02
Fibra Cruda (% FC)	5.00	10.39	11.23

¹: Concentrado comercial (datos según etiqueta)

²: Laboratorio de bromatología de la UNA, 2015 (Anexo 6).

Trompiz *et al* (2000), al incluir 15% de harina de follaje de yuca (HFY) en dietas para cerdos de desarrollo encontraron que las mismas contenían 7.45% de FC, valor inferior al obtenido en las dietas 2 y 3 (15% HFY + 10% HRY; 25% HFY + 10% HRY) del presente estudio, estos autores en la elaboración de la harina de follaje separaron hoja del peciolo contrario a lo realizado en este trabajo.

Pochon *et al* (2010), al sustituir parcialmente la harina de maíz por harina de raíz de yuca en diferentes niveles de inclusión (13%, 23%, 37%) en dietas para cerdos en desarrollo obtuvieron valores de FC de 3.9%, 4.0% y 4.6% respectivamente, valores inferiores al compararlos con las dietas experimentales utilizadas en este ensayo.

Ricaurte (2014), menciona que en la alimentación de cerdos la utilización de la harina de raíz y follaje de yuca aportan valores aceptables de proteína cruda, a pesar de tener valores altos de fibra, sin embargo, esto no afecta el comportamiento productivo y la calidad de la canal.

4.2. Comportamiento productivo

4.2.1. Consumo de alimento por día

Como se puede observar en la figura 1, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en estudio ($p>0.05$), obteniendo valores de (1644.36g, 1654.04g y 1648.99g) para T1, T2 y T3 respectivamente. La no diferencia en consumo se debe a que el consumo diario de alimento fue el planificado sin sobrantes en los comederos, pues los animales consumieron todo el alimento ofertado.

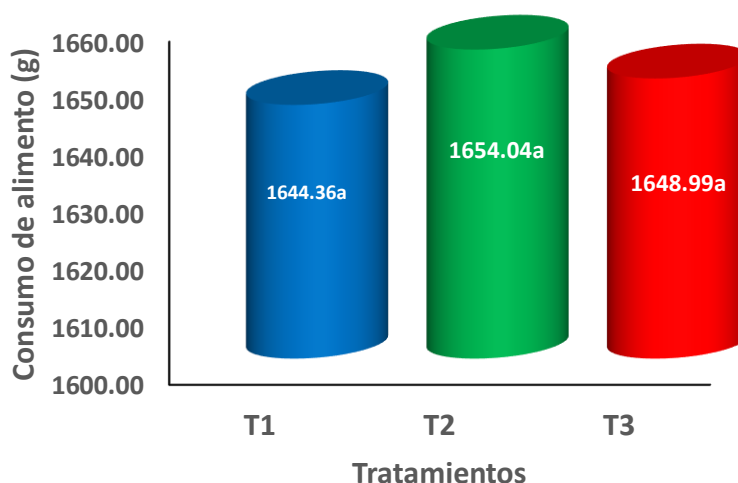


Figura 1. Consumo de alimento en cerdos de desarrollo de cada uno de los tratamientos en estudio

Los valores de consumo encontrados en el presente estudio son ligeramente inferiores a los reportados por Gonzales *et al* (1997), quienes encontraron consumos de alimento diario de (1810g, 1920g y 1910g), al incluir de harina de raíz de yuca (0% 50% y 100%) en sustitución del maíz en dietas para cerdos en crecimiento.

En otro trabajo Gonzáles, *et al* (1997), reporta valores inferiores a los reportados en el presente estudio (253.79g, 269.51g y 267.09 g), al incluir en la ración el (0%, 50%, 100%), de harina cruda de raíz de yuca amarga deshidratada (*M. esculenta* Crazt), en cerdos de desarrollo.

Así mismo Pochon *et al* (2010), obtuvieron consumo de alimento superior que los reportados en esta investigación (2,740g, 2820g, 2760g, 2640g), al incluir (0%, 20%, 40% y 60%), de raíz de yuca a las dietas experimentales en la sustitución parcial de maíz sobre variables productivas de cerdos en crecimiento. Buitrago (1990), reporta un consumo entre 2000g a 3000g d⁻¹ para cerdos menores de 50 kg de peso vivo suplementados además con una base proteica.

4.2.2. Peso final

Al comparar los pesos finales obtenidos en los cerdos de desarrollo en el presente estudio se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre T1 y T3 (69.55kg vs 61.36kg); sin embargo, no se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) al comparar T2 con T1 y T3 65kg vs 69.55kg y 61.36kg respectivamente (figura 2). Al respecto se puede señalar que la fibra presente en la dieta va a disminuir la concentración energética de la misma, ya que la energía procedente de la fermentación en el intestino grueso se emplea con menor eficiencia de aquella obtenida de la digestión enzimática de la dieta en intestino delgado. Si bien un exceso de fibra bruta en la dieta (10-15%) puede acompañarse por una disminución en la ingestión de materia seca por un volumen excesivo o una baja palatabilidad del alimento (Braude, 1967).

Sin embargo, es interesante tener en cuenta que esta dilución de la energía contenida en la dieta es especialmente significativa en climas cálidos, donde se observa una disminución de la ganancia de peso y una menor eficiencia alimentaria.

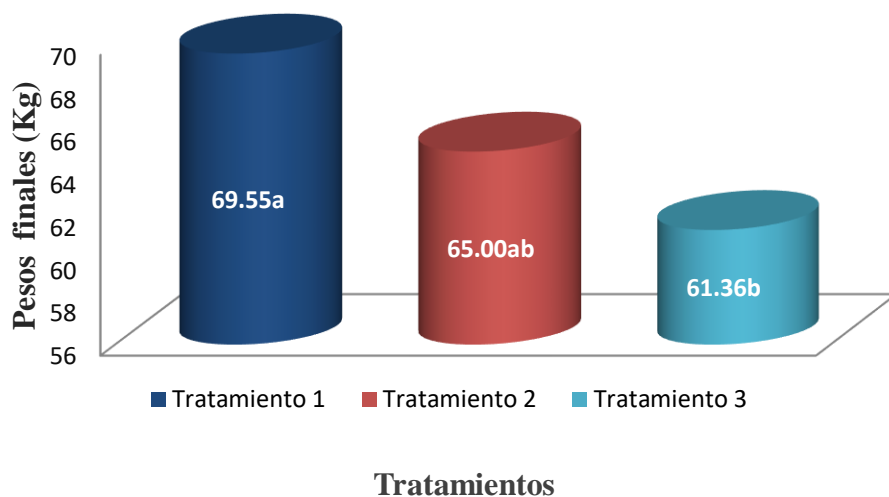


Figura 2. Pesos finales de cerdos de desarrollo de cada uno de los tratamientos en estudio

Trompiz *et al* (2000), encontraron pesos finales inferiores a los encontrados en esta investigación de (27.75kg y 27.96kg respectivamente) en la utilización del (0% y 15%), de harina de forraje de yuca (*M esculenta* Crazt), en cerdos de crecimiento.

En otro trabajo Cardona (2002), reporto pesos finales inferiores que los reportados en esta investigación de (31.2kg, 32.4kg, 31.1kg y 31.2kg), al utilizar niveles de inclusión de harina de yuca en la dieta del (0%, 15%, 30% y 45%), al evaluar la respuesta productiva y económica de cerdos mestizos en las etapas de levante.

Rosales y Paucar (1996), reportaron pesos finales inferiores a los reportados en esta investigación de (52.40kg, 54.40kg y 52.72kg), al utilizar niveles de inclusión (0% 15 % y 30% respectivamente), al utilizar la cascara de yuca en raciones para cerdos en crecimiento.

Rosales y Urbietta (1993), al utilizar niveles de inclusión del (10%, 35% y 60%), de afrecho de yuca en raciones para cerdos en crecimiento reportaron pesos finales inferiores a los reportados en esta investigación de (56.13kg, 51.13kg y 53.67 kg respectivamente),

Por otro lado, Chicco *et al* (1972) y Sonaiya *et al* (1982) afirman que la harina de yuca reemplaza parcialmente al maíz amarillo hasta un 45 %, en raciones de cerdos en crecimiento y engorde, sin afectar su rendimiento, Sin embargo, Maner y Pond (1974), mencionan que al utilizar el (0, 22, 44, y 66%), de harina de yuca en remplazo del maíz, determinaron que el nivel máximo de utilización de la harina de yuca es 44% en la ración y que cuando se utilizaban raciones con un 66% ocasionó una reducción de la ganancia de peso. Barbaosa *et al* (1979), afirman que, al sustituir parcialmente el afrecho de trigo por el afrecho de yuca en raciones de cerdos en crecimiento, no se encontró diferencias en la ganancia de peso.

4.2.4. Ganancia Diaria de Peso (g)

Los valores de la ganancia media diaria (GMD), indican que T2 (340g) no presento diferencias estadísticas ($p>0.05$) con T1 (422g) y T3 (291g), sin embargo al comparar T1 vs T3 existen diferencias estadísticas ($p<0.05$) entre ellos (figura 3).

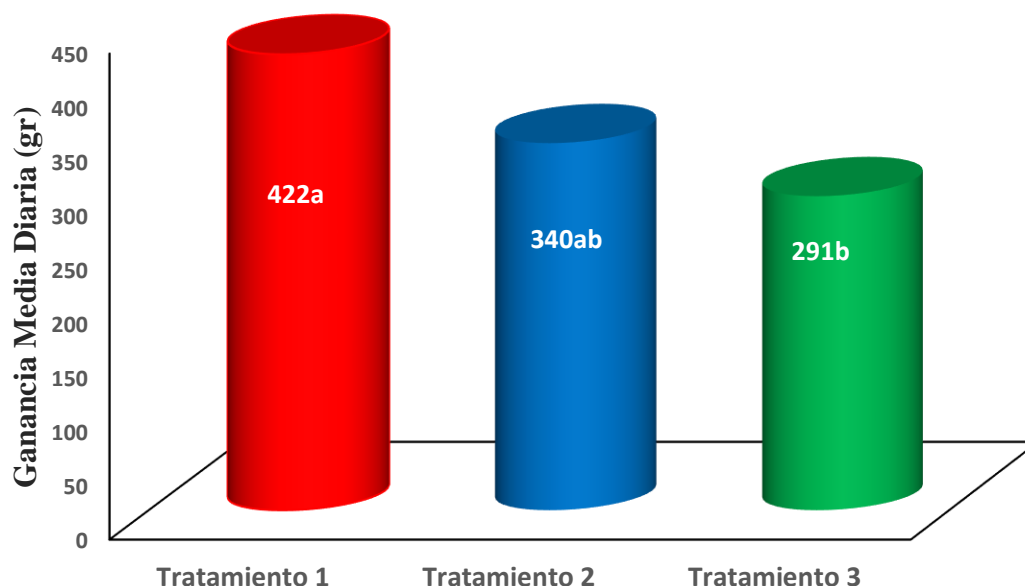


Figura 3: Ganancia media diaria obtenida en cada uno de los tratamientos en estudio

Trompiz *et al* (2000), al evaluar la utilización del (0% y 15%) harina de la yuca (*Manihot esculenta* Cratz) en cerdos de desarrollo encontraron ganancia diaria de peso superiores a los encontrados en esta investigación de (633g y 692g respectivamente).

Autores como Rivera y Silva (1996) reportaron datos inferiores a los encontrados en el presente estudio sobre la ganancia diaria de peso de (384.33g, 158.33g y 174.33g), al evaluar la inclusión de yuca y suero en la alimentación de cerdos en la etapa de desarrollo.

Otros actores como Pazo *et al* (2012), reportaron ganancia diaria de peso de (585g y 620g) al utilizar harina integral de yuca en niveles de 30% y 70% conjuntamente con levadura *Saccharomyces*, afrecho de trigo y pienso, En otro trabajo Pochon *et al* (2010), obtuvieron una ganancia diaria de peso superior que los reportados en esta investigación de (1020 g, 1080g, 970g y 1030g), al incluir (0%, 20%, 40% y 60% respectivamente) de raíz de yuca dietas experimentales en la sustitución parcial de maíz sobre variables productivas de cerdos en crecimiento.

Así mismo González, *et al* (1997), encontraron ganancias de diaria peso de (689g, 722g, 635g), en dietas para cerdos donde se incluyó harina cruda de raíz de yuca (*M esculenta* Cratz), en niveles de 0% 50% y 100% de inclusión. Cardona (2002), reporto ganancia de peso de (730g, 830g, 670g, 740g), al utilizar niveles de inclusión de harina de yuca en dietas (0%, 15%, 30% y 45% de forma respectiva), al evaluar la respuesta productiva y económica de cerdos mestizos en la etapa de levante.

Rivera y Silva (1996), concluyen que al utilizar niveles apreciables de harina de raíz y follaje de yuca esta debe de ser suplementada con fuentes que provean aminoácidos de alto valor biológico, ya que la yuca contiene bajos niveles de metionina, cistina y triptófano los cuales ayudarían a equilibrar la deficiencia en la ración y poder obtener rendimientos satisfactorios en los cerdos.

Al utilizar 49.80% de raíz de yuca y 30% de follaje deshidratado de yuca, en la etapa de finalización, se obtuvieron 585 g/d y 4,60 kg/kg para ganancia de peso y conversión de alimento, respectivamente, esto redujo los costos totales de producción en 23% (González *et al.*, 1997b)

Finalmente se puede indicar que un exceso de fibra en la dieta puede afectar el crecimiento de los cerdos por interacciones entre ésta y los minerales, menor eficiencia en la utilización del nitrógeno y mayor velocidad en el tránsito del contenido intestinal.

4.2.5. Conversión de alimento

En la figura 4, se observa que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos T1 y T3 (4.09 vs 6.12), sin embargo al comparar ambos tratamientos con el T2 (4.62) no existen diferencias significativas ($p > 0.05$). Esto se debió al nivel de fibra presente en la ración, lo que coincide con otros resultados (Díaz *et al* 1997; González *et al* 1997; Díaz 2000).

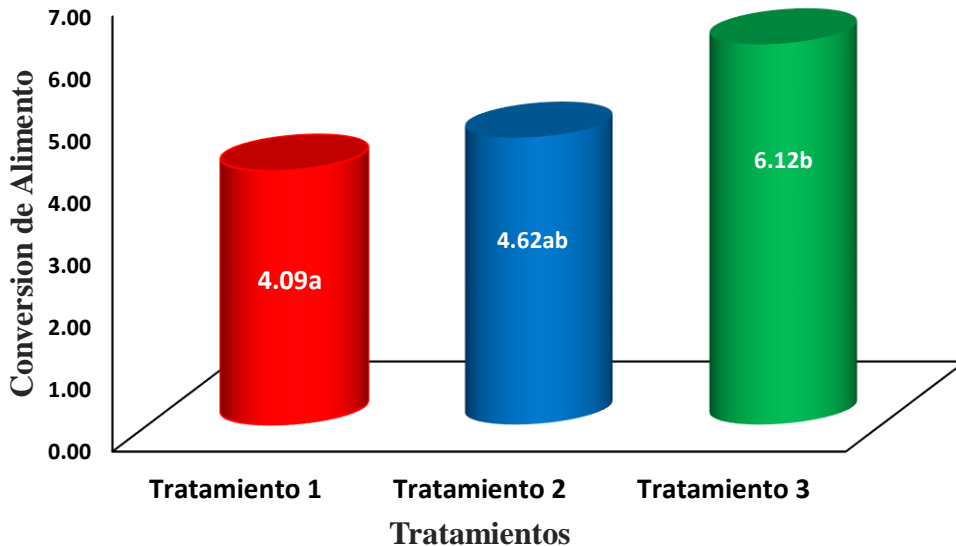


Figura 4: Conversión de alimento de cada uno de los tratamientos en estudio

Cardona (2002), al evaluar la respuesta productiva de cerdos mestizos en las etapas de levante, reporta conversiones alimenticias de (3.2, 3.1, 2.86, 2.92), al utilizar (0%, 15%, 30% y 45%), de inclusión de harina de yuca en la dieta de estos cerdos.

Campadaval (2001), reportó conversión de alimento para cerdos en desarrollo de (2.75 a 3.00), alimentados con harina de yuca en centro América. Así mismo González, *et al* (1997), encontraron conversión de alimento de (2.63, 2.66 y 3.01), en dietas para cerdos donde se incluyó harina cruda de raíz de yuca (*M. esculenta* Cratz) en niveles de (0% 50% y 100%), de inclusión. A su vez otros autores reportan de igual forma valores inferiores como el trabajo de Pazo *et al*, (2012), que determinaron una conversión de alimento de (4.10 y 3.69,) al utilizar harina integral de yuca en niveles de (30% y 70%), conjuntamente con levadura *Saccharomyces*, afrecho de trigo y pienso, por otro lado Pochon *et al* (2010), obtuvieron una conversión de alimento de (2.73, 2.64, 2.88, 2.54), al incluir (0%, 20%, 40% y 60%), de raíz de yuca en dietas experimentales en sustitución parcial de maíz en dietas de cerdos en crecimiento.

Trompiz *et al* (2000), encontraron una conversión de alimento de (4.34, 4.95), al utilizar niveles de inclusión de (0% y 15%), de harina de follaje de yuca en cerdos de crecimiento, valores muy similares a los mostrados por los tratamientos T1 y T2 de este estudio.

González *et al*. (1997), al utilizar 49.80 % de raíz de yuca y 30% de follaje deshidratado, en la etapa de finalización, obtuvieron valores de 4.60 kg/kg para conversión de alimento. García *et al*. (1997), al utilizar 38% de harina de raíz y 40% de follaje de yuca reportaron valores de conversión de 6.20 kg/kg en cerdas reproductoras y durante la lactancia de las mismas reportan valor de 4.80 kg/kg de conversión de alimento.

4.3. Características y rendimiento de la canal

En la tabla 5, se puede observar que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los pesos de las canales obtenidas para T1 (49.9kg) vs T2 y T3 (42.5kg y 40.8kg respectivamente). Se encontró diferencias significativas ($p < 0.05$) para peso de la carne (20.8kg vs 15.4kg y 14.8kg para T1 vs T2 y T3), sin embargo, no se encontraron diferencias ($p > 0.05$) para peso de hueso, costillares y piel de las canales. De igual forma se encontró diferencias ($p < 0.05$) para el peso de la carne de la media canal derecha y peso del hueso en la media canal izquierda.

Al comparar los rendimientos obtenidos no se encontraron diferencias ($p > 0.05$) entre los tratamientos en estudio para la canal completa, porcentaje de hueso y relación carne hueso, sin embargo, se encontraron diferencias ($p < 0.05$) para porcentaje de carne, piel y costillas.

Garbati *et al* (2002), reportaron datos inferiores a los del presente estudio sobre pesos de los costillares (5.48kg, 4.97kg y 4.00kg) y pesos de los huesos (7.40kg, 7.36kg y 7.38kg), al utilizar 0% de inclusión de yuca. 38% de yuca deshidratada y 20% de yuca fresca.

Gonzales *et al* (1997), reportaron datos similares sobre los pesos de las medias canales de (24.0kg, 26.85kg y 22.33kg) al incluir en la dieta (0% y 50% y 100%), de harina cruda de raíz de yuca en cerdos de desarrollo.

Tabla 5: Características y rendimiento de las canales de cerdos de desarrollo alimentados con concentrado comercial y concentrados con 15% HFY + 10% HRY y 25% HFY + 10% HRY.

Característica	Tratamientos			Significancia
	T1	T2	T3	
Canal Completa (kg)	49.9^a	42.5 ^b	40.8 ^b	*
Hueso (kg)	10.9 ^a	10.0 ^a	10.0 ^a	ns
Carne (kg)	20.8^a	15.4 ^b	14.8 ^b	*
Costillares (kg)	6.7 ^a	7.5 ^a	6.7 ^a	ns
Piel o lonja (kg)	11.5 ^a	11.6 ^a	10.5 ^a	ns
Media Canal Derecha (kg)	25.6^a	20.0 ^b	21.04 ^b	*
Hueso (kg)	5.6 ^a	4.8 ^a	5.0 ^a	ns
Carne (kg)	10.4^a	7.7 ^b	7.2 ^b	*
Costilla (kg)	3.8 ^a	3.3 ^a	3.4 ^a	ns
Piel o lonja (kg)	5.7 ^a	5.8 ^a	5.3 ^a	ns
Media Canal Izquierda (kg)	24.3 ^a	20.8 ^a	21.1 ^a	ns
Hueso (kg)	5.7 ^a	5.5 ^a	5.0^b	*
Carne (kg)	10.3 ^a	8.4 ^a	7.6 ^a	ns
Costilla (kg)	3.0 ^a	3.3 ^a	3.3 ^a	ns
Piel o lonja (kg)	5.8 ^a	5.8 ^a	5.2 ^a	ns
Rendimiento				
Canal completa (%)	73.06 ^a	74.39 ^a	74.24 ^a	ns
Hueso Canal (%)	22.00 ^a	22.66 ^a	23.66 ^a	ns
Carne de la Canal (%)	41.66^a	37.00 ^b	36.00 ^b	*
Piel de la canal (%)	21.49^b	25.87 ^a	24.64 ^a	*
Costillas de la canal (%)	13.00 ^b	11.00 ^b	15.66^a	*
Relación Carne/Hueso	1.9 ^a	1.7 ^a	1.5 ^a	ns

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes ($p < 0.05$); ns = no significativo

4.4. Medidas de las canales y espesor de la grasa dorsal

No se encontraron diferencias estadísticas ($p > 0.05$) para los perímetros del jamón y la caña, de igual forma para longitud de la pata, mano y canal, así como para jamón e intestino grueso y delgado.

Al medir el espesor de la grasa dorsal entre los puntos ETD1, ETD2, ETD3 y ETD4 no se obtuvo diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los tratamientos en estudio.

Por otro lado, Manjarrez *et al* (1974), reportaron valores inferiores a los reportados en esta investigación sobre largo de la canal (80.0 cm, 79.8cm y 79.0cm), en cerdos de desarrollo al utilizar niveles de sustitución del maíz de (0%, 50% y 100%), con harina de yuca (*M esculenta* Cratz) y peladuras de arroz.

Tabla 6: Medidas de las canales y espesor de la grasa dorsal de cerdos de desarrollo en cada uno de los tratamientos en estudio alimentados con harina de follaje y raíz de yuca.

Característica	Tratamientos			significancia
	T1	T2	T3	
Perímetro del Jamón (cm)	57.7 ^a	57.5 ^a	56.7 ^a	ns
Perímetro de la Caña (cm)	15.7 ^a	15.0 ^a	14.3 ^a	ns
Longitudes				ns
Longitud de la Pata (cm)	15.7 ^a	16.3 ^a	17.0 ^a	ns
Longitud de la Mano (cm)	11.0 ^a	10.0 ^a	9.0 ^a	ns
Longitud del Jamón (cm)	30.7 ^a	31.7 ^a	29.3 ^a	ns
Longitud de la Canal (cm)	88.7 ^a	83.0 ^a	77.0 ^a	ns
Longitud del Intestino Grueso (m)	6.2 ^a	5.4 ^a	5.7 ^a	ns
Longitud del Intestino Delgado(m)	17.6 ^a	16.9 ^a	15.7 ^a	ns
Espesor grasa dorsal				
ETD1: Espesor Grasa 1ra Costilla (cm)	1.2 ^a	0.8 ^a	1.0 ^a	ns
ETD2: Espesor de la Grasa Ultima Costilla (cm)	1.8 ^a	1.1 ^a	1.5 ^a	ns
ETD3: Espesor de la Grasa Extremo Craneal Glúteo (cm)	1.7 ^a	1.3 ^a	1.2 ^a	ns
ETD4: Espesor de la Grasa Glúteo Medio (cm)	1.3 ^a	1.0 ^a	1.0 ^a	ns

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes ($p < 0.05$); ns = no significativo

Manjarrez *et al* (1974), reportaron valores sobre el grosor de la capa de la grasa de (3.6 cm, 3.6 cm y 3.3 cm), en la utilización de niveles de sustitución del (0%, 50% y 100 %), en el valor nutritivo de una combinación de harina de yuca (*M. esculenta* Cratz) y arroz, como sustituto de maíz en la alimentación de cerdos.

Gonzales *et al* (1997), reportaron datos similares sobre profundidad de la grasa de (1.94cm, 2.06cm y 1.74cm) al incluir en la dieta el 0% y 50% y 100% de harina cruda de raíz de yuca en cerdos de desarrollo.

4.5. Morfometría del tracto gastrointestinal

Como se observa en la tabla 7, los pesos relativos de cabeza, riñones, corazón, vesícula, vaso, pulmones e hígado no mostraron diferencias estadísticas ($p > 0.05$) entre los tratamientos en estudio, de igual manera el peso relativo de los intestinos delgado y grueso (lleno y vacío) de los tratamientos estudiados fueron estadísticamente semejantes ($p > 0.05$). Para peso relativo del estómago vacío se obtuvo diferencias estadísticas ($p < 0.05$) al comparar el tratamiento T3 vs T1 (1.2 vs 0.9), pero no se obtuvo diferencias ($p > 0.05$) al comparar T3 vs T2 y T1 vs T2 (1.2 vs 1.0 y 0.9 vs 1.0 respectivamente), sin embargo no se observaron diferencias ($p > 0.05$) cuando los estómagos estaban llenos, esta diferencia se atribuye al mayor contenido de fibra que presentaban estas dietas.

Según el tipo de fibra que llega al estómago del animal esta puede disminuir la capacidad de ingestión por un mayor llenado gástrico y sensación de saciedad. También modifica la velocidad de tránsito, pudiendo acelerarla o retrasarla. Por consiguiente las paredes del estómago tienen un mayor desarrollo.

La alimentación durante mucho tiempo con dietas altas en fibra puede alterar las características anatómicas o fisiológicas del TGI del cerdo. La fibra está tiene efectos específicos en todos los procesos digestivos del cerdo y también efectos indirectos en el metabolismo intermedio.

Tabla 7: Morfometría del tracto gastrointestinal de cerdos en desarrollo alimentados con harina de follaje y raíz de yuca.

Pesos relativos	Tratamientos			significancia
	T1	T2	T3	
Cabeza (%)	8.2 ^a	9.4 ^a	9.2 ^a	ns
Riñones (%)	0.3 ^a	0.4 ^a	0.5 ^a	ns
Corazón (%)	0.4 ^a	0.4 ^a	0.5 ^a	ns
Vesícula (%)	0.1 ^a	0.2 ^a	0.1 ^a	ns
Vaso (%)	0.2 ^a	0.2 ^a	0.2 ^a	ns
Pulmones (%)	1.3 ^a	1.3 ^a	1.5 ^a	ns
Hígado (%)	1.5 ^a	1.7 ^a	1.6 ^a	ns
Intestino Grueso Lleno (%)	6.2 ^a	6.0 ^a	5.9 ^a	ns
Intestino Grueso Vacío (%)	2.2 ^a	2.0 ^a	2.5 ^a	ns
Intestino Delgado Lleno (%)	2.2 ^a	2.8 ^a	2.9 ^a	ns
Intestino Delgado Vacío (%)	2.2 ^a	2.5 ^a	2.3 ^a	ns
Estómago Lleno (%)	1.6 ^a	1.9 ^a	1.9 ^a	ns
Estómago Vacío (%)	0.9 ^b	1.0 ^{ab}	1.2 ^a	*

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes ($p < 0.05$); ns = no significativo

Ly (2008), menciona que los cerdos criollos o con genotipos acriollados pueden digerir en mayor o menor grado los alimentos fibrosos, los cuales son abundantes y de bajo costo. Esta tendencia se ha apoyado en el hecho de que en condiciones de alimentación extensiva o de traspato, los cerdos han sido criados generación tras generación, con una gran variedad de forrajes y vegetales ricos en fibra, además de los desperdicios o sobrantes de la alimentación humana (Robles 1977; Romano *et al* 1980; Chel *et al* 1983, García *et al* 1996).

En un estudio que se hizo en Camboya, Khieu *et al* (2005), compararon cerdos en crecimiento de los genotipos vietnamitas Mong Cai con otros Landrace x Yorkshire alimentados con distintas formas de yuca foliar, estos informaron que tanto la FDN como la fibra cruda se digirieron evidentemente mejor en los cerdos Mong Cai que en los Landrace x Yorkshire. Otros estudios camboyanos han revelado que los cerdos Mong Cai pueden digerir mejor la fracción fibrosa del alimento en comparación con cerdos mejorados, y que igualmente el balance de N favorece a los cerdos mejorados, en contraste con lo que ocurre con los Mong Cai.

4.6. Análisis Financiero

Aplicando la metodología de presupuestos parciales, utilizando como parámetros la conversión alimenticia y el peso final de cerdos en desarrollo como variable de medición (Tablas 8 y 9) se encontró que al sustituir el T1 (dieta convencional) con el T2 (15% HFY + 10% HRY) se obtuvo un mejor rendimiento financiero con una utilidad incremental de US\$ 9.19. Lo que significa que los cerdos del T1 alcanzan un mayor peso final, pero a un mayor costo productivo, en cambio con el T2 se produce una reducción de los costos de producción por consiguiente una mayor utilidad.

En cambio, al comparar el T1 vs T3 (25% HFY + 10% HRY) este último presentó una utilidad de US\$ -1.40. Esto nos demuestra que a pesar que se obtuvo una considerable reducción de los costos de producción en un 16.54% en comparación a T1, el peso final alcanzado por los cerdos de este tratamiento disminuyó en un 3.35% la utilidad bruta en comparación al T1.

El análisis financiero a través de los presupuestos parciales favorece al T2 (15% HFY + 10% HRY) representado una buena alternativa para pequeños productores ya que les permite hacer uso de un recurso local con que cuenta en su finca, para alimentar sus cerdos sin depender de un alimento comercial de alto costo.

Tabla 8. Análisis financiero de los tratamientos en estudio

Tratamiento ¹	Conversión alimenticia	PV (kg)	Consumo total de alimento kg	Precio de 1 kg alimento US\$	Precio Total del alimento US\$	Precio del Cerdo en pie US\$	Ingreso Venta Cerdo US\$	Utilidad Bruta US\$
I	4.09	69.55	129.30	0.57	73.70	1.66	115.45	41.75
II	4.62	65.00	136.50	0.42	56.96	1.66	107.90	50.94
III	6.12	61.36	170.69	0.36	61.51	1.66	101.86	40.35

¹: T1: Concentrado comercial; T2: 15% HFY + 10% HRY; T3: 25% HFY + 10% HRY

Tabla 9. Presupuestos parciales para comparar los tratamientos en estudio

Tratamiento ¹	a	b	c	d	(a+b)	(c+d)	Utilidad (a+b)-(c+d)
II Vs I	73.70	107.90	56.96	115.45	181.60	172.41	9.19
III Vs I	73.70	101.86	61.51	115.45	175.56	176.96	-1.40

¹: T1: Concentrado comercial; ²T2: 15% HFY + 10% HRY; ³T3: 25% HFY + 10% HRY

V. CONCLUSIÓN

El consumo de alimento no se vio afectado por las dietas utilizadas, sin embargo, se encontraron diferencias ($p < 0.05$) para peso final, ganancia media diaria y conversión de alimento entre T1 y T3.

Se encontraron diferencias ($p < 0.05$) para canal entera (T1 supera a T2 y T3), con una mayor proporción de carne y una menor proporción de piel. Para espesor de la grasa dorsal medida en cuatro puntos de la canal no se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los tratamientos.

La morfometría del tracto del gastrointestinal solo se vio afectada a nivel del estómago vacío, presentado T1 un menor peso relativo en relación a T2 y T3

Desde el punto de vista financiero el T2 (15 % harina de forraje de yuca y 10% de harina de raíz de yuca), demostró ser una alternativa viable ya que genera más utilidades que un alimento comercial, y a su vez permite aprovechar un recurso local de bajo costo para los productores.

VI. RECOMENDACIONES

Dar a conocer las bondades nutricionales de la yuca como un recurso local aprovechable en la alimentación animal, debido al desconocimiento y uso limitado como alimento en la producción porcina.

VII. BIBLIOGRAFIA

- Almaguel, R. E.; Piloto, J. L.; Cruz, E.; Rivero, M.; y Ly, J. (2011). Comportamiento productivo de cerdos en crecimiento ceba alimentados con ensilado enriquecido de yuca (MEC). *Revista Comp. De producción porcina* Vol. 13(3).
- Agricultura y Desarrollo. 1997. La producción porcina en Nicaragua. Revista del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Nicaragua No. 32 Agosto 1997.
- AOAC. 1984. Official methods of analysis. Washington, DC, USA: Association of Official Analytical Chemists.
- AOAC. 1990. Official Methods of Análisis. (12th Ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington, D. C. 1018 p.
- Arruda, A. M. V. d.; Melo, A. d. S.; Oliveira, V. R. M. d.; Souza, D. H.; Oliveira, J. F. d. 2012. Avaliação nutricional do feno de maniva de mandioca com aves caipiras. *Acta Veterinária Brasilica*, 6(3). [En línea] revisado el 10 de mayo. 2015. Disponible em: https://www.redib.org/recursos/Record/oai_articulo527865-avaliac%C3%A3o-nutricional-feno-maniva-mandioca-aves-caipiras.
- Barbosa, S. 1979. “A raspa de mandioca como substituto dos subproductos de trigo no crecimiento de suinos”. *Arq. Ese. Supr. Vet (Brasil)* 10:15-24.
- Braude R.1967.Copper as a stimulant in pig freding (cupron propecunia) *Word Rev.ani.prod* 369-82.
- Bui, H.N.P.; Ogle, R.B.; Lindberg, J.E.; y Preston, T.R. 1996. The nutritive value of sundriedand ensiled cassava leaves for growing pigs. *Livestock Research for Rural Development*, 8(3): version electronic.
- Buitrago, J. A. (1990). *La yuca en la alimentación animal*. Ed. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 446 pp.
- Cardona, .M.; Posada. L, S.; Carmona, J.; Ayala. A, S, S.; Taborda, E.; Restrepo, F. 2002, Evaluación de la respuesta productiva y económica de cerdos mestizos en las etapas de levante y ceba utilizando cuatro niveles de harina de yuca (Mannihot utilissima) Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia. *M. Rev Col Cienc Pec* Vol. 15: 2,
- Campadaval, C. y Navarro, H. 2001. Alimentación de los cerdos en condiciones tropicales.Asociadion americana de Soya.-ASA, México, DF, .Mexico.280p.

- Colina-Rivero, J.; Araque-Molina, H.; Jerez-Timaure, N.; y Rico-Barreto, D. 2010 Crecimiento y características de la canal de cerdos en engorde alimentados con harina de pijiguao (*Bactris gasipaes* H.B.K.) y lisina Departamento de Zootecnia. Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia. Maracaibo Estado Zulia. 4005. Venezuela pag.251-269.
- Chicco, C.F.; Garbatti, S. T.; Muller-Maye, E.; Vecchionacce, H. 1972. “La harina de yuca en el engorde de cerdos”, en *Agronomía Tropical*, Venezuela, 22(6): 599-603.
- Díaz, B. 2000. Efecto de la adición de un complejo enzimático en dietas con diferentes niveles de afrechillo de trigo para cerdos. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, pp 41.
- Díaz, I.; González, C.; y Ly, J. 1997. Determinación del efecto de la inclusión de tres niveles de follaje de batata (*Ipomoea batatas* (L) Lam) sobre la velocidad de tránsito hasta el íleon. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 5(Suplemento 1):291-293.
- Du, T.H. 1998 Ensiled cassava leaves and duckweed as protein sources for fattening pigson farms in Central Vietnam. *Livestock Research for Rural Development*, 10(3): version electronic www.cipav.org.co/lrrd/10/16/du103.
- Du, T.H. 2000. Digestibility and nitrogen retention in fattening pigs fed different levels of ensiled cassava leaves as a protein source and ensiled cassava root as energy source. In: *Making better use of local feed resources* (T.R. Preston y B. Ogle, editores). Universidad de Agricultura y Forestería, Thu Duc cerca de Ciudad Ho Chi Minh, pp 8.
- Du, T.H; Nguyen, V.L; Rodríguez, L; y Ly, J. 1997. Nitrogen digestion and metabolism in Mong Cai pigs fed sugar cane juice and different foliages as sources of protein. *Livestock Research for Rural Development*, 9(2):45-49.
- Hermida, H. (2012). Evaluación de la harina de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) como componente energético en la ceba de pollos machos camperos K₅₃. Tesis de Maestría. Instituto de Ciencia Animal, Cuba. 56 pp.
- Figueroa, V. 1995. La suplementación proteica en las dietas no convencionales para cerdos. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 2(3):11-22.
- Garbati, E.; González, C.; Díaz, I.; Tepper, R.; y Hurtado, E.2002. Rasgos de comportamiento y canal en cerdos en finalización alimentados con dietas de raíz y follaje de yuca. *Revista Computadorizada de Producción Porcina* Vol.: 9 (1).
- González, C.; y Díaz, I. 1997. Posibilidades de utilización de la batata (*Ipomoea batatas* L. Lam) y otros recursos en la alimentación de animales monogástricos en Venezuela. In: *IV Encuentro sobre Nutrición de Animales Monogástricos*. La Habana.

- González, D.A.; González, C.; Díaz, I.; Ly, J.; y Vecchionacce, H. 1999. Determinación de la digestibilidad de nutrientes de diets de follaje de yuca amarga (*Manihot esculenta* Crantz) y aceite de palma (*Elaeis guineensis* Jacq.) en cerdos. Revista Computadorizada de Producción Porcina, 6(1).
- González., Díaz, I.; León, M.; Ly, J.; Vecchionacce, H.; Bianco. A. 2003 Rasgos de comportamiento y canal en cerdos alimentados con harina de raíz de batata (*Ipomoea batatas* L) Revista Cubana de ciencias agrícolas instituto de ciencia animal La Habana Cuba pag.421-425.
- González, G.; González, C.; Ojeda, A.; Machado.; y Ly, J. 2006. Comportamiento productivo de cerdos en crecimiento alimentados con jugo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y harina de follaje de morera (*Morus alba*) Arch. Latinoam. Prod. Anim. 2006. Vol. 14 (2): 42-48
- González, D.; González, C.; y Díaz, I.1997a. Incorporación de diferentes niveles de follaje deshidratado de batata (*Ipomoea batatas* L) en raciones para evaluar características productivas de los cerdos en la etapa de finalización. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal, 5(suplemento 1):262-264.
- González, C.; Vecchionacce, H.; Díaz, I. y Ortiz, V. 1997^c. Utilización de harina de raíz de yuca (*Manihot esculenta* C.) y harina de cormos de ocumo chino (*Colocassia esculenta* C.) en la alimentación de cerdos Arch. Latinoam. Prod. Anim. 5 (Supl. 1): 277 – 279.
- InfoStat (versión 2011). Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. En: [http:// www.infostat.com.ar](http://www.infostat.com.ar) (Consultado el 20 de marzo de 2016).
- Jongh, P, y Ludin, A. 1989. Evaluacion de las características del follaje de cuatro variedades de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y su uso en la alimentación animal. Revista de la facultad de agronomía. Universidad central de Venezuel.alcance.38:p.169-170.
- Lezcano, P.P.; Berto, A, D.; Bicudo, J.S.; Curcelli, F.; Figueiredo, G.P.; y Valdivie, N.M. 2014. Yuca ensilada como fuente de energía para cerdos en crecimiento Revista de investigación y difusión científica agropecuaria 18(3): 41-47.
- Ly, J.; Menchaca, M.; y Díaz, P. 1993. La fibra. I Curso sobre Fisiología, Nutrición y Alimentación del Cerdo. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, p 1-25.
- Maner, H.; y Pond, O. 1974. Producción de cerdos en climas templados y tropicales. Editorial Acribia. Zaragoza. España.
- Mahendranathan, T. 1971. The effect of feeding tapioca (*Manihot utilissim* Pohl) leaves to pigs. Malayan Agricultural Journal, 48:60-68.

- Manjarrez, M, B.; Arteaga. C, F.; Robles. C, A.; Aguirre.C, M.; Avila.G, E. 1974. Valor nutritivo de una combinación de harina de yuca (*Manihot esculenta* Cratz) con puliduras de arroz, como sustituto de maíz en la alimentación de pollos y cerdos Departamentos de Nutrición Animal y de Avicultura, Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. Apdo. Postal No. 41-652, México 10, D. F.
- Morales, J. 2010. Actividad prebiótica de una mezcla de bacterias ácido lácticas y un hidrolizado enzimático (*Saccharomyces cerevisiae*) sobre parámetros productivos en crías porcinas. In: Seminario Internacional de Porcicultura.
- Moreno, J.; González, C.; Díaz, I.; y Vecchionacce, H. 1999. Efecto de la alimentación restringida y ad libitum sobre el comportamiento y características de la canal en cerdos. Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias (Universidad Central de Venezuela). 40: (en prensa).
- Ortiz, A.; Martí, M.; Valdivié, M.; y Leyva, C. 2011. Utilización de la harina de frutos del árbol del pan (*Artocarpus altilis*) en dietas para cerdos en ceba. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 45:145-150.
- Pazo, A.; Balbis, Y.; Lezcano, P.; Castro, M.; Ly, J. 2012 levadura y harina de yuca para cerdos en crecimiento y ceba. Rasgos de Comportamiento Revista Computadorizada de Producción Porcina Volumen 19 N° 1.
- Pochon, D.O.; Koslowski, H.A.; Picot, J.A.; Navamuel, J.M. 2010. Efectos de la sustitución parcial de maíz por harina integral de mandioca sobre variables productivas de cerdos en crecimiento sitio científico de producción animal Rev. Vet. 21: 1, 38-42
- Ravindran, V. 1993. Cassava leaves as animal feed: potential and limitations. Journal of Science Food and Agriculture, 6:141-150.
- Rivera, D.; Silva, G.1996. Evaluacion de la inclusión de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y suero en la alimentación de cerdos en la etapa de desarrollo y engorde Universidad Nacional Agraria. Facultad de ciencia animal. Tesis para optar al grado de ingeniero agrónomo.
- Rostagno, H.S.; Albino, L.F.T.; Donzele, J.L.; Gomes, P.C.; Ferreira, A.S.; Oliveira R.F.; Lopez, D.C. 2000. Tabelas brasileiras para aves e suínos – Composição de alimentos e exigencias nutricionais. Universidade Federal de Viços, a- MG. MG, Brasil. 114 p.
- Rodríguez, N. R. (2013). *La yuca (Manihot esculenta Crantz) como fuente de energía en piensos locales para pollos sintéticos tipo campero Holguín*. Tesis de Maestría. Instituto de Ciencia Animal, Cuba. 76 pp.
- Rosales, J.; y Urbietta, U. 1993. Comparativo de niveles de afrecho de yuca en raciones para cerdos en crecimiento y engorde, en la zona de Pucallpa, Folia Amazónica 5 (1-2) p. 157.

- Rosales, J.; y Paucar, R. 1996. Uso de la cascara de yuca en raciones para cerdos en crecimiento *Folia Amazónica* 5 (1-2) p. 105.
- Sarwat, S.R.; Katak, S.N.; y Kategile, J.A. 1988. Performance of growing-finishing pigs when given diets containing fresh cassava leaves and roots. *East African Agriculture and Forestry Journal*, 53:111-115.
- Savón, L.; Mora, L. M.; Dihigo, L. E.; Rodriguez, V.; Rodriguez, Y.; Scull, I.; Hernández, Y.; y Ruiz, T. E. 2008 Efecto de la harina de follaje de *Tithonia diversifolia* en la morfometría del tracto gastrointestinal de cerdos en crecimiento-ceba Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba *Zootecnia Trop.*, Pág. 387-390.
- Sonaiya, E.B.; Omole, T.A.; Adegbola, A.A. 1982. “Effects of methionine supplemented cassava meal diets on performance and carcass characteristics and some organ weights of growing finishing pigs”, en *Nutrition Reports International* 26(1):25—34.
- Trompiz J.; Ventura, M. 1995. Alternativas no tradicionales en la alimentación de cerdos. En ciclos de charlas alimentación animal en el trópico. VI jornada científico técnicos del instituto de investigación agromicas. facultad de agronomía, universidad del Zulia Maracaibo. 9/10:6-11.
- Trompiz, J.; Ventura, M.; Esparza, D.; Del Villar, A.; Aguirre, J. 2000. Utilización de harina de forraje de yuca (*Manihot esculenta* Cratz) en cerdos en crecimiento revista científica del instituto de investigación agromicas. facultad de agronomía, universidad del Zulia Maracaibo. venezuela vol. 10(4): pág. 315-320.
- Trompiz, J.; Gomez, A.; Rincon, H.; Ventura, M.; Bohorquez, N.; Garcia, A. 2007. Effect of rations with cassava leaf flour on the productive performance of broilers. *Rev. Cientif. Facultad Ciencias Vet. Univ. Zulia*, 17 (2): 143-149
Tropical. La Habana, versión electrónica disponible en disco compacto ISBN 978 959 7208 07 5.
- Valdivié, M. 2005. Yuca, boniato, banano y fruta del pan para aves, cerdos y conejos. Primer Congreso de Producción Animal Tropical. La Habana, Cuba, CD-ROM.
- Van Soest, P.J., Robertson J.B. and Lewis B.A. 1991. Methods for dietary fibre, neutral-detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 4, 3583–3597.
- Vargas, G.E. 1984. Tabla de composición de alimentos para animales de Costa Rica. San José. C.R. Universidad de Costa Rica. 90p.

VIII. ANEXOS.

Anexo 1. Obtención de la harina de follaje de yuca (*Manihot esculenta* Crantz)



Anexo 2. Obtención de la harina de raíz de yuca (*Manihot esculenta* Crantz)



Anexo 3. Analisis bromatologico de la harina de follaje y raíz de yuca (*Manihot esculenta* Cratz)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS INTEGRALES DE PRODUCCION ANIMAL
SIPA
LABORATORIO DE CONTROL Y CALIDAD DE LOS ALIMENTOS**

RESULTADOS ANÁLISIS BORMATOLOGICO

Solicitud N°: 04

Institución/Empresa: Ing. Roiler Aguilar/INTA Región V

Fecha de Recepción: 19-08-15

Procedencia: Juigalpa

Fecha de entrega:

E-mail: roilereaguilar@gmail.com

Muestra: Hoja y Harina Raíz de yuca

N° de muestras: 2

Muestra	%EE	%PC	%MS	%HUMEDAD	%FC	%CENIZA
Hoja de yuca	1.65	29.89	87.87	12.13	9.73	7.01
Harina Raíz de yuca	0.49	3.14	87.82	12.18	6.33	2.26

Simbología: PC: Proteína Cruda; FAD: Fibra Detergente Acida; FND: Fibra Neutro Detergente; EE: Extracto Etéreo; FC: Fibra Cruda

Lic. Damaris Mendieta Téllez

Docente FACA/Lab. Control y Calidad de los Alimentos (Bromatología)

Lic. Francis Boby

Delegada Administrativa FACA



Managua: Km 12 ½ Carretera Norte
Teléfonos N° 22331501, 22331188
Ext. 603, 605. <http://www.una.edu.ni>

Campus Universitario Ing. MSc. Tania Beteta
Herrera, Café El Mejor 1 km. Al lago, 200 m al
oeste, celular No: 88879131, Apartado N° 453

Anexo 4. Elaboración de los tratamientos experimentales



Triturando la Materia Prima



Pesaje de los ingredientes



Mezcla de los ingredientes



Obtención de las dietas



Tamizado



Dietas elaboradas



Muestras enviadas al laboratorio

Anexo 5. Instalaciones para el manejo de los cerdos.



Comederos lineales



Cubículos de alojamiento

Anexo 6. Analisis bromatologico de las dietas experimentales



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS INTEGRALES DE PRODUCCION ANIMAL
SIPA
LABORATORIO DE CONTROL Y CALIDAD DE LOS ALIMENTOS**

RESULTADOS ANÁLISIS BORMATOLOGICO

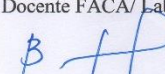
Solicitud N°: 04

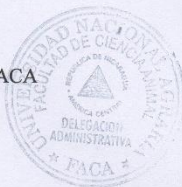
Institución/Empresa: Ing. Roiler Aguilar/ INTA Región V
Fecha de Recepción: 19-02-16 **Procedencia:** Juigalpa
Fecha de entrega: **E-mail:** roilereaguilar@gmail.com
Muestra: Concentrado hoja, raiz de yuca (desarrollo porcino)
N° de muestras: 2

Muestra	%EE	% PC	%FDA	%FND	%FC	%CENIZA
15% HFY + 10% HRY	3.23	14.96	12.78	53.33	10.39	3.97
25% HFY + 10% HRY	4.79	14.02	19.67	51.70	11.23	4.90

Simbología: PC: Proteína Cruda; FAD: Fibra Detergente Acida; FND: Fibra Neutro Detergente; EE: Extracto Etéreo; FC: Fibra Cruda

Lic. Damaris Mendieta Téllez
Docente FACA/ Lab. Control y Calidad de los Alimentos (Bromatología)


Lic. Francis Bobby
Delegada Administrativa FACA



Managua: Km 12 ½ Carretera Norte
Teléfonos N° 22331501, 22331188
Ext. 603, 605. <http://www.una.edu.ni>

Campus Universitario Ing. MSc. Tania Beteta
Herrera, Café El Mejor 1 km. Al lago, 200 m al
oeste, celular No: 88879131, Apartado N° 453

Anexo 7. Sacrificio de los animales de cada uno de los tratamientos



Pesaje previo al sacrificio



Aturdimiento y Degollado



Eviscerado



Separación de Órganos



Peso de los Órganos

Anexo 8. Determinación de la grasa dorsal





Anexo 9. Pesajes y mediciones de canales



Separación de las medias canales



Longitud de las Canales



Anexo 10. Recolección y pesaje de la sangre



Recolección



Pesaje