

**Evaluación de un alimento alternativo a base de harina de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) vs alimento concentrado comercial en el desempeño productivo de cerdos en fase de crecimiento manejados en cama profunda.**

Sebastián Alexander Carrillo Rubio

Código 1.120.383.202

Facultad de ciencias agrarias, programa de zootecnia, universidad de Pamplona

Trabajo de grado modalidad de investigación

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar por el título de zootecnia

Tutor

Román Enrique Maza Ortega

MVZ. Esp., M.Sc., Ph.D.

2021

**Nota de sustentación**

**Jurado 1**

---

---

---

**Jurado 2**

---

---

---

---

## AGRADECIMIENTOS

*Los sueños y anhelos que he tenido desde la infancia se cumplen y se hacen realidad gracias a Dios que me permite día a día estar en pie con salud y vitalidad para enfrentar los desafíos que se nos presenten a diario en compañía de seres que me han apoyado en los procesos, mis padres y mi abuela que son el motor de mi vida que me impulsan a triunfar, ser perseverante y esforzado, ellos son mi mejor ejemplo de superación, también quiero agradecer a las personas que estuvieron conmigo en el proceso de investigación.*

*Quiero agradecer al Doctor Román Maza Ortega quien estuvo conmigo ayudándome en mi proceso de formación de mi carrera el cual compartimos diferentes asignaturas y además quien estuvo apoyándome durante el transcurso del trabajo de investigación mil gracias.*

*Quiero agradecer a la Universidad de Pamplona por permitirme ser un estudiante más y de igual manera como estudiante poder adquirir los buenos conocimientos que me brinda cada uno de sus docentes que lo conforman.*

## *DEDICATORIA*

*Mi dedicatoria es para mi madre quien me apoyo durante el proceso de formación universitario; a Dayana por poder tener tiempo disponible para ayudarme durante el transcurso de mi carrera.*

*A los docentes quien en el transcurso poco a poco me decía ya casi termina el proceso gracias incondicionales.*

## CONTENIDO

1.	RESUMEN .....	7
2.	ABSTRACT .....	9
3.	INTRODUCCIÓN .....	10
4.	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	12
5.	JUSTIFICACIÓN .....	13
6.	MARCO TEÓRICO.....	14
7.	OBJETIVOS.....	20
7.1.	General.....	20
7.2.	Específico .....	20
8.	METODOLOGÍA .....	21
8.1.	Localización.....	21
8.2.	Diseño experimental.....	21
8.3.	Manejo animal .....	22
8.4.	Desempeño productivo.....	22
8.4.1.	<b>Ganancia media diaria.....</b>	<b>23</b>
8.4.2.	<b>Consumo de alimento .....</b>	<b>23</b>
8.4.3.	<b>Conversión alimenticia .....</b>	<b>23</b>
8.4.4.	<b>Eficiencia alimenticia.....</b>	<b>24</b>
8.4.5.	<b>Índice de productividad .....</b>	<b>24</b>
8.5.	Análisis económico.....	25
8.6.	Análisis estadístico .....	25
9.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
10.	Bibliografía .....	33
11.	ANEXOS.....	35

**LISTA DE TABLAS**

<b>Tabla 1</b>	<b>Exigencia nutricional para cerdos de alto potencial genético .....</b>	<b>16</b>
<b>Tabla 2</b>	<b>Composición química de la yuca .....</b>	<b>17</b>
<b>Tabla 3</b>	<b>Índice productivo de las razas porcinas utilizadas en el estudio .....</b>	<b>19</b>
<b>Tabla 4</b>	<b>Porcentaje de inclusión de materias primas y nutrientes en la dieta alternativa .....</b>	<b>21</b>
<b>Tabla 7</b>	<b>Desempeño productivo de los animales en los diferentes tratamientos .....</b>	<b>26</b>
<b>Tabla 9</b>	<b>Análisis económico mediante el método de presupuesto parcia .....</b>	<b>28</b>
<b>Tabla 10</b>	<b>Costo del dieta alternativa con inclusión de yuca .....</b>	<b>29</b>
<b>Tabla 11</b>	<b>Comparación de beneficio económico .....</b>	<b>30</b>

## 1. RESUMEN

El presente trabajo de investigación fue realizado con el objetivo de poder medir el desempeño de los cerdos de un cruce entre Pietran x Landrace en el municipio de Granada, departamento del Meta. Para esta investigación fueron utilizados 8 cerdos con un peso promedio de  $8,81 \pm 2,27$  kg y edad de  $45,0 \pm 0,00$  días, donde los animales se distribuyeron en un diseño completamente al azar en dos tratamientos, donde en T1 fue suministrado el alimento balanceado alterno y en T2 el alimento concentrado comercial, utilizando cuatro animales por tratamiento.

El alimento alterno contenía un porcentaje de proteína bruta (PB) de 17.35% utilizando como materias primas una inclusión de torta de soja de 33,54%, salvado de trigo de 16,94% y harina de yuca de 39,51%, junto con aminoácidos sintéticos (qué aminoácidos) y un premix (vitamínico y micro minerales). Los animales se manejaron en dos lotes, cada uno con un espacio de  $5\text{m}^2$  y en cama profunda. Cada lote contaba con su comedero y bebedero automático. El experimento tuvo una duración de dos meses y una semana de adaptación del alimento. Estos animales eran pesados una vez por semana y el suministro del alimento era diario; Con el alimento alterno no se pudieron obtener grandes diferencias junto con el concentrado comercial ya que en las variables productivas como ganancia de peso, conversión alimenticia, eficiencia alimenticia e índices de productividad fueron similares. En cuanto a beneficio-coste de acuerdo al análisis económico el alimento con mejor rentabilidad es el del alimento alterno. En conclusión el uso del alimento alterno es viable ya que se obtiene el mismo resultado productivo del alimento comercial pero a un menor costo.

Palabras claves: variables productivas, costo, alimento alternativo, harina de yuca

## 2. ABSTRACT

The objective of the present research was to measure the performance of a crossbreed Pietran x Landrace growing pigs at the municipality of Granada, Meta. Eight pigs with an average body weight of  $8,81 \pm 2,27$  kg and age of  $45,0 \pm 0,00$  days, were used in a completely randomized design with two treatments, where T1 was the alternative balanced diet and T2 was the commercial diet. Four growing pigs were used in each treatment.

The alternative diet was balanced with a percentage of crude protein (CP) of 17.35% using soybean cake (33.54% of inclusion), wheat bran (16.94%), and cassava flour (39.51%), along with synthetic amino acids and a premix (vitamin and micro minerals mix). The animals were handled in two pens, each one with an area of 5m<sup>2</sup> and using a deep bed. Each pen had had a feeder and an automatic drinker. The experiment lasted two months, having one week for the adaptation period to the diet. Animals were weighed once a week and the treatments were offered to each group every day. There was no difference between the alternative diet and the commercial in daily weight gain, feed conversion, feed efficiency, and productivity indices. According to the economic analysis, of the feed, the best profitability is that of the alternative food. In conclusion, the use of the alternative treatment is viable, once were obtained the same productive parameters than with the commercial food but with a fewer cost.

Keywords: productive variables, cost, alternative food, cassava flour

### 3. INTRODUCCIÓN

La alimentación es una práctica muy importante de una producción porcícola, ya que de ella depende en gran parte el desempeño productivo y la rentabilidad de la granja. La alimentación representa entre un 80 a un 85% de los costos totales de producción (Compabadal, 2009). Así, las buenas prácticas nutricionales son esenciales para obtener un bienestar animal y obtener buena producción porcina, en la ración diaria el alimento deberá contener los nutrientes esenciales para obtener una buena ganancia de peso, y la cantidad necesaria de alimento apropiado y balanceado para el estado productivo del animal que satisfaga sus requerimientos nutricionales de energía, proteína, minerales, vitaminas (Senasica y Confederación de Porcicultores Mexicanos, 2020).

Muchos productores de Colombia no tienen conocimiento acerca de nuevas alternativas alimenticias y productos como la yuca pueden encontrarse a menor precio y ser una opción viable en la alimentación de cerdos. Lo ideal es realizar una transformación de harina de yuca para la elaboración de alimento balanceado de cerdos en producción. La raíz de yuca deshidratada al sol puede sustituir totalmente al maíz en raciones para cerdos con una reducción de costo total de producción equivalente a 23.5 %, sin afectar las variables de comportamiento productivo ni la cantidad de grasa de la canal (Ricaurte, 2014).

Por lo tanto, se evaluó el desempeño productivo de cerdos en su fase de crecimiento alimentados con una dieta alternativa con un porcentaje de inclusión de harina de yuca variedad col 22-97 vs el alimento comercial con el fin de buscar mayor viabilidad económica.

Se determinaron diferentes variables como la conversión alimenticia, eficiencia alimenticia y ganancia de peso diaria. También se calculó el beneficio - costo del alimento de la dieta alterna vs en alimento comercial.

#### 4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Productores de Colombia están estudiando nuevas alternativas para que cada uno de ellos tenga la capacidad de realizar el alimento para cerdos en diferentes etapas, ya que el alimento concentrado comprende más del 70% de los costos de producción. En el caso de alimentos balanceados para cerdos la base de las materias primas corresponde a la mezcla de maíz y soya, que por lo general se debe importar, ya que su cultivo en Colombia es insuficiente para la demanda actual (González, 2020). Es debido a esto que los costos de los concentrados aumentan cada vez más y la compra de los mismos se les dificulta a los productores. Estos costos varían dependiendo en la etapa del cerdo en producción, en donde la fase de crecimiento se encuentra con un costo de producción aproximado de \$110.000 pesos Por animal

Los productores del sector rural del municipio de Granada - Meta, han buscado soluciones para la comercialización de la yuca cuando baja de precio ya que esto afecta la economía de los mismos. Esto es debido a que en la zona se siembran grandes extensiones de tierra en yuca, por lo tanto los pequeños productores se ven en la obligación de vender la yuca más económica o hasta incluso regalarla al personal del sector urbano, por lo tanto se decide realizar un producto balanceado para la alimentación de cerdos en etapa de crecimiento a base de harina de yuca de variedad col 22-97 lo cual es una yuca que su producción es anual.

Considerando lo anteriormente descrito, diseñar y preparar un producto a base de yuca para la alimentación animal es una buena alternativa económica para los productores de la región.

## 5. JUSTIFICACIÓN

La crianza y la producción de porcinos en los últimos años se han incrementado de manera muy eficiente, generando niveles de producción interesantes tanto en rendimiento como en los costos de producción. Zambrano- Medranda (2019) afirma que la crianza de animales domésticos como los cerdos es una práctica muy antigua de muchas familias que viven en el campo, incluso en centros poblados de las ciudades. En cuanto a beneficio-costos existen grandes empresas que mantienen una rentabilidad asegurada, despojando al pequeño criador de estos beneficios, pues quienes acaparan materias primas de calidad y bajo costo por las grandes cantidades que emplean en la fabricación de balanceados. (Palacios, 2019).

La cría de cerdos demanda un importante y riguroso manejo de alimentación, sin embargo, los alimentos concentrados presentan un alto costo comercial, y, muchos productores en sus fincas cuentan con gran disponibilidad de tierras para producir y elaborar sus propios alimentos tanto para los animales como para consumo humano. En este contexto la creación de alternativas nutricionales para los animales es necesarias. En este caso como materia prima se utilizará la yuca con un aporte nutricional de almidón de la raíz en un 70%, de proteína menor del 3% y de fibra no más de 4%. La presente investigación se realizó con el fin de poder evaluar el desempeño productivo de los cerdos tomando datos de diferentes variables productivas alimentándolos con una dieta alternativa a base de harina de yuca, siendo un alimento innovador para los pequeños productores.

## 6. MARCO TEÓRICO

### Historia de los cerdos

El cerdo denominado anteriormente como jabalí desde su domesticación hace 1500 años antes de Cristo ha tenido diversas adaptaciones genéticas de acuerdo a las condiciones de producción ofrecidas por el ser humano y a las condiciones en las que ha evolucionado. Por la domesticación el cerdo se ha convertido en un animal aún mucho más tranquilo y con un beneficio importante para el humano ya que es una fuente importante de proteína y grasa. El hombre por proceso de mejoramiento genético ha modificado día a día la anatomía del cerdo, provocando que sea aún más productivo (Martínez, 2018).

### Raza porcina

**Landrace:** es una raza originaria de Dinamarca, es de color blanco sus orejas son en forma de visera y caídas hacia la parte frontal. Su cuerpo es alargado ya que es una raza materna, su tren posterior y anterior tiene un buen desarrollo y es un animal que tiene muy buenos rendimientos cuando está en la etapa de ceba, con una calidad de carne media (Carrero, 2005).

**Pietrain:** es una raza originaria de Bélgica, su coloración es blanca y contiene manchas negras. Es un animal que tiene como conformación buena musculatura, su cuerpo es corto y de constitución ancha doble jamón. Estos animales pueden llegar a alcanzar un peso de 280 a 300kg en su estado adulto (Carrero, 2005).

### Importancia de la nutrición porcina

La nutrición es la base más importante para que una producción porcina sea exitosa y es uno de los desafíos que se tienen que cumplir para que la empresa sea rentable. Lo que debe tener

una nutrición es la disponibilidad de alimento de calidad para suplir las necesidades nutricionales de los cerdos según la etapa para que estos se desempeñen de la mejor forma (FAO, 2014).

La alimentación de los cerdos representa el 70% de la producción porcina en la que constituye la etapa de crecimiento y finalización, se deben realizar dietas con una buena formulación con los nutrientes necesarios y las cantidades necesarias, teniendo en cuenta los factores externos e internos del animal entre ellos la temperatura ambiental, la humedad relativa, y la relación del viento. Entre los factores internos encontramos el estado corporal y fisiológico del animal y su bienestar (Paniagua, 2020).

### **Conceptos básicos de nutrientes**

#### **Proteína y aminoácidos**

Los aminoácidos son los elementos que conforman la proteína, y esto ayuda a los animales a la conformación de músculos y hace que sea un crecimiento magro. La proteína es el nutriente más importante para los procesos metabólicos de los animales de producción (PIC, 2016).

#### **Energía**

Es el nutriente importante ya que corresponde el 30% del costo económico de la alimentación, y es aquel que ayuda a todos los procesos metabólicos de los animales, dentro de los cuales encontramos la regulación de temperatura, la regeneración de tejidos, el flujo sanguíneo. Las fuentes de energía son aquellos granos como el maíz, salvado de trigo, harinas de arroz y yuca, que contienen altos niveles de almidón y también unos de los ingredientes que contiene mayor contenido de energía es la grasa (John, 2021).

## Minerales

Los minerales tienen funciones muy importantes en el organismo ya que son elementos estructurales en muchos tejidos del cerdo. Son elementos reguladores y ayudan al crecimiento. Los minerales están clasificados en macro minerales y micro minerales. Dentro de los macro encontramos calcio, fósforo, sodio, cloro y dentro de los micro minerales encontramos el zinc, cobre, hierro, manganeso y cobalto. El fósforo y el calcio son unos de los minerales importantes ya que ayudan al animal al crecimiento y desarrollo de los huesos (Danura, 2021).

## Vitaminas

Las vitaminas son componentes orgánicos de una dieta y su función es ayudar en el crecimiento, metabolismo y ayuda a los animales en las etapas reproductivas, además ayuda a que el animal mantenga su bienestar y salud en confort y se requieren en cantidades mínimas en las dietas y se suplementan por medio de un premix o premezcla (Labala, 2011).

*Tabla 1 Exigencia nutricional para cerdos de alto potencial genético*

<b>Fase</b>	<b>Inicio</b>	<b>Desarrollo</b>	<b>Terminación</b>
	<b>15-30</b>	<b>30-70</b>	<b>70-120</b>
<b>EM Kcal/kg</b>	3230	3230	3230
<b>Proteína %</b>	17.35	15.80	12.70
<b>Calcio %</b>	0.721	0.503	0.451
<b>Fosforo %</b>	0.357	0.246	0.220
<b>Sodio</b>	0.200	0.170	0.160
<b>Lisina</b>	1.143	0.804	0.576
<b>Metionina+cisteina</b>	0.629	0.530	0.386

<b>Treonina</b>	0.766	0.630	0.465
-----------------	-------	-------	-------

Fuente de consulta: (Horacio Santiago Rostagno, 2011).

### **La yuca como alimento para cerdos**

La yuca (*Manihot esculenta*) es utilizada para la alimentación en cerdos en muchos países que están en fase de desarrollo, donde el sector agropecuario es muy importante y es un punto clave socioeconómico. En Cuba están realizando experimento con la alimentación de cerdos a base de ensilado de yuca ya que esta brinda energía por medio del almidón (Almaguel, 2020). La yuca contiene un 70% de almidón en su raíz y con estudios zootécnicos han podido evidenciar que se puede sustituir por algunos cereales como un componente energético, la cual se han logrado obtener 50 toneladas de raíz de yuca por hectárea (ha). Según (Cabarcas, 2009), la raíz de la yuca presenta energía y la parte foliar presenta proteína, energía y fibra la cual la composición se encuentra en la Tabla 2

**Tabla 2 Composición química de la yuca**

<b>Nutrientes %</b>	<b>Raíces base húmeda</b>	<b>Raíces en base seca</b>
<b>Materia seca</b>	35	89.40
<b>Proteína cruda</b>	1.12	3.19
<b>Fibra cruda</b>	1.44	4.10
<b>Ceniza</b>	1.30	3.70
<b>Calcio</b>	0.05	0.15
<b>Fósforo</b>	0.04	0.11
<b>EM Mcal/kg</b>	1.20	3.43

Fuente de consulta: (Llanos, 2015).

### **Factores anti-nutricionales de la yuca**

La yuca cuando la utilizan para la alimentación animal sin tener ningún procesamiento o manejo libera una sustancia que recibe el nombre de linamarina y latoustralina y esto se da después de la masticación la cual se absorbe y se dirige hacia el torrente sanguíneo creando un bloqueo sanguíneo la cual no permite el transporte de oxígeno en la sangre provocando una intoxicación al animal (Florez, 2009).

### **Descripción de la yuca**

La yuca es una planta que puede llegar a medir hasta 4m de altura, la cascara del tubérculo presenta mayor contenido de tóxicos cianogénicos glucósidos, cada plata de yuca contiene 5 a 20 tubérculos, el cual mide de 20 a 80 cm de largo y de diámetro entre 5 a 10cm. (FAO, 2020).

La yuca es una planta muy importante a nivel económico ya que es un suplemento alimenticio para las personas además, es una planta que contiene alto nivel de energía por medio del almidón contenido en los tubérculos, es un suplemento energético utilizado para la alimentación animal específicamente en cerdos donde se puede usar en ensilado, de forma fresca o seca, el valor energético de las raíces de yuca seca varía entre 14,5 y 16,5 MJ/ kg de materia seca. Para cerdos que están en fase de crecimiento y finalización se puede adicionar un 60 por ciento de raíz de yuca seca en la alimentación ya que es un alimento agradable para cerdos jóvenes. La preocupación de poder alimentar a cerdos jóvenes con el tubérculo de yuca es la composición de HCN o también denominado cianuro el cual provoca intoxicación y sellado en la sangre el transporte de oxígeno. (FAO, 2020).

## Índices productivos

*Tabla 3 Índice productivo de las razas porcinas utilizadas en el estudio*

Índices	Landrace	Pietrain
Ganancia media diaria de 20 a 90kg (gr /día)	695	575
Índice de conversión	3,1	3,25
Espesor de tocino dorsal (mm)	13-15	9

Fuente de consulta: (Infocarne, 2010).

## **7. OBJETIVOS**

### **7.1. General**

Evaluar el desempeño productivo de cerdos en fase de crecimiento alimentados con una dieta alternativa a base de harina de yuca vs concentrado comercial manejados en cama profunda

### **7.2. Especifico**

- Determinar la ganancia diaria de peso, conversión alimenticia, eficiencia alimenticia e índice de productividad de cerdos en fase de crecimiento alimentados con una dieta alternativa a base de yuca vs concentrado comercial.
- Determinar la relación beneficio - costo de la dieta alternativa vs el alimento comercial durante la etapa de crecimiento

## 8. METODOLOGÍA

### 8.1. Localización

El trabajo de investigación se realizó en la finca Los Andes vereda Los Andes en el municipio de Granada departamento del Meta con una temperatura de 28 a 30°C y 372 a 410 msnm. La precipitación anual es de 2400 y 2800 mm, la finca cuenta con una extensión de tierra de 10 ha

### 8.2. Diseño experimental

En este estudio se utilizaron 8 cerdos de raza Pietrain x Landrace en fase de inicio con un peso y edad que se encuentra en un intervalo de  $8,81 \pm 2,27$  kg y  $45,0 \pm 0,00$  días, respectivamente. Los animales fueron distribuidos en un diseño completamente al azar en dos tratamientos y 4 repeticiones por tratamiento manejados en corrales de cama profunda con cascarilla de arroz. Los tratamientos evaluados fueron: T1) Dieta alternativa a base de harina de yuca; T2) alimento concentrado comercial. El alimento alternativo estaba compuesto por torta de soja, salvado de trigo, harina de yuca, aminoácidos sintéticos (L-lisina, DL metionina, L-treonina), carbonato de calcio, sodio, premix, aceite de soja, y formulado para contener el 17.5% de proteína bruta.

***Tabla 4 Porcentaje de inclusión de materias primas y nutrientes en la dieta alternativa***

<b>ALIMENTO</b>	<b>% INCLUSIÓN</b>
Torta de soja	33,53%
Harina de yuca	39,51

Salvado de trigo	16,94
L-lisina	0,27
D-L metionina	0,163
L-treonina	0,037
Aceite de soja	7,128
Carbonato de calcio	1,36
Sal común	0,50
Premix	0,5
Total	100

---

Nota: Alimentación balanceada

Fuente de consulta: Carrillo (2021).

### **8.3. Manejo animal**

Los animales fueron sometidos a 7 días de adaptación a la dieta alternativa donde se inició suministrando al comedero 1400 g diarios para los 4 cerdos de cada lote. Después de los días de adaptación se procedió con el trabajo investigativo el cual tuvo una duración de 64 días.

Inicialmente se realizó una desparasitación y división de los cerdos en cada tratamiento. Durante el tiempo de la investigación la limpieza de la pira fue constante, cada 8 días donde se realizaba el cambio de cascarilla y limpieza de paredes. Los animales se alimentaron 3 veces al día con un consumo de 1.05 kg diario de alimento por animal dividido en mañana, medio día y tarde.

### **8.4. Desempeño productivo**

El desempeño productivo está constituido por la evaluación de las variables de producción:

#### 8.4.1. Ganancia media diaria

Se evaluó la ganancia de peso media diaria (GMD), donde los cerdos fueron pesados 1 vez por semana así mismo la ganancia de peso final se le resta la ganancia de peso inicial dividiendo en la cantidad de días entre pesajes (Fedegán, 2016).

$$GMD = \frac{PF - PI}{\text{Días experimentales}}$$

#### 8.4.2. Consumo de alimento

Se estimó el consumo de alimento de los cerdos donde se realizó el pesaje inicial del alimento a suministrar y en horas de la tarde se pesaba la sobra de cada lote.

$$CA = PAI - PAF$$

CA= Consumo de alimento

PAI= Peso del alimento inicial

PAF= Peso alimento final (sobras)

#### 8.4.3. Conversión alimenticia

La conversión alimenticia es la cantidad de alimento que requiere el cerdo para convertir un kg de carne, donde se manejó el consumo de alimento total entre la ganancia de peso total.

$$IC = \frac{CA}{(PF - PI)}$$

IC= Conversión alimenticia

CA=Consumo de alimento

PF=Peso final

PI= Peso inicial

#### **8.4.4. Eficiencia alimenticia**

La eficiencia alimenticia es la habilidad relativa que tienen los cerdos de producir un kg de carne, esto se debe relacionar que por kilogramos de carne producida necesita un kg de alimento (Alltech, 2013).

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

EA=Eficiencia alimenticia

GP= Ganancia de peso

CA= Consumo de alimento

(Ganadero, 2019).

#### **8.4.5. Índice de productividad**

El índice de productividad se refiere en términos generales a la eficiencia de producción de acuerdo a la inversión generada por cada kg de producto (carne)

$$IP = \frac{BO}{CTE}$$

BO= Beneficio obtenido

CTE =Consumo total de todos los factores

### 8.5. Análisis económico

Para obtener la rentabilidad económica se utilizó el análisis económico presupuesto parcial (Perrin et al. 1976), el cual es importante para comparar el beneficio- costo del alimento balanceado alterno vs con el concentrado comercial.

### 8.6. Análisis estadístico

El experimento fue analizado como completamente al azar. La GMD, PCF, CAD, CA y EA, fueron sometidos a análisis de varianza adoptando el peso corporal inicial como covariable. Estos parámetros fueron analizados utilizando estadística descriptiva. Para todos los procedimientos estadísticos fue adoptado  $\alpha = 0.05$  como nivel crítico de probabilidad de error tipo I.

## 9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este estudio la dieta alternativa suministrada a los animales presenta una composición resumida, como se muestra en la Tabla 5) y para el alimento comercial línea naranja se presenta su composición en la Tabla 6.

*Tabla 5 Composición química del alimento alterno*

<b>Proteína bruta (PB)</b>	17,35%
<b>Lisina</b>	1,43%
<b>Metionina+cisteina</b>	0,629
<b>Treonina</b>	0,634

<b>Energía kcal/kg</b>	3230
<b>fósforo</b>	0,345
<b>Calcio</b>	0,721
<b>Sodio</b>	0.200

Nota: Composición alimento balanceado del tratamiento 1

Fuente de consulta: Carrillo (2021).

*Tabla 6 Composición del alimento comercial línea naranja para cerdos de 11kg a 20 kg*

<b>Proteína mínima</b>	<b>20%</b>
<b>Grasa (mínima)</b>	5%
<b>Humedad</b>	13%
<b>Fibra</b>	4%
<b>Ceniza (máxima)</b>	9%

En relación al desempeño productivo, no fue observado efecto de los tratamientos ( $P>0,10$ ) sobre PCF, GMD, CAD, CA, EA e IP.

El consumo de los dos tratamientos fue el mismo ya que a los dos se les suministraba la misma cantidad por tener pesos homogéneos, durante el proceso se utilizaron comederos automáticos para evitar el desperdicio de comida y así pérdidas económicas.

*Tabla 5 Desempeño productivo de los animales en los diferentes tratamientos*

Ítem	Tratamientos	DE	Valor- <i>P</i>
------	--------------	----	-----------------

	<b>Concentrado comercial</b>	<b>Dieta Alternativa</b>		
<b>PCF (kg)</b>	38.38	41.25	3.434	0.575
<b>GMD (kg)</b>	0.48	0.49	0.039	0.861
<b>CAD (kg)</b>	1.05	1.05	0	-
<b>CA</b>	2.27	2.15	0.189	0.683
<b>EA</b>	0.46	0.47	0.037	0.822
<b>IP</b>	0.21	0.22	0.034	0.881

Tabla desempeño productivo

Fuente de consulta: Carrillo (2021).

Como se observa en la Tabla 7, no hubo diferencias entre los tratamientos, debido a que el consumo de los animales era el mismo, por lo tanto la concentración de nutrientes y de energía en el consumo de materia seca fue similar al del alimento comercial, debido a esto el alimento suplía la exigencia nutricional del animal. , consecuentemente., similar desempeño productivo. Los animales de los dos tratamientos tuvieron el mismo manejo, por lo tanto el confort de los animales se tornaba el mismo.

Según estudios realizados por Chávez- Suárez & Burgueño-Quevedo (2018), la alimentación de cerdos durante todas las etapas incluyendo porcentajes de inclusión de harina de yuca mostraron resultados en ganancia de peso diaria promedio de 208 g el cual en este trabajo investigativo se obtuvieron resultados más altos de una ganancia de peso diaria de 490 g.

Los resultados obtenidos en el trabajo de investigación de Martínez-Aguilar (2017), utilizando un 25% de harina de follaje de yuca y un 10% de harina de yuca son inferiores, con una GMD de 291g comparado a los resultados observados en este trabajo investigativo con una ganancia de peso media diaria de 490g.

Para la conversión alimenticia de este trabajo no se observaron diferencias mientras que Martínez-Aguilar (2017), utilizando porcentajes de inclusión de 35% de harina de yuca obtuvieron una CA de 6,12 comparada a los resultados de este trabajo de una CA de 2.15.

Rosales & Urbietta (2021) realizaron un estudio de alimentación en cerdos con un 60% de inclusión de harina de yuca donde sus resultados de CA fueron de 3,22, mientras que los obtenidos en esta investigación fue de 2,15.

La eficiencia alimenticia no se obtuvo diferencia, mientras que en el estudio investigativo de J.Rosales (2021) la eficiencia fue menor a la de este estudio, el estudio de Rosales por tener una conversión alimenticia mayor a la de este estudio tendrá una eficiencia alimenticia mucho más baja por ende este estudio es más benéfico en cuanto a la eficiencia alimenticia.

Los costos variables, generados por el alimento balanceado alterno fueron de \$16.000, ingreso neto del alimento balanceado alterno de \$396.000 y alimento comercial de 368.400, incremento del ingreso neto de 27.600, con una tasa de retorno marginal de 1,72, es decir, que por cada peso invertido en la suplementación del alimento alterno se recupera 1,72. Resultado beneficio costo es de \$11.600 por animal. (Tabla9)

***Tabla 6 Análisis económico mediante el método de presupuesto parcia***

Ítem	Tratamientos

	<b>COMERCIAL</b>	<b>ALIMENTO ALTERNO</b>
<b>Costo Variable (\$)</b>	-	\$ 16,000
<b>Ingreso Neto (\$)</b>	\$ 368,400	\$ 396,000
<b>Incremento el en Ingreso Neto (\$)</b>	-	\$ 27,600
<b>Tasa de Retorno Marginal</b>	-	1.725
<b>Beneficio económico (\$)</b>	-	\$ 11,600

Tabla análisis económico

Fuente investigación: Carrillo 2021

Mejia (2021). realiza comparativos de costos de alimentación con maíz y harina de yuca para cerdos, donde se obtienen mejores resultados que este trabajo investigativo en cuanto a beneficio económico.

Esto es debido a que a la fecha de hoy año 2021 las materias primas han subido de precio debido a la pandemia esto ha hecho de que los fletes de las materias primas sean altos por ende la materia prima tendrá un valor agregado comparado a los estudios realizados años anteriores de acuerdo a beneficio costo.

*Tabla 7 Costo del dieta alternativa con inclusión de yuca*

<b>ALIMENTO</b>	<b>% INCLUSIÓN</b>	<b>PRECIO KG</b>	<b>PRECIO KG ALIMENTO</b>
<b>Torta de soja</b>	33,5	\$ 2,750	\$ 92,125
<b>Harina de yuca</b>	39,51	\$ 500	\$ 19,755
<b>Salvado de trigo</b>	16,94	\$ 900	\$ 15,246

<b>L-lisina</b>	0,27	\$ 14,000	\$ 3,780
<b>D-L metionina</b>	0,163	\$ 18,000	\$ 2,934
<b>L-treonina</b>	0,037	\$ 14,500	\$ 537
<b>Aceite de soja</b>	7,128	\$ 2,000	\$ 14,256
<b>Carbonato de calcio</b>	1,36	\$ 18,000	\$ 24,480
<b>Sal común</b>	0,50	\$ 1,000	\$ 500
<b>Premix</b>	0,5	\$ 23,000	\$ 11,500
<b>Total</b>	100		\$ 185,113
<b>precio kg alimento</b>			+\$ 1,851

Tabla costo de alimento balanceado alterno  
Fuente de consulta: Carrillo 2021

### **Comparación de beneficio económico**

El costo de la dieta alternativa para producir 1kg de carne es de \$3,980 mientras que en el concentrado comercial es de \$4,994, donde el ingreso neto fue relacionado por el precio de kg de cerdo en pie donde es de \$9000 por el PCF observada en la Tabla 10, los costos de producción teniendo en cuenta solo el alimento.

*Tabla 8 Comparación de beneficio económico*

<b>Ítem</b>	<b>tratamiento</b>	
	alimento alterno (1)	alimento comercial (2)
<b>Costo x (kg de carne)</b>	\$ 3,980	\$ 4,994
<b>Ingreso neto</b>	\$ 396,000	\$ 368,400
<b>Costo alimento (64 días)/ animal</b>	\$ 124,017	\$ 147,400

---

<b>Beneficio económico</b>	\$ 271,983	\$ 221,000
----------------------------	------------	------------

---

<b>Diferencia de ganancia</b>	\$ 50,983	
-------------------------------	-----------	--

---

Fuente de consulta: Carrillo 2021

Observando la Tabla1 se puede evidenciar que en nuestras condiciones experimentales tiene mayor rentabilidad el T1 el cual corresponde a la dieta alternativa.

## **CONCLUSIONES**

Es viable utilizar la dieta alterna con inclusión de yuca para la alimentación de cerdos crecimiento ya que presentaron los mismos resultados productivos que el alimento comercial CA, EA, GMD e IP rentable. La suplementación de la dieta alterna es económica y viable resultando en una tasa de retorno marginal de 1,72.

La inclusión de harina de yuca en el concentrado de cerdos es rentable y además es una muy buena alternativa para que el productor pueda aprovechar sus cosechas de yuca en tiempo de pérdidas económicas de la misma.

## **Recomendaciones**

Se recomienda utilizar el alimento alternativo con inclusión de harina de yuca ya que se obtiene el mismo beneficio del alimento comercial pero a un bajo costo.

Además se debe utilizar comedero automático para prevenir el desperdicio del alimento y así los animales presenten un mejor aprovechamiento de nutrientes suministrados por el alimento.

Utilizar materias primas energéticas que se consigan a bajo costo a nivel regional como la Yuca en la región del Ariari, para realizar e alimentos balanceados para cerdos en fase de desarrollo es viable económica y biológicamente.

Al momento de utilizar la yuca como suplemento o ingrediente en las formulaciones de alimentos para animales se debe realizar el procedimiento de secado previo para realizar la eliminación de componentes antinutricionales.

## 10. Bibliografía

- Alltech. (2013). Eficiencia Alimenticia. *Ganaderia.com*.
- Almaguel, R. E. (2020). Yuca como fuente de energía en la alimentación de cerdos en crecimiento-ceba. *porcinews Latam*.
- BPEX. (s.f.). Cálculos simples: conversión de alimentos, ganancia diaria de peso y mortalidad. *El Sitio Porcino*, 2.
- Cabarcas, G. J. (2009). Alimentación de cerdos a base de harina de yuca y batata. *porcicultura*.
- Carrero, H. (2005). Manual de producción porcina. En H. Carrero, *manual de cerdos* (pág. 114). tuluá.
- Chávez- Suárez, A., & Burgueño-Quevedo, B. (2018). Uso de la yuca (*Manihot sculenta*, Crantz) en forma de harina para la producción de carne de cerdo en las tunas. *Universidad de las Ciencias Informáticas*, 16.
- Compabadal, C. (2009). guía tecnica para la alimentación en cerdos. *nibisterio de agricultura y ganaderia* , 44.
- Danura, S. (2021). nutrición y alimentación del ganado porcino. *universo porcino*.
- FAO. (2014). Cerdos, nutrición y alimentos . *FAO*.
- FAO. (2020). Raices de mandioca. *Feedipedia*.
- Fedegán. (2016). Aprenda a calcular la ganancia diaria de peso en bovinos. *fedegan*.
- Florez, C. A. (2009). Suplementación con yuca y follaje de yuca (*Manihot esculenta crantz*) en ganado doble proposito en epoca de verano. *ciencia unisalle*.
- Ganadero, C. (2019). Así se calcula la eficiencia alimenticia en vacas lecheras. *Contexto ganadero*.
- Gonzáles, J. (2020). Yogur de yuca para cerdos, una dieta productiva. *universidad nacional de colombia* .
- Horacio Santiago Rostagno, L. F. (2011). Composición de los piensos y requisitos nutricionales. *tablas brasileñas de seuinos*.
- Infocarne. (2010). Reedición – Razas de Cerdos. *pregon agropecuario*.
- John. (2021). la energia en la dieta del ganado porcino. *razas porcinas.com*.
- Labala, J. (2011). las vitaminas y la producción porcina . *porcicultura.com*.
- Llanos, J. L. (2015). uso de la yuca en la alimentacion animal. *Clayuca*.

- Martínez, K. G. (2018). Origen del cerdo. *La porcicultura.com*.
- Martínez-Aguilar, R. J. (2017). 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. *Universidad Nacional Agraria*, 52.
- Mejía, T. R. (2021). valor comparativo entre la yuca y el maíz en la alimentación de cerdos. *revistas unal*, 19.
- Palacios, E. K. (2019). Análisis económico de dos dietas alimenticias en cerdos de razas Pietrain en condiciones estabuladas, en el Cantón Buena Fe. *universidad tecnica estatal de Quevedo*, 87.
- Paniagua, J. P. (2020). Nutrición de los cerdos en crecimiento y finalización– Parte I. *porcinews latam*.
- PIC. (2016). Principios y toma de decisiones en la formulación de las dietas . *Manual de especificación de nutrientes foemulación de las dietas* .
- Ricaurte, M. F. (15 de octubre de 2014). Obtenido de <http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/LA%20YUCA%20COMO%20ALTERNATIVA%20EN%20LA%20ALIMENTACION%20DE%20CERDOS%20EN%20LA%20ETAPA%20DE%20CEBA.pdf>
- Rosales, J., & Urbietta, H. (s.f.).comparativo de niveles de afrecho de yuca en raciones para cerdos en crecimiento y engorde, en la zona de pucallpa Folia Amazonica, 13.
- Senasica y Confederación de Porcicultores Mexicanos, A. &. (2020). La alimentación durante la producción porcina y sus objetivos a cumplir. *Razas porcinas.com*.

## 11. ANEXOS



Imagen 1. Corte de la yuca



Imagen 2. Lugar de investigación



Imagen 3. Lugar de secado de la yuca



Imagen 4. Lavado de yuca



Imagen 5. Lavado de yuca



Imagen 6. Picado de yuca húmeda

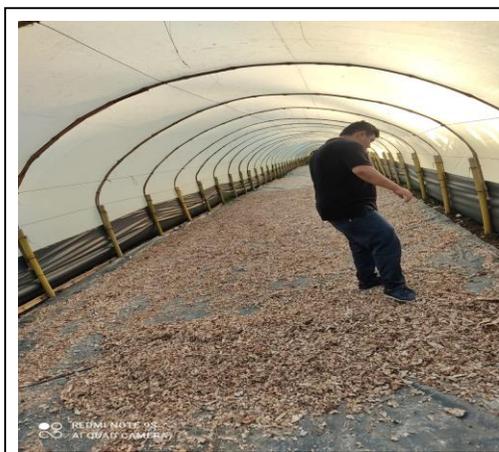


Imagen 7. Secado de la yuca



Imagen 8. Molienda de la yuca seca



Imagen 9. Primera elaboración del alimento balanceado



Imagen 10. Primer día de investigación



Imagen 11. Pesaje de los cerdos



Imagen 12. Evolución de los cerdos



Imagen 13. Limpieza de la piara



Imagen 14. Segunda elaboración de alimento balanceado



Imagen 15. Segunda  
elaboración de alimento balanceado

Imagen 16. Finalización del  
trabajo investigativo

---

FECHA DE INGRESO : 08/13/2013  
 FECHA DEL INFORME : 08/21/2013  
 PROCEDENCIA : AGROLLANOS AGRICOLA DEL LLANO LTDA  
 REMITENTE : SR. ELIAS RICO  
 DIRECCION : CALLE 52B SUR # 27-27  
 CIUDAD : BOGOTA D.C.  
 TELEFONO : 2306601  
 TELEFAX :  
 NUMERO DE MUESTRAS: 1

---

Muestra No. 1- CASCARA DE YUCA LAVADA

La contramuestra se retendrá hasta el 09/22/2013

ANALISIS	RESULTADO
HUMEDAD	15.33 %
PROTEINA	4.70 %
FIBRA CRUDA	10.92 %
GRASA	0.81 %
EXTRACTO NO NITROGENADO	63.48 %
CENIZAS	4.79 %

#### METODOS DE ANALISIS

HUMEDAD : gravimetría, método de la estufa Norma ISO 6496 NTC  
 4888  
 PROTEINA : nitrógeno por combustión, cálculo de proteína N x 6.25  
 (Continúan...) Métodos

**INFORME DE ENSAYOS No. 88831**

<b>Fecha de Ingreso:</b> 2018-02-14	<b>Fecha del Informe:</b> 2018-02-16
<b>Procedencia:</b> AGROLLANOS AGRICOLA DEL LLANO LTDA	<b>Remitente:</b> ELIAS RICO
<b>Dirección:</b> CRA 68D # 36A-32 SUR	<b>Ciudad:</b> BOGOTÁ, D.C.
<b>Teléfonos:</b> +57 (1) 2306601	<b>Número Interno:</b> 8756
<b>Número de Muestras:</b> 1	

**Muestra No. 1 - YUCA SECA**

Análisis	Resultado	Unidades
HUMEDAD	15.80	%
PROTEÍNA	1.45	%
GRASA	< 0.5	%
FIBRA CRUDA	2.50	%
CENIZA	1.58	%
EXTRACTO NO NITROGENADO	78.40	%

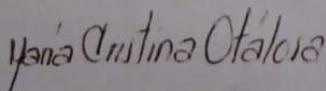
La contramuestra se retendra hasta el 2018-03-16

**MÉTODOS DE REFERENCIA**

**HUMEDAD:** Loss on Drying (Moisture) for Feeds, Dry Matter on Oven Drying for Feeds (at 135°C for 2 Hours), AOAC Official Method 930.15, Final Action  
**PROTEÍNA:** Protein (Crude) in Animal Feed, Combustion Method, AOAC Official Method 990.03, Cálculo de proteína N x 6.25  
**GRASA:** Alimentos para animales. Determinación del contenido de grasa - Categoría A, NTC 4969 (2001-10-16)  
**FIBRA CRUDA:** Alimentos para animales. Determinación del contenido de fibra cruda. Método con filtrado intermedio, NTC 5122 (2002-11-22)  
**CENIZA:** Ash of Animal Feed, AOAC Official Method 942.05, Final Action 1943  
**EXTRACTO NO NITROGENADO:** Extracto No Nitrogenado, Calculado por diferencia

Los resultados corresponden a las muestras aquí mencionadas. Este informe no podrá ser reproducido en modo alguno sin previa autorización de NUTRIANALISIS LTDA.

Firma Autorizada:



**Q.F. MARIA CRISTINA OTALORA**  
DIRECTOR TÉCNICO