

**La yuca (Manihot esculenta) como alternativa sostenible en porcinos**

Andres Felipe Rios Ruiz

Liceth Katerine Muñoz Uribe

Director:

Manuel Emilio Gómez Candel

Zootecnista- Magister en Desarrollo Alternativo sostenible y Solidario

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Programa de Zootecnia (ECAPMA)

2022

## **Dedicatoria**

A Dios por ser nuestra guía y permitirnos culminar una etapa más en la vida.

## **Agradecimientos**

En primer lugar, quiero agradecerle a Dios por ayudarme a cumplir una meta importante en mi vida, también quiero extender mi agradecimiento a mi compañera de investigación ya que no hubiera posible este trabajo sin sus ideas y esfuerzos. Asimismo, deseo expresar mi agradecimiento al director de esta monografía, Dr. Manuel Emilio, por la dedicación y el apoyo brindado a este trabajo, por las sugerencias e ideas que direcciono de manera respetuoso y facilitadoras. También gracias a mis padres y a mis hermanos, que me brindaron una infancia llena de anécdotas maravillosas, que me proporcionaron las fuerzas y energía para lograr crecer como persona y como profesional. Pero, sobre todo, gracias a mi novia, por su paciencia, comprensión y solidaridad con este proyecto, sin su apoyo este trabajo nunca se habría escrito. A todos, muchas gracias.

Andrés Felipe Rios Ruiz

Quiero agradecerle a Dios por haberme permitido llegar a la meta propuesta, por darme la fuerza y valentía necesaria para culminar este proceso de aprendizaje, a mi compañero de trabajo de grado por su esfuerzo, dedicación y empeño. A nuestro director de monografía Manuel E. Gómez por el apoyo y acompañamiento en el desarrollo del proyecto y a lo largo de la carrera. A mis padres quienes han luchado incansablemente por brindarme lo mejor, por los valores éticos inculcados en mi vida y por hacer de mí una mejor persona, a mis hermanas por el amor y apoyo incondicional siempre.

Liceth Katerine Muñoz Uribe

## Resumen

La producción porcina es una actividad ganadera que contribuye social y económicamente, por lo cual tiene gran importancia a nivel mundial. Está constituida bajo diferentes actividades fundamentales para la crianza y el manejo de los cerdos, principalmente la nutrición y la alimentación, que finalmente determinan el éxito de los sistemas de producción. La porcicultura en Colombia representa hasta el 78% de la producción de carne de cerdo. La yuca (*manihot esculenta*) se puede considerar como una opción a ser implementada en la alimentación de los cerdos debido a su fácil adaptación al medio donde se cultiva. El alto costo de la producción porcina ha llevado a los productores a implementar nuevas alternativas para mejorar su productividad y economía.

Por ejemplo: La yuca, al ser implementada en la alimentación porcina, aporta importantes beneficios al ser una buena fuente de proteína y energía en sus diferentes etapas. En experimentos y repositorios de investigación, se descubrió que, en sus diversas formas, el ensilaje de yuca se utiliza para preservar el valor nutricional de la yuca a través de la fermentación. Su uso puede hacerse después de seis meses sin que se deteriore; las harinas de raíces y de follaje pueden implementarse como sustituto de los cereales o concentrados convencionales, aportando energía. Las raíces frescas pueden utilizarse como fuente alternativa para sustituir al maíz, así como la cáscara de yuca y la harina de salvado de yuca.

**Palabras clave:** Alimentación, alternativa, cerdos, nutrición, yuca.

## Abstract

Swine production is a livestock activity that, due to its economic and social contribution, is of great importance at national and world level. It is constituted under different fundamental activities for the breeding and management of pigs, mainly nutrition and feeding, which ultimately determine the success of production systems. Pig farming in Colombia represents up to 78% of pork production. Cassava (*manihot esculenta*) is presented as an alternative in swine feeding due to its easy adaptation to the environment where it is grown. The high cost of production in livestock farming has led producers to implement new alternatives ways to improve their productivity and economy.

For example: Yucca, when implemented in swine feed, provides important benefits as it is a good source of protein and energy in its different stages. In experiments and research repositories, it was discovered that in its many forms, cassava silage is used to preserve the nutritional value of cassava through fermentation. Its use can be done after six months without deterioration; the roots and foliage flours can be implemented as a substitute for conventional cereals or concentrates, providing energy. Fresh roots can be used as an alternative source to replace corn, as well as cassava husk and cassava bran meal.

**Keywords:** feeding, alternative, pigs, nutrition cassava.

## Tabla de contenido

Resumen	4
Introducción	11
Objetivos	12
La yuca ( <i>manihot esculenta</i> ) como alternativa sostenible en porcinos	13
Generalidades	13
Caracterización de la porcicultura	14
Caracterización nutricional del cerdo.	16
Caracterización de la yuca	24
Costos inherentes a la producción porcina	31
Estado del arte de la investigación	32
Identificación del problema de investigación	34
Formulación de la hipótesis de investigación	34
Sistematización del problema	34
Justificación	35
La yuca en la alimentación en cerdos.	36
Formas de implementación de la yuca ( <i>manihot esculenta</i> ) en la alimentación porcina	37
Ensilaje de yuca	38
Raíces de yuca fresca	46
Harina de follaje y de raíces de yuca	49

	7
Harina de cáscara de yuca	56
Afrecho de yuca	59
Conclusiones	64
Recomendaciones	66
Bibliografía	67

**Lista de figuras**

Figura 1. Elaboración del ensilado de yuca.	38
Figura 2. Obtención de raíces de yuca	46
Figura 3. Elaboración de la harina de yuca.	49
Figura 4. Elaboración de harina cáscara de yuca.	56
Figura 5. Obtención de afrecho de yuca	59

### Lista de tablas

Tabla 1. Requerimientos nutricionales en etapa de pre iniciación.	17
Tabla 2. Requerimientos nutricionales en etapa de iniciación.	18
Tabla 3. Requerimientos nutricionales en etapa de preceba.	19
Tabla 4. Requerimientos nutricionales en etapa de ceba.	20
Tabla 5. Requerimientos nutricionales en etapa de gestación.	21
Tabla 6. Requerimientos nutricionales en etapa de gestación.	23
Tabla 7. Clasificación botánica de la yuca (manihot esculenta).	24
Tabla 8. Comparación valor nutricional de la yuca fresca y harina de raíces en cerdos.	25
Tabla 9. Aporte nutricional de las raíces de yuca.	26
Tabla 10. Aporte nutricional de la cáscara de yuca.	27
Tabla 11. Aporte nutricional de la hoja de yuca.	27
Tabla 12. Aporte nutricional de la harina de raíces de yuca.	28
Tabla 13. Aporte nutricional de la harina de follaje de yuca.	29
Tabla 14. Resultado del ensilaje de raíces de Yuca alternativa para la alimentación de cerdos.	40
Tabla 15. Resultado del uso de la yuca ensilada con agua y yogurt como base energética en cerdos en crecimiento.	41
Tabla 16. Resultado del uso de la yuca ensilada con vinaza base energética en cerdos en crecimiento	42
Tabla 17. Resultado del uso de la yuca ensilada con vinaza base energética en cerdos en crecimiento	44
Tabla 18. Resultado de la incorporación de raíz de mandioca (manihot esculenta) en la dieta de cerdos y su efecto sobre variables productivas.	48

Tabla 19. Resultado de la incorporación de raíz de mandioca (manihot esculenta) en la dieta de cerdos y su efecto sobre las variables productivas.	50
Tabla 20. Resultado de la 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 trato gastrointestinal.	52
Tabla 21. Resultado de la evaluación del comportamiento productivo en cerdos en crecimiento alimentados con una dieta no convencional.	54
Tabla 22. Resultado de la elaboración de dos harinas a partir de cáscaras de yuca (manihot esculenta Crantz) y papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) en la formulación de un alimento balanceado para porcinos en etapa de crecimiento.	57
Tabla 23. Contenido de nutrientes del afrecho de yuca (manihot esculenta).	60
Tabla 24. Resultado del uso del afrecho de yuca como sustituto parcial del maíz en la alimentación de cerdos de engorde	61
Tabla 25. Análisis de resultados	62

## Introducción

La utilización de la yuca (*manihot esculenta*) y sus subproductos surge como una alternativa en la alimentación, promoviendo el desarrollo, crecimiento, y eficiencia productiva en la economía de la porcicultura. Siendo esta una fuente con significativos parámetros para pequeños y medianos productores, haciendo uso de los diferentes productos de la yuca en los diversos sistemas de producción, bajo las condiciones necesarias de manejo y de requerimientos nutricionales en las etapas fisiológicas para ser implementadas.

Diversidad de estudios realizados en Latinoamérica sobre la implementación de yuca en la alimentación porcina, cada uno ha presentado resultados únicos que son de gran importancia, identificando los beneficios y desventajas sobre la inclusión en las dietas con esta materia prima como fuente alternativa.

El siguiente trabajo se realiza para que los productores porcícolas conozcan de las nuevas tendencias de alimentación a base de yuca y así poder implementarlo en sus explotaciones, esto con el propósito de obtener resultados favorables ya que es altamente productiva y rentable en los sistemas productivos de cerdos que han implementado este tipo de alimentación, ofreciendo grandes beneficios en razón a que la yuca que es una planta integral que nos ofrece una variedad de nutrientes esenciales en la manutención del animal.

## Objetivos

### Objetivo general

Realizar una revisión de literatura en documentos científicos basados en la utilización de la yuca (*manihot esculenta*) como ingrediente principal en dietas alternativas para la alimentación porcina.

### Objetivos específicos

Realizar la revisión documental con relación a los aportes nutricionales de la yuca para su uso en la alimentación de porcinos.

Identificar las diferentes alternativas de implementación de la yuca (*manihot esculenta*) como alternativa sostenible en la alimentación porcina.

Determinar la viabilidad de las diferentes alternativas que ofrece la yuca en la alimentación porcina para las unidades campesinas.

## **La yuca (*manihot esculenta*) como alternativa sostenible en porcinos**

### **Generalidades**

La porcicultura es un sistema de producción pecuaria la cual está constituida por diversas actividades de crianza, alimentación y nutrición, manejo, genética y reproducción en cerdos con el fin de obtener lechones y cerdos para suministro. Siendo esta una de las actividades pecuarias más longevas la cual se caracteriza por ser una de las principales fuentes en el consumo humano de proteína de origen animal. (Sarà- Arévalo, I. D et al 2016).

El sistema intensivo se caracteriza por un alto nivel de producción, en él se realizan actividades orientadas a reducir el área requerida por animal, permitiendo obtener mejores rendimientos en el menor tiempo posible, en él se hace uso de material genético de alta calidad con miras a mejorar el sistema productivo, además del uso de raciones balanceadas. Los avances tecnológicos en este sistema productivo permiten al productor llevar mejores registros de manejo y sanitarios dentro de cada una de las áreas de instalaciones. (Ángel- González, J, 2020).

La principal característica del sistema semi-intensivo es que los animales en producción se encuentran de forma estabulada, basando su alimentación en residuos de comida complementados con concentrados comerciales, las actividades de este sistema productivo permiten llevar a cabo tareas administrativas que unidas a una adecuada infraestructura permite llevar un control y un manejo eficiente de los animales, a su vez las prácticas de reproducción se realizan por medio de la monta controlada permitiendo a las hembras descanso en ciertos periodos de tiempo. (González- Urtecho, E., García-Castro, E, 2017).

## **Caracterización de la porcicultura**

Una de las principales actividades pecuarias es la porcicultura a nivel mundial, la cual representa un alto porcentaje en la producción mundial en el consumo de carne de cerdo. En Colombia, según Porkcolombia (2018) este sistema productivo aporta más del 43% de la producción mundial en el consumo de proteína que nos brinda la carne de cerdo.

La producción formal de carne de cerdo en Colombia registró un aumento exponencial del 87% en el periodo 2010-2019, siendo así un crecimiento promedio anual del 10%, superando el consumo en conjunto de otras fuentes de proteínas como lo son res, pollo y pescado. Esto logró un aumento en el consumo per cápita en el territorio nacional, debido a que en el año 2019 se consumió 11,2 kilogramos de carne de cerdo por persona, en comparación del año 2010 que solo fue de 4,8 kilogramos, cabe resaltar que estas cifras no reflejan la producción informal del país y en cambio solo reflejan los sacrificios de las plantas de beneficio. (Fajardo-López, J, 2020).

En Colombia, los departamentos con mayor producción de carne de cerdo de manera formal son Antioquia con 45,9%, Bogotá 21,2%, Valle del Cauca 16% y el eje cafetero con 8,1%, esto refleja el fortalecimiento del departamento Antioqueño en la producción de cerdo en comparación de las otras regiones del país. (Arbeláez, A, 2018).

En Colombia el Valle de Aburrá del departamento de Antioquia, concentra la mayor actividad agroindustrial y comercial de la producción porcícola del país, siendo conformado por su mayoría por pequeños y medianos productores, los cuales emplean el ciclo completo en sus granjas y tienen una experiencia significativa en la producción de cerdo, debido a que vienen trabajando hace más de 30 años en el sector. (Vélez- Guzmán, E. A. et al, 2018)

Con la vigencia del Tratado de Libre Comercio (TLC) con Estados Unidos, los productores de cerdo del país han logrado un posicionamiento del sector y un aumento en el consumo per cápita por parte del consumidor, a pesar de que las importaciones de carne de cerdo no paran de crecer, logró ubicarse la proteína de cerdo entre las principales fuentes de proteína en Colombia. (Marín, C. Mejía, C. Sánchez, S. 2017).

En el año 2021 el censo de porcicultura en Colombia, registro 208.828 predios dedicados a ese tipo de explotación, de los cuales 169.572 predios que equivale al 81.2%, son predios de traspatio que consiste en la cría y manejo de cerdos en espacios conocidos como solares, el cual se caracteriza por su poca infraestructura y pequeña producción., lo cual revela que en su mayoría los sistemas de producción porcícolas en el país están representadas por las pequeñas unidades campesinas. (ICA, 2018).

Las importaciones en Colombia de productos y subproductos de carne de cerdo, en los meses que corresponde de enero a septiembre del año 2020 registró una disminución del 40.2%, ya que solo importaron 50.097 toneladas y en el año 2019 en los mismos meses transcurrido fue de 83.727 toneladas., la caída de importaciones se debe a la volatilidad del mercado en los Estados Unidos, la caída de los precios en el mercado nacional y los programas liderados por Porkcolombia para sustituir las importaciones en el país, que consiste en recuperar la comercialización nacional. (Porkcolombia, 2020).

Por otro lado, las exportaciones de la carne de cerdo para el año 2020 fueron mínimas, pero es un avance significativo en el desarrollo de internacionalizar la porcicultura del país, envió solo a dos mercados Hong Kong y Costa de Marfil, siendo un total de 112 toneladas, pero

no obstante se sigue trabajando en una estrategia de proyección 2020-2024. (Porkcolombia, 2021).

### **Caracterización nutricional del cerdo.**

Las necesidades nutricionales para obtener todo el potencial genético de los cerdos, debe basarse en suplir los requerimientos de energía, proteína y en los nutrientes esenciales como aminoácidos, minerales y vitaminas que son indispensables en una dieta balanceada, sin importar la etapa fisiológica en que se encuentre el animal, por ende, se debe optimizar tales nutrimentos a base de suplir sus requerimientos nutricionales. (Palomo-Yagué, A, s.f.).

Los requerimientos nutricionales de la especie porcina a los cuales se deben proveer de forma fundamental son:

Las proteínas permiten desarrollar la parte ósea y muscular, así como también permiten la secreción de leche y mejorar la parte reproductiva. (Cortez-Rogel, J. M, 2021). La energía permite mejorar la producción de leche, así como también permite la formación de los tejidos, el funcionamiento adecuado del organismo, el mantenimiento y producciones fisiológicas en las cuales se debe brindar las raciones requeridas para poder suplir las sustancias nutritivas. (Cortez-Rogel, J. M, 2021).

Los cerdos que consumen dietas con mayor inclusión de energía, proteína y lisina, en la etapa de desarrollo logran un incremento del 13% en su peso vivo, favoreciendo así obtener una mejor ganancia de peso e índice de conversión alimentaria al finalizar su etapa, pero no obstante excesos niveles energéticos son desfavorables. (Agosto, M. A, 2018).

Los minerales aportan en el cerdo a la formación de leche, el desarrollo y fortalecimiento de los huesos. Las vitaminas cumplen un papel esencial en la vida pues este contribuye en el funcionamiento de células, desarrollo, lactancia y reproducción. (Cortez-Rogel, J. M, 2021).

Los requerimientos nutricionales de cada una de las etapas fisiológicas del cerdo, se relacionan a continuación.

**Tabla 1.**

*Requerimientos nutricionales en etapa de pre iniciación.*

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Peso (Kg)</b>
		<b>3.5-10</b>
Energía digestible	Kcal/kg	2550
Proteína bruta	%	18.0
Calcio	%	0.72
Fósforo	%	0.42
Lisina	%	1.40
Metionina	%	0.40
Treonina	%	0.85
Triptófano	%	0.26
Fibra	%	2.5

Fuente: Adaptado de Valdivia-Camargo, S. A, 2018, pág. 66.

**Tabla 2.**

*Requerimientos nutricionales en etapa de iniciación.*

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Peso (Kg)</b>
		<b>10-20</b>
Energía digestible	Kcal/kg	3400
Proteína bruta	%	20.9
Lisina	%	11.0
Metionina	%	2.7
Treonina	%	6.3
Triptófano	%	1.9
Calcio	%	0.7
Fosforo	%	0.6
Sodio	%	0.1
Cloro	%	0.1
Magnesio	%	0.04
Potasio	%	0.3

Fuente: Adaptado de Murcia-Vanina, N et al, 2021, pág. 7.

**Tabla 3.***Requerimientos nutricionales en etapa de preceba.*

Parámetros	Unidad	Peso (Kg)	
		20-50	50-80
Proteína cruda	%	18.00	15.5
Energía metabolizable	kcal/kg	3265	3265
Energía digestible	kcal/kg	3400	3400
Arginina	%	0.37	0.27
Histidina	%	0.3	0.24
Isoleucina	%	0.51	0.42
Lisina	%	0.95	0.75
Metionina	%	0.25	0.20
Metionina+cistina	%	0.54	0.44
Fenilalanina	%	0.55	0.44
Fenilalanina+tirosina	%	0.87	0.70
Teonina	%	0.61	0.51
Triptófano	%	0.17	0.14

Valina	%	0.64	0.52
Magnesio	%	0.04	0.04
Calcio	%	0.60	0.50
Fosforo	%	0.50	0.45
Sodio	%	0.10	0.10
Cloro	%	0.08	0.08
Vitamina B12	Ug	15	11

Fuente: Adaptado de Valencia-Beltrán, J. C, 2017, pág. 13.

**Tabla 4.**

*Requerimientos nutricionales en etapa de ceba.*

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Peso (Kg)</b>
		<b>75-100</b>
Materia seca	%	90.000
Energía metabolizable	Kcal/kg	3300
Proteína cruda	%	17.000
FND	%	7.000
Calcio	%	0.800

Fosforo	%	0.530
Sodio	%	0.100
Potasio	%	0.170
Magnesio	%	0.040
Lisina	%	0.840
Metionina	%	0.250
Treonina	%	0.560
Triptófano	%	0.150
Lisina	%	0.900

Fuente: Adaptado de Tabi- Fuérez, S. A, 2017, pág.13-15.

**Tabla 5.**

*Requerimientos nutricionales en etapa de gestación.*

Parámetros	Unidad	Días gestantes	
		0-85	86-115
Proteína cruda	%	9.1	14.97
Energía metabolizable	kcal/kg	3150	3150
Calcio	%	0.751	0.736

---

Fosforo	%	0.395	0.387
Potasio	%	0.365	0.352
Sodio	%	0.180	0.170
Cloro	%	0.137	0.132
Lisina	%	0.490	0.767
Metionina	%	0.162	0.261
Metionina + cisteína	%	0.328	0.529
Treonina	%	0.392	0.637
Arginina	%	0.475	0.844
Valina	%	0.385	0.591
Isoleucina	%	0.294	0.445
Leucina	%	0.436	0.721
Histidina	%	0.167	0.253
Fenilalanina	%	0.264	0.422
Fenilalanina + tirosina	%	0.485	0.775
Nitrógeno esencial	%	0.510	0.838

---

Fuente: Adaptado de Rostagno, H, S., et al. 2017. pág. 423

**Tabla 6.***Requerimientos nutricionales en etapa de gestación.*

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
Materia seca	%	85.90
Energía metabolizable	Kcal/kg	3400
Proteína cruda	%	20.59
Extracto etéreo	%	10.50
Fibra	%	6.63
Cenizas	%	5.45
Lisina	%	1.00
Metionina	%	0.30
Cistina	%	0.43
Metionina + cistina	%	0.60
Fibra Detergente Neutra	%	18.30
Treonina	%	0.83
Triptófano	%	0.26
Calcio	%	0.79

Fósforo	%	0.42
Cloro		0.17
Colina		1.31

Fuente: Adaptado de Balvoa-Tenelema, J.A. 2020. pág. 32

### Caracterización de la yuca

La yuca es un tubérculo que se puede emplear en la alimentación y nutrición animal, debido a sus diferentes usos como en harina, planta entera, cascara o raíces de yuca de rechazo., aportando almidón y fibra soluble, esto lo convierte en una opción de sustitución del maíz para la producción de cerdos. (Campos- Granados, C. 2016).

El área de distribución de la yuca (*manihot esculenta*) va desde Arizona, Estados Unidos, hasta la cuenca del Plata en Argentina, en las partes donde se han encontrado gran diversidad de la especie *Manihot esculenta*; es en la parte central, el norte y el oeste, sin embargo, en Brasil se encuentran especies más afines a la misma. (Aguilar- Brenes, E et al, 2017).

### Tabla 7.

*Clasificación botánica de la yuca (manihot esculenta).*

Taxonomía	
<b>Reino</b>	Plantae
<b>Género</b>	Manihot
<b>Familia</b>	Euforbiaceae

<b>Subfamilia</b>	Crotonoideae
<b>Tribu</b>	Manihotae

Fuente: Adaptado de Aguilar -Brenes, E et al, 2017 pág. 9.

La yuca se presenta como una alternativa a ser usada en la producción animal, teniendo en cuenta que de la misma se pueden utilizar los diferentes subproductos y sus derivados, haciendo de este un alimento apto para la alimentación animal, en este caso en la alimentación porcina brinda importantes beneficios ya que las raíces son fuente de energía y son ricas en carbohidratos, mientras que el follaje es rico en proteínas (FAO, s.f.).

Este tubérculo es muy utilizado en la alimentación porcina, sin embargo, aunque de ella se puede obtener el máximo aprovechamiento por su gran adaptabilidad al medio principalmente en climas cálidos, hay reducción en costos de producción en cuanto a materias primas y a su vez hay mayor volumen de producción por superficie. También trae consigo sus repercusiones ya que la yuca contiene factores anti nutricionales siendo esta una planta cianogénica la cual puede sintetizar ácido cianhídrico donde se han encontrado los glucósidos linamarina y lotaustralina. Los glucósidos cianogénicos son tóxicos generando degradación enzimática HCN que, aunque no causan la muerte, en los cerdos se presenta una intoxicación crónica. (Almaguel, A. E, 2020).

### **Tabla 8.**

*Comparación valor nutricional de la yuca fresca y harina de raíces en cerdos.*

<b>Alimento</b>	<b>Contenido de nutrientes</b>				<b>Valor nutricional</b>		
	<b>MS</b>	<b>Almidón</b>	<b>PC</b>	<b>FND</b>	<b>DMO (%)</b>	<b>ED</b>	<b>EM</b>

Yuca (Raíz fresca)	37.6	80.8	2.6	7.8	92.1	3.75	3.68
Yuca (Harina de raíz)	87.6	80.4	2.9	8.0	90.8	3.66	3.59

Fuente: Adaptado de Aguilar -Brenes, E et al, 2017 pág. 68.

### Tabla 9.

*Aporte nutricional de las raíces de yuca.*

Parámetros	Unidad	Aporte
Materia seca	%	35.9
Energía metabolizable	Kcal/kg	3564
Proteína cruda	%	3.5
Extracto etéreo	%	4.0
Fibra cruda	%	2.7
Cenizas	%	3.2
Calcio	%	0.02
Fosforo	%	0.09

Fuente: Adaptado de Campos-Granados, C, M., Arce-Vega, J, 2016 pág. 108

**Tabla 10.***Aporte nutricional de la cáscara de yuca.*

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Aporte en</b>
		<b>Base de MS</b>
Materia seca	%	23.77
Energía bruta	Kcal/kg	3556
Materia orgánica	%	91.52
Proteína bruta	%	5.92
Fibra bruta	%	8.23
Extracto etéreo	%	1.21
Extracto libre de nitrógeno	%	76.16
Cenizas	%	8.49

Fuente: Adaptado de Aguiar, N. S et al, 2019 pág. 5

**Tabla 11.***Aporte nutricional de la hoja de yuca.*

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Aporte en</b>
		<b>Base de MS</b>

Materia seca	%	18.05
Energía bruta	Kcal/kg	4843
Fibra bruta	%	15.71
Proteína bruta	%	25.03
Ceniza	%	7.07
Extracto etéreo	%	4.85
Calcio	%	0.57

Fuente: Adaptado de Torres-Navarrete et al, 2017 pág. 227-228

**Tabla 12.**

*Aporte nutricional de la harina de raíces de yuca.*

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Aporte en</b>
		<b>Base de MS</b>
Materia seca	%	87.66
Proteína bruta	%	3.23
Extracto etéreo	%	0.44
Fibra bruta	%	2.32
Cenizas	%	2.68

Extracto libre de nitrógeno	%	78.99
Calcio	%	0.08
Fosforo	%	0.13
Fibra Detergente Neutro (FDN)	%	5.35
Fibra Detergente Ácido (FDA)	%	1.18
Energía total	Kcal/kg	3434

Fuente: Adaptado de Bernal, W et al, 2017 pág. 53-59

**Tabla 13.**

*Aporte nutricional de la harina de follaje de yuca.*

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Aporte en Base de MS</b>
Materia seca	%	36.7
Proteína bruta	%	13.2
Hemicelulosa	%	16.1
Celulosa	%	14.8
Cenizas	%	9.6
Lignina	%	24.7

---

Fibra Detergente Neutro (FDN)	%	55.6
Fibra Detergente Ácido (FDA)	%	39.5

---

Fuente: Adaptado de Hernández, E. y Ramírez, L., 2016 pág. 87

### **Costos inherentes a la producción porcina**

La alimentación de los animales se presenta como un costo operacional elevado en los sistemas de producción pecuarios, representando alrededor del 60 al 70% de los costos totales de producción (Núñez-Torres, O. P, 2017). En Colombia, la alimentación de cerdos está representado en un 76.15% de los costos totales entre el año 2017 y 2019, situación a tener en cuenta ya que el alimento balanceado es determinante para el éxito de la porcicultura. (Min agricultura, 2019).

La situación de los costos de producción en la alimentación pecuaria se han venido agravando aún más en los últimos años, esto ha sido por diferentes factores entre ellos está el incremento de las materias primas a nivel mundial, la depreciación del peso colombiano en comparación con el dólar, el incremento de la demanda de grandes consumidores, además, de las limitaciones que se ha tenido por el COVID-19 y la dificultad que se ha tenido por las movilizaciones sociales del país ocasionando pérdidas económicas a los productores.

La inclusión de la yuca y sus subproductos agroindustriales en la alimentación de cerdos en sus diferentes fases fisiológicas, disminuyen sustancialmente los costos de producción, dado que es un producto eficiente y rentable en la cría de cerdos, además presenta una facilidad de adquisición del producto e incluso no genera afectaciones en el trato gastrointestinal del animal. (Gaibor-León, C. A 2022).

## **Estado del arte de la investigación**

En los últimos 11 años la producción de carne de cerdo ha aumentado de forma significativa hasta en un 8.7%, con un aumento a nivel nacional de 252.036 toneladas de carne porcina, según Porkcolombia (2020) “en el año 2019 aumento a 446.602 toneladas, este crecimiento beneficia en tanto al mercado nacional, buscando aumentar la capacidad instalada en los diferentes sistemas productivos”.

En Colombia, la tecnificación de los sistemas productivos conlleva un mayor uso en alimento concentrado, el alto costo de materias primas convencionales en este caso el maíz y la soya para la alimentación porcina, ha llevado a los productores a buscar alternativas de alimentación más rentables, que permita mejorar tanto la parte productiva como la económica.

El suministro de yuca como alimentación alternativa en cerdos resulta beneficioso, disminuyendo costos de producción, ya que es un tubérculo que se puede adaptar a cualquier condición ambiental a nivel nacional, además puede suplir las necesidades nutricionales en etapa de ceba con harina de raíz de yuca, pues por medio de los procesos de elaboración y almacenamiento se pueden disminuir el contenido de los niveles de ácido cianhídrico. (Ricaurte-Morales, F. A, 2014).

Para la implementación de nuevas alternativas en alimentación porcina a base de yuca con otras materias primas como el taro o malanga no hay investigaciones realizadas, sin embargo, al hacer uso de la raíz y el follaje de yuca se puede mejorar la digestibilidad de los cerdos, lo cual podría facilitar la incorporación de esta materia prima en las dietas, por su buena adaptación y aceptación por parte de los animales. (Guerrero- Mora. J. A, 2021).

La alimentación alternativa con yuca podría reemplazar de forma parcial o completamente al maíz en la alimentación los cerdos, haciendo de la producción porcícola un sistema mucho más rentable, mediante la obtención de desechos de residuos locales que se cultivan con gran facilidad, resultando muy económicas para poder brindar a las unidades campesinas a generar productos beneficiosos por medio de la implementación de nuevas fuentes de alimentación porcina. La incorporación de productos agrícolas podría disminuir la dependencia de concentrados comerciales. Sin embargo, este tipo de alimentación no debe ser única, se deben implementar programas complementarios que nutran cada uno de sus requerimientos. (Lino- Coello, A. F, 2022).

Los documentos de repositorios relacionados al tema de investigación en alimentación alternativa con yuca (*manihot esculenta*) en cerdos hablan sobre los beneficios y aportes que brinda la yuca proteicamente por medio de las raíces, la yuca puede ser utilizada como alimentación alternativa en cerdos en diferentes etapas, los estudios encontrados con inclusión en harina de yuca demuestran similitud en cuanto a que se puede sustituir de forma parcial a los cereales en la vida productiva del cerdo, lo cual es de gran ventaja e importancia para el productor ya que permite disminuir costos del concentrado convencional.

La yuca (*manihot esculenta*) en los sistemas integrados brinda un alto potencial en las producciones ya que contiene un alto valor nutritivo tanto proteicamente como energéticamente por medio de sus productos y subproductos, por lo cual se recomienda continuar con investigaciones, que estén orientadas a la innovación de nuevos productos en la alimentación animal.

### **Identificación del problema de investigación**

La porcicultura es un sistema productivo que está distribuido por todo el territorio nacional, siendo uno de los sectores pecuarios que presenta grandes avances tecnológicos, pero uno de los limitantes para pequeños y medianos productores son los costos inherentes a la producción los cuales constituyen entre un 70 y 80% de los costos totales; en efecto es importante buscar alternativas de materias primas no convencionales de la región como es la yuca (*manihot esculenta*) reemplazando así el maíz y la soya. (Trujillo- Díaz. J et al, 2021).

### **Formulación de la hipótesis de investigación**

¿La implementación de las diferentes alternativas en la alimentación porcina con yuca (*manihot esculenta*) se presenta como una alternativa viable para los pequeños y medianos productores porcícolas en Colombia?

### **Sistematización del problema**

La siguiente monografía, es una compilación de diferentes alternativas en la alimentación porcina con yuca (*manihot esculenta*) como una alternativa sostenible y productiva. La búsqueda de la información implicó seleccionar y recolectar fuentes bibliográficas primarias y secundarias obteniendo una evaluación y análisis de documentos.

### **Justificación**

El alto costo de las materias primas requeridas en la preparación de alimentos balanceados para la alimentación de cerdos tienen en vilo a los pequeños y medianos productores colombianos, dado que están en la necesidad de alimentar nutricionalmente al animal, por consiguiente buscan alternativas que den buenos resultados y también minimice costos de producción, por tanto la yuca (*manihot esculenta*) sería una fuente nutricional ideal que aporta nutricionalmente grandes beneficios para quien lo consuma, además no se requiere comprar en mercados internacionales encareciendo su precio.

En consecuencia el uso de la yuca (*manihot esculenta*) es una alternativa nutricional en la alimentación de cerdos en sus diferentes etapas fisiológicas, debido a la facilidad de adquisición en las diferentes regiones del país y además de su adaptabilidad a diferentes tipos de suelos y condiciones medioambientales; esto la convierte en una materia prima alternativa como fuente proteica como energética en sus productos y subproductos, con la posibilidad de satisfacer las necesidades nutricionales de los cerdos en sus diferentes etapas productivas, convirtiéndose en una opción competitiva que garantice una eficacia a menor costo. De acuerdo a lo anterior, se considera la revisión literaria una herramienta para lograr determinar la viabilidad y eficacia de la yuca (*manihot esculenta*) en la implementación de las diferentes alternativas en la alimentación de cerdos, logrando así una alternativa viable para las unidades campesinas.

### **La yuca en la alimentación en cerdos.**

Al revisar la literatura sobre las alternativas de la yuca (*manihot esculenta*) para la alimentación de cerdos encontramos que posee diferentes formas de emplearla con éxito, además que se obtienen grandes beneficios en los sistemas porcícolas, también logramos contribuir a la disminución del impacto ambiental, dado que podemos emplear los subproductos con mucha facilidad en la alimentación mejorando significativamente los aportes nutricionales de la dieta suministrada al cerdo en sus diferentes etapas fisiológicas del cerdo.

De acuerdo a lo anterior y para dar desarrollo al capítulo II del presente trabajo, se realizará la revisión literaria de artículos científicos y documentos respectivos relacionados a las diferentes formas de uso de productos y subproductos de la yuca (*manihot esculenta*) como alternativa sostenible en la alimentación porcina.

### **Formas de implementación de la yuca (*manihot esculenta*) en la alimentación porcina**

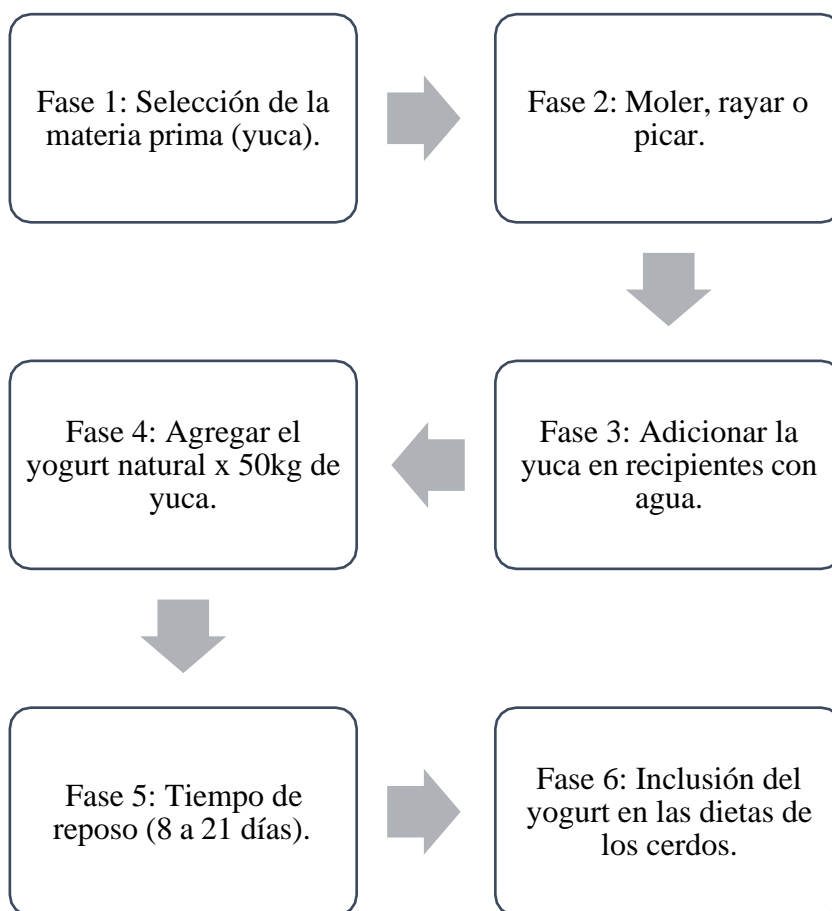
El uso en porcinos de la yuca (*manihot esculenta*), como fuente alimentación es una alternativa implementada en los países en vías de desarrollo, en los cuales se ocupa principalmente al sector agropecuario en términos de distribución socioeconómica y fundamentalmente para la seguridad alimentaria en la población rural. En diversos estudios realizados se ha encontrado la utilización de la yuca y sus derivados como fuente importante para la alimentación animal, confirmando que la yuca fresca molida puede ser una fuente principal energética en cerdos en ceba, el uso de la harina de yuca como fuente de energía puede ser una alternativa en la sustitución total de cereales en las dietas para cerdos en las etapas de crecimiento y ceba. En los usos de la yuca se encuentra el ensilado de yuca, el cual es el más común dentro de la alimentación animal, a este se le denomina popularmente “yogurt de yuca” en Cuba, el cual puede sustituir hasta en un 50% la miel de caña de azúcar. (Almaguel, A. E, 2020).

## Ensilaje de yuca

El ensilado o ensilaje de yuca es un procedimiento usado para conservar el valor nutricional de los productos derivados de forrajes, las plantas contienen bacterias productoras de ácido láctico, el proceso de fermentación del ensilaje ocurre naturalmente bajo condiciones anaeróbicas por el ácido producido por las plantas, haciendo que haya una disminución del pH a un nivel en el cual las bacterias no pueden mantenerse con vida. (Miranda- Yuquilema et al., 2014).

### Figura 1.

*Elaboración del ensilado de yuca.*



Fuente: (Morales- Saltos, J. M, 2022, pág. 10).

En un estudio que se desarrolló en un sistema de producción porcina en la provincia de la Habana, Cuba perteneciente al sector campesino y cooperativo. Se usaron raíces de yuca fresca, residuos de pescado, harina de maíz y yogurt comercial con diferentes niveles de incorporación en las dietas, empleando 100 cerdos castrados y hembras en proporción 1:1 de cruce comercial Yorkshire y Landrace x CC21 de 50 días de edad con peso vivo de 22,7kg. En el tiempo de duración del proceso, se usaron los productos de los recipientes que estuvieron en un lugar fuera de contaminación y el consumo de alimento se controló diariamente. Al iniciar el ensayo la cantidad que le brindaron a los cerdos fue de 500 y 700g de miel/cerdo/día.

Cada uno de los tratamientos estuvo representado por un tipo de dieta y cada replica por un corral con capacidad para 10 animales. Los animales se pesaron al inicio y al final de la prueba y dispusieron de agua las 24 horas. Los tratamientos fueron los siguientes: Tratamiento I; núcleo proteico, vitaminas y minerales (NUPRO- VIM 75) en dietas de miel B de caña de azúcar (Miel B). Tratamiento II; ensilado de yuca enriquecido con residuos de pescado (EYE) como fuentes de energía.

Las dietas suministradas a los cerdos fue según la escala que garantizara el consumo promedio diario de 312g de proteína/animal, teniendo en cuenta las tablas del NRC para las etapas de crecimiento-engorda. El núcleo proteico y minero vitamínico fue ofrecido en las horas de la mañana para que consumieran las cantidades de proteína, vitaminas y minerales requeridas en un máximo de 4 horas. Las medidas de rasgos en cuanto al comportamiento se hicieron mediante el modelo matemático simple para después aplicar el análisis de varianza.

**Tabla 14.**

*Resultado del ensilaje de raíces de Yuca alternativa para la alimentación de cerdos.*

Parámetros	Unidad	NuProvim 75	
		Tratamientos	
		T1	T2
Peso inicial	Kg	22.71	22.68
Peso final	Kg	99.78	101.06
Ganancia total	Kg	77.07	78.38
Ganancia diaria	Kg/día	0.802	0.816
Conversión alimentaria	Kg/Kg	2.36	2.60

Fuente: Adaptado de Almaguel, R. E, Cruz, E y Ly, J, (2018).

Como resultado se encuentra que los animales no presentaron muerte, aunque se presentaron animales con alteraciones gastrointestinales leves al momento del inicio del ensayo en los tratamientos realizados, pero poco a poco se fueron adaptando a las dietas. El ensilado de raíces de yuca puede ser una buena fuente de alimentación, de la cual se puede hacer aprovechamiento en la especie porcina, sin embargo, para que los animales hagan buena asimilación del producto este, debe estar suplementado con las fuentes de proteínas, vitaminas y minerales requeridas en las etapas propuestas. (Almaguel, R. E, Cruz, E y Ly, J, 2018).

En otros estudios realizados en el sector de suinicultura de la Universidad Paulista (UNESP), Finca Lageado, Botucatu-SP en Brasil, en los cuales se buscaba comparar la raíz de

yuca ensilada con agua y yogurt como única fuente de energía, siendo suplementada con soya, vitaminas y minerales, con la dieta clásica a base de maíz y soya, por otro lado, en este estudio se buscó comparar la raíz de yuca ensilada con la vinaza de las destilerías de alcohol, más la suplementación con torta de soya, vitaminas y minerales. (Lezcano- Perdigón, P et al, 2014).

En el primer experimento se usó la yuca con cáscara molida en tanques plásticos de 220 litros, se adicionó agua y yogurt natural (T1) de un litro por cada 50kg de yuca ensilada, después de 7 días de procesada se realizó la inclusión en la dieta a los cerdos. Este experimento se realizó en la fase de crecimiento de 25 a 60kg de peso vivo en una duración de 42 días. Se utilizaron 16 cerdos mestizos de 25kg de pesos de las razas Yorkshire x Landrace, 8 machos castrados y 8 hembras. En este experimento se realizaron 8 repeticiones por tratamiento. (Lezcano- Perdigón, P et al, 2014).

**Tabla 15.**

*Resultado del uso de la yuca ensilada con agua y yogurt como base energética en cerdos en crecimiento.*

Parámetros	Unidad	Tratamientos	
		T0	T1
Peso inicial	Kg	25.36	26.01
Peso final	Kg	61.24	60.74
Ganancia diaria	Kg/día	0.850	0.827
Conversión alimentaria	Kg/Kg	2.36	2.60

Fuente: Lezcano- Perdigón, P et al, 2014.

Para el segundo experimento se emplearon las mismas dietas la única diferencia que el líquido para ensilar fue la vinaza de las destilerías de alcohol (T2). La escala de alimentación fue de acuerdo a las exigencias nutricionales de los animales. Los animales se pesaron individualmente cada 14 días y los índices productivos a evaluaron fueron: ganancia media diaria (g) y la conversión alimenticia (kgMs/Kg aumento). (Lezcano- Perdigón, P et al, 2014).

**Tabla 16.**

*Resultado del uso de la yuca ensilada con vinaza base energética en cerdos en crecimiento*

Parámetros	Unidad	Tratamientos	
		T0	T2
Peso inicial	Kg	21.80	22.00
Peso final	Kg	58.80	57.20
Ganancia diaria	Kg/día	0.833	0.837
Conversión alimentaria	Kg/Kg	2.45	2.50

Fuente: Lezcano- Perdigón, P et al (2014).

En ambos estudios no se presentaron muertes ni ningún tipo de anomalía en los animales que se usaron para realizar la evaluación donde finalmente presentaron buen estado en la salud, los indicadores de comportamiento en el peso inicial y final, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia para la prueba se encontró que no presentan diferencias significativas, por lo tanto se

puede decir que la yuca en forma de ensilaje puede sustituir de forma parcial la energía del maíz en cerdos en la etapa de crecimiento. (Lezcano- Perdígón, P et al, 2014).

Otra investigación en el Sector Tranqui piedra de la Parroquia Canuto del Cantón Chone, Ecuador, se realizó el estudio buscando disminuir la utilización de granos y cereales convencionales haciendo uso de recursos locales sustituyendo el 20, 30 y 40% del maíz y balanceado por ensilado de yuca. En el estudio las evaluaciones fueron isoproteicas e isoenergéticas, haciendo uso también de pasta de soya esto con el fin de tener resultados de los análisis bromatológicos con el ensilado de yuca en etapa de ceba después de 13 días de fermentación. Las variables a evaluar fueron, la composición bromatológica del ensilado de yuca, determinando la acidez, el pH y los grados Brix, consumo de alimento diario, evaluación de costos, ganancia diaria de peso y grasa en el longísimo dorso. (Reina- Rivas J. J et al 2022).

Para el estudio se realizaron 4 tratamientos y cinco replicas para cada uno. Los tratamientos fueron TC 0, TY 1, TY 2 y TY 3, en inicio de ceba desde los 25 a 70kg con un núcleo proteico% de 40. Y para final de ceba se emplearon los mismos tratamientos, desde 71 hasta 100kg con un nivel de inclusión del 30%. Los cerdos destinados a la evaluación se identificaron previamente y se pusieron en corrales, los cuales pasaron por un proceso de adaptación de 7 días a partir de los 22 kg de peso vivo promedio. La alimentación se realizó a voluntad diariamente, el suministro de agua se realizó a voluntad, el consumo se controló mediante medidores para pesar los alimentos sobrantes y el peso se realizó cada día. (Reina- Rivas J. J et al, 2022).

**Tabla 17.***Resultado del uso de la yuca ensilada con vinaza base energética en cerdos en crecimiento*

Parámetros	Unidad	Tratamientos			
		T0	T1	T2	T3
Consumo diario	Kg/día	2.298	2.337	2.398	2.454
Peso etapa inicial	Kg	25.66	25.48	25.61	25.50
Peso etapa crecimiento	Kg	72.54	70.14	69.49	67.90
Peso etapa ceba	Kg	102.60	101.66	101.42	100.52
Aumento diario	Kg/día	0.9160	0.9069	0.9025	0.8931
Conversión alimentaria	Kg/Kg	2.51	2.58	2.66	2.75
Espesor grasa dorsal	mm	17.6	16.4	11.0	8.4
Costo conversión	USD	1.29	1.26	1.25	1.24
crecimiento-ceba					
Costo conversión	USD	1.68	1.43	1.46	1.37
final-ceba					
Costo conversión	USD	1.45	1.33	1.34	1.29
toda ceba					

---

Fuente: Adaptado de Reina- Rivas J. J et al 2022, pág. 4-7.

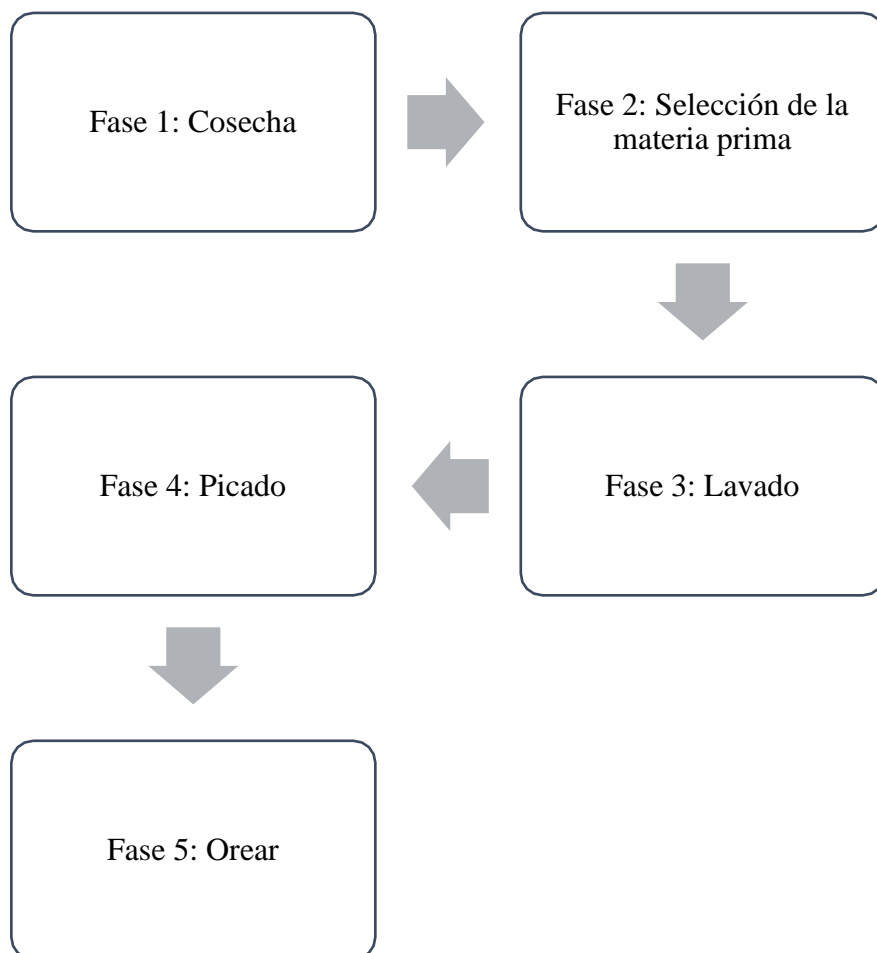
En cuanto a los resultados, los animales no sufrieron de ningún tipo de enfermedades y tampoco hubo muertes, el aumento promedio diario de los animales en el estudio no se apreciaron diferencias significativas entre los tratamientos, en la conversión alimenticia indica que existieron diferencias en los tratamientos TC0 frente al TY3, el TY1 y TY2 no tuvieron diferencias significativas con los tratamientos frente a los tratamientos TC0 Y TC3, en la etapa final de ceba, durante el periodo no existieron diferencias significativas, aunque las conversiones fueron mayores que en la primera etapa, influido por una disminución en el núcleo ampliándose la relación energía- proteína. (Reina- Rivas J. J et al, 2022).

La inclusión de ensilado de yuca por medio de procesos fermentativos es favorable ya que hay reducción en el ácido cianhídrico resultando no dañino en ninguna de las especies animales, por otro lado, como resultado del estudio anterior, se considera la yuca como una buena fuente de alimentación pues influye en la disminución de costos de producción, siendo capaz de sustituir al maíz como fuente de energía en la especie porcina. (Reina- Rivas J. J et al 2022).

## Raíces de yuca fresca

**Figura 2.**

*Obtención de raíces de yuca*



Fuente: elaboración propia

La inclusión de la yuca debe pasar por un proceso de picado con machetes, pica-pasto o máquinas picadoras de yuca para permitir la volatilización del ácido cianhídrico. La yuca debe ser previamente oreada con 12 horas en este caso.

En experimentos realizados en la Facultad de Ciencias Veterinarias de Corrientes en Argentina, orientados a evaluar el rendimiento productivo de los animales en variables

específicas tales como ingesta de alimento, ganancia diaria de peso vivo y conversión alimenticia, realizadas desde la incorporación de raíz de mandioca en dieta de cerdos como alternativa sustituta al maíz, en el experimento se utilizaron 12 cerdos castrados en etapa de crecimiento los cuales presentaron un peso inicial de  $14\pm 3$ kg. (Koslowski H. A et al ,2017)

El proceso de la incorporación de la yuca se realizó después de lavar y picar las yucas en un tamaño de 1cm para pasarlas por una trituradora de forrajes, para así tener un producto pastoso con contenido de humedad, el ensayo como tal se basó en dar raciones balanceadas con diferentes niveles para la sustitución de maíz por yuca. Para llevar a cabo el experimento se alojaron a los cerdos en jaulas de forma individual donde se alimentaban con la dieta base (maíz molido) y el producto (yuca). El experimento consta de 3 niveles de inclusión las cuales son las siguientes; dieta base, dieta 33%, dieta 66% y dieta 100%. (Koslowski H. A et al ,2017)

Los tratamientos se asignaron de forma aleatoria en 3 repeticiones por 28 días con 7 días de adaptación las dietas y la metodología y 21 días de medición. El alimento se suministraba dos veces al día a las 8am y 4pm en este estudio el alimento que se rechazó por parte de los animales fue recogido y pesado para determinar el consumo. El control se realizó de forma diaria donde se analizaron factores como palatabilidad y consumo ofertado (de *visu*), evaluación del estado general, vivacidad, apetito, micción, defecación, aspectos del pelo, la piel y las mucosas. En cuanto al peso corporal, se realizó la evaluación semanalmente con una pesa con capacidad de 150kg. (Koslowski H. A et al, 2017)

**Tabla 18.**

*Resultado de la incorporación de raíz de mandioca (manihot esculenta) en la dieta de cerdos y su efecto sobre variables productivas.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Parámetros</b>		
	<b>Consumo</b>	<b>GDPV</b>	<b>Conversión</b>
Tratamiento 0 (Dieta Base)	1.63	0.42	3.91
Tratamiento 1 (Inclusión del 33%)	1.56	0.40	3.90
Tratamiento 2 (Inclusión del 66%)	1.53	0.39	3.93
Tratamiento 3 (Inclusión del 100%)	1.44	0.36	4.02

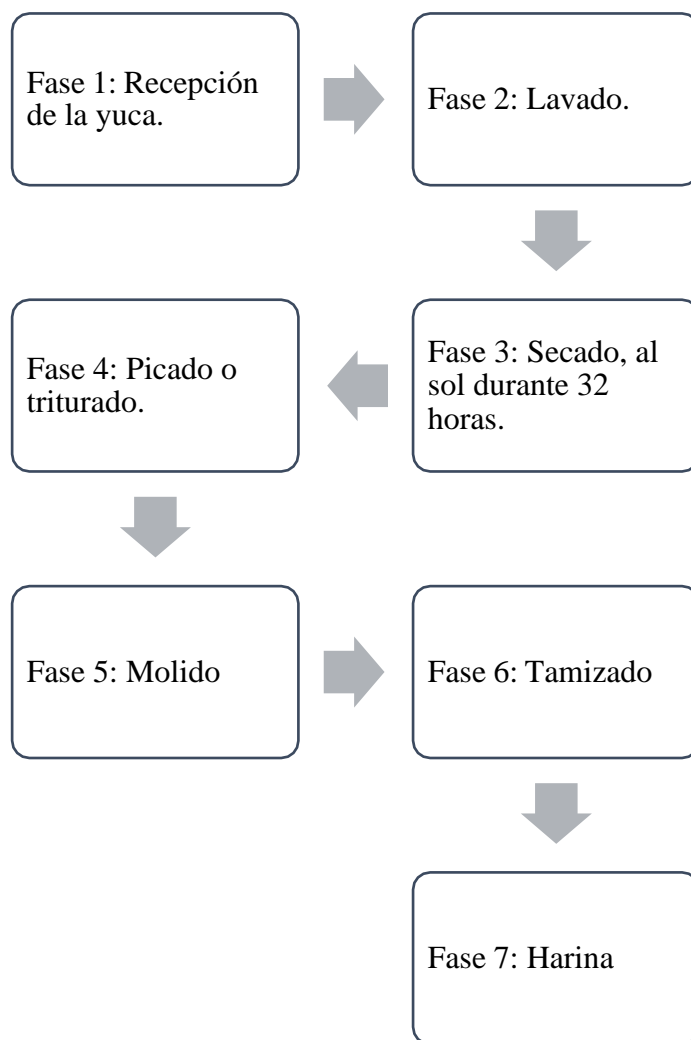
Fuente: Adaptado de Koslowski H. A et al, (2017).

En este estudio las variables a investigar fueron el consumo de alimento y la ganancia diaria de peso en las cuales no se presentaron diferencias significativas en la dieta base y las dietas alternativas de 33% y 66%, en la dieta con 100% de raíz de mandioca si fue diferente frente a las demás. La inclusión de raíces de yuca puede ser una alternativa factible en la alimentación de cerdos, pues hay aceptabilidad por parte de los animales. En cuanto a la conversión alimenticia en ninguno de los tratamientos se encontraron diferencias significativas, en el tratamiento que se incluyó el 100% de raíces como sustituto del maíz fue coincidió con una conversión menos eficiente. (Koslowski H. A et al ,2017).

## Harina de follaje y de raíces de yuca

**Figura 3.**

*Elaboración de la harina de yuca.*



Fuente: (Yam- Chalé, E. C y Olivo- Pérez, A. M, 2014).

En estudios realizados en la finca “La Unión”, ubicada en el Polígono de Suelos del municipio Las Tunas en Cuba, se evaluó la incorporación de harina de yuca en cerdos que correspondían a los ciclos productivos desde el destete de las crías hasta finalizar la ceba, en el cual se utilizó un diseño totalmente aleatorizado con una muestra de más de 100 animales. En

este estudio se buscó reemplazar de forma total al maíz realizando la evaluación a índices productivos los cuales fueron consumo de alimento (kg), peso inicial (kg), peso final (kg), conversión alimenticia, ganancia media diaria (g) y la eficiencia de conversión global. (Chávez-Suárez, A y Burgueño-Quevedo, B. 2018).

En este estudio, se realizó la inclusión por etapas, en la etapa de destete se incluyó la yuca fresca, en forma molida y en forma de crema, además este se mezclaba con el balanceado de inicio para facilitar el consumo en los lechones, el suministro fue a partir de 7 días de vida hasta los 33 días. En las fases de pre ceba y ceba se incluyó la yuca en raciones del 30 y 40% en este caso se suministraba la harina de yuca y se mezclaba con otros alimentos en el día, el suministro de la harina de yuca se brindó de acuerdo a los requerimientos de las etapas, es decir en pre ceba se suministró 0,690 kg y 2,46 kg de alimento por día. (Chávez-Suárez, A y Burgueño-Quevedo, B. 2018).

**Tabla 19.**

*Resultado de la incorporación de raíz de mandioca (manihot esculenta) en la dieta de cerdos y su efecto sobre las variables productivas.*

<b>Crías</b>	<b>Peso al nacer (kg)</b>	<b>Peso a los 15 días (Kg)</b>	<b>Aumento de peso de las crías (Kg)</b>	<b>Ganancia diaria (g)</b>	<b>Peso al destete (kg)</b>
1	1.06	3.22	7.02	212.82	8.08
2	1.13	3.33	6.94	210.18	8.06
3	1.14	3.24	6.89	208.89	8.03

---

4	1.01	6.05	6.64	201.26	7.65
5	1.06	3.24	6.38	193.28	7.43
6	1.15	3.27	6.72	207.13	7.99
7	1.07	3.43	6.86	203.62	7.79
8	1.03	3.39	7.02	207.86	7.89
9	1.02	3.54	6.96	212.6	8.03
10	1.07	3.37	6.83	210.96	8.03

---

Fuente: Chávez-Suárez, A y Burgueño-Quevedo, B, 2018. pág.

En la etapa de cría no existieron diferencias significativas entre el peso inicial y los 15 días de vida, el aumento del peso en la etapa, la ganancia media diaria y el peso al destete si existieron diferencias en los resultados, sin embargo, dichos valores solo se observan en algunas reproductoras. Por otro lado, los resultados para la etapa de pre ceba, hay una diferencia de solo 1,02g de peso entre el menor y mayor media obtenida, es decir cerca de 30g de diferencia en relación a la ganancia media diaria en dicha etapa, finalmente para la etapa de ceba la conversión alimenticia mostró un resultado superior respecto a la cantidad de alimento utilizado. (Chávez-Suárez, A y Burgueño-Quevedo, B, 2018).

Un estudio realizado en el Centro de Desarrollo Tecnológico (CDT) en Nicaragua, ubicado en el municipio de Nueva Guinea, en el cual se incorporó la harina de raíz y harina de follaje de yuca para precisar el efecto observado sobre el comportamiento productivo y la morfometría gastrointestinal en cerdos en etapa de desarrollo, en la elaboración de la harina de yuca se escogieron productos de 8 meses de edad. Las dietas resultantes contenían 10% de

inclusión de harina de raíz de yuca además de 15% y 25% de incorporación de harina de follaje de yuca, las cuales fueron dietas isoenergéticas e isoproteicas en comparación con un concentrado comercial para los cerdos en desarrollo. (Aguilar- Martínez, R. J, 2017).

En el estudio se utilizó un diseño experimental completamente al azar el cual estuvo conformado por 3 tratamientos y con cinco repeticiones en cada tratamiento. Se utilizaron 15 cerdos, criollos x Yorkshire machos castrados de  $120 \pm 10$  días de edad promedio y un peso vivo de  $27,91 \pm 2.94$ kg. Los tratamientos que se realizaron fueron los siguientes: T1; en este se utilizó un concentrado para cerdos en desarrollo. T2; se utilizó un alimento alternativo que contenía 15% de harina de follaje (hoja + peciolo) de yuca de yuca y harina de raíz de yuca al 10%. En el T3, se utilizó un alimento artesanal que contenía 25% de harina de follaje de yuca y 10% de harina de raíz de yuca, los tratamientos 2 y 3 fueron isoenergéticos e isoproteicos en relación al tratamiento 1. (Aguilar- Martínez, R. J, 2017).

**Tabla 20.**

*Resultado de la 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 trato gastrointestinal.*

Parámetros	Unidad	Tratamientos		
		Tratamiento1	Tratamiento2	Tratamiento3
Consumo de alimento	Kg/día	1.644	1.654	1.648
Peso final	Kg	69.55	65.00	61.36

Ganancia Peso	Kg/día	0.422	0.340	0.290
Conversión de alimento	Kg/Kg	4.09	4.62	6.12
Canal completa	Kg	49.9	42.5	40.8
Precio de alimento	USD/Kg	0.57	0.42	0.36
Espesor de la Grasa Glúteo Medio	cm	1.3	1.0	1.0

---

Fuente: Adaptado de Aguilar- Martínez, R. J, 2017. pág. 13-20.

En la etapa de desarrollo al emplear la harina de raíces y de follaje, se encontró que, en el efecto del comportamiento productivo, hay disminución en la fibra de la concentración energética por la fermentación en el intestino grueso, por otro lado, en el peso final se encontraron diferencias significativas en los tratamientos 1 y 3, en los tratamientos 2 y 1 no se encontraron diferencias significativas. La fibra presente en la dieta puede disminuir la concentración energética de la misma, pues la energía procedente de la fermentación en el intestino grueso se emplea con menor eficiencia que la obtenida por la digestión enzimática en las dietas en intestino delgado. Por otro lado, en la ganancia de peso diaria en el tratamiento 2 no se encontraron diferencias frente al tratamiento 1 y 3. En comparación al tratamiento 1 y el 3 si se encontraron diferencias significativas. Al utilizar la raíz de yuca y el follaje deshidratado de yuca se puede hacer una reducción de costos de producción. (Aguilar- Martínez, R. J, 2017).

Otro estudio realizado en la unidad porcina de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey en Matanzas, Cuba. El objetivo de la investigación fue evaluar el impacto

en una dieta no convencional, con diferentes harinas, incluida la harina de yuca (*manihot esculenta*) como fuente energética, para el estudio se utilizaron en total 24 cerdos de un cruce comercial hembras y machos castrados con 75 días de edad al inicio del experimento y un peso vivo promedio de  $23,95 \pm 0,88$ kg. Los tratamientos se realizaron por medio de un diseño totalmente aleatorizado con dos tratamientos; Tratamiento 1 (control), con concentrado comercial al 100%; Tratamiento 2 (dieta no convencional), con concentrado basado en harinas de soya, morera, sorgo y yuca. (Contino- Esquijerosa, Y. et al, 2017).

El método de alimentación fue restringido brindado dos veces al día durante toda la crianza, los cerdos fueron pesados cada 14 días hasta la finalización del experimento. Se calculó el consumo de alimentos a partir del pesaje de la oferta y rechazo. Los indicadores productivos a evaluar fueron peso vivo inicial (kg), peso vivo final (kg), incremento de peso vivo (kg), consumo (kg/día) y ganancia media diaria (kg/animal día).

**Tabla 21.**

*Resultado de la evaluación del comportamiento productivo en cerdos en crecimiento alimentados con una dieta no convencional.*

Parámetros	Unidad	Tratamientos	
		T1	T2
Peso inicial	Kg	23.33	24.58
Peso final	Kg	96.91	96.64
Ganancia diaria	g/día	0.669	0.656

Consumo de alimento	Kg	262.3	266.8
Conversión alimentaria	Kg/Kg	3.56	3.70

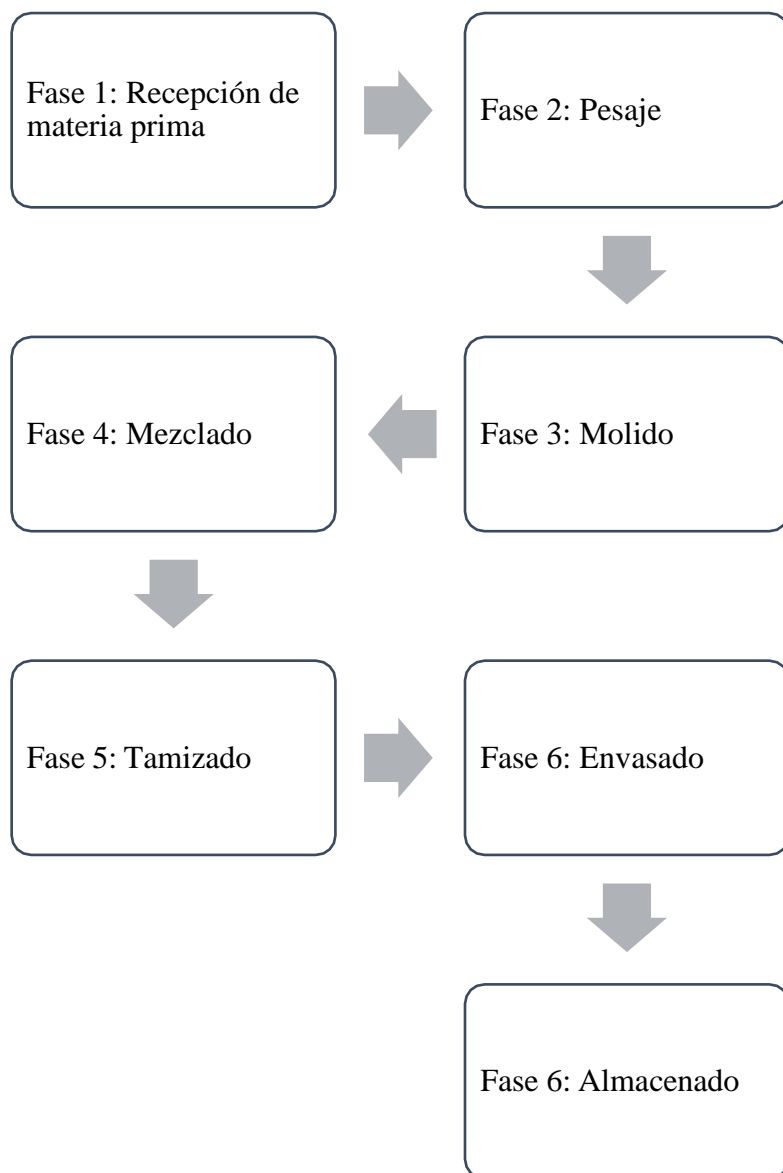
Fuente: Contino- Esquijerosa, Y. et al, 2017. pág. 155.

En los resultados no se evidenciaron diferencias significativas en los tratamientos en los indicadores que se evaluaron, la ganancia diaria está dentro del rango estipulado para la etapa, la conversión alimentaria no supero los 3,5kg de concentrado y muestra que el consumo voluntario fue similar en las dietas, pese a que en el tratamiento 2 se incluyó harina de morera en un 14% de la ración. En cuanto a los resultados sobre la inclusión de la yuca dentro de la dieta, el consumo total para los tratamientos 1 y 2, fue de 3 147,5 y 3 201,3 kg, en estos se incluyó tanto harina de sorgo en un 64,44% y harina de yuca en un 5,8%, siendo más de 2,2 toneladas de las harinas, dando esto como resultado de que se puede hacer un ahorro en el concentrado convencional. (Contino- Esquijerosa, Y. et al, 2017).

## Harina de cáscara de yuca

**Figura 4.**

*Elaboración de harina cáscara de yuca.*



Fuente: (Romero-Naranjo, N. F, 2021, pág. 62).

En un trabajo de investigación realizada en la Universidad Agraria del Ecuador, en la cual se la elaboraron dos harinas a partir de cáscaras de yuca (*Manihot esculenta*) y papa

(*Solanum tuberosum L.*) para la formulación de un alimento balanceado para cerdos en etapa de crecimiento en la cual se usaron 12 cerdos de raza Landrace con un peso inicial de 25 a 30kg, la inclusión de la harina de cáscaras de yuca, la papa y alimentos fue suministrada en base a una alimentación *ad libitum* y agua durante 30 días. En la investigación se realizaron cuatro tratamientos distribuidos de la siguiente manera; T0= 100% balanceado comercial, T1=25% de inclusión de cáscara de yuca y 0% de harina de cáscara de papa, T2= 0% de inclusión de harina de cáscara de yuca y 25% de harina de cáscara de papa y T3= 10% de inclusión de cáscara de yuca y 15% de cáscara de papa. (Romero-Naranjo, N. F, 2021).

Como suplemento en este estudio de forma constante se utilizaron otros productos como maíz, harina de pescado, polvillo de arroz, pasta de soya, sal, aceite de palma, carbonato de calcio, harina de concha y lecitina de soya con ciertos niveles de inclusión en todos los tratamientos ya que no se encontraban considerables en las variables del estudio. La técnica utilizada para la obtención del peso se realizó mediante un dinamómetro portátil y los animales se pesaron cada semana. La metodología de análisis de bromatología se realizó a través del mejor tratamiento evaluado que cumplió con el índice de ganancia de peso de los porcinos. (Romero-Naranjo, N. F, 2021, pág. 70).

**Tabla 22.**

*Resultado de la elaboración de dos harinas a partir de cáscaras de yuca (manihot esculenta Crantz) y papa (Solanum tuberosum l.) en la formulación de un alimento balanceado para porcinos en etapa de crecimiento.*

Parámetros	Unidad	Tratamientos
------------	--------	--------------

		<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
Peso inicial	Kg	25.4	25.5	24.9	25.2
Peso final	Kg	49.42	45.78	47.78	49.42
Incremento de peso	Kg	24.00	20.4	22.8	24.1
Talla inicial	cm	49.33	47.67	52.00	49.33
Talla final	cm	85.33	79.00	82.00	85.33
Incremento de talla	cm	36.00	31.33	30.00	36.00

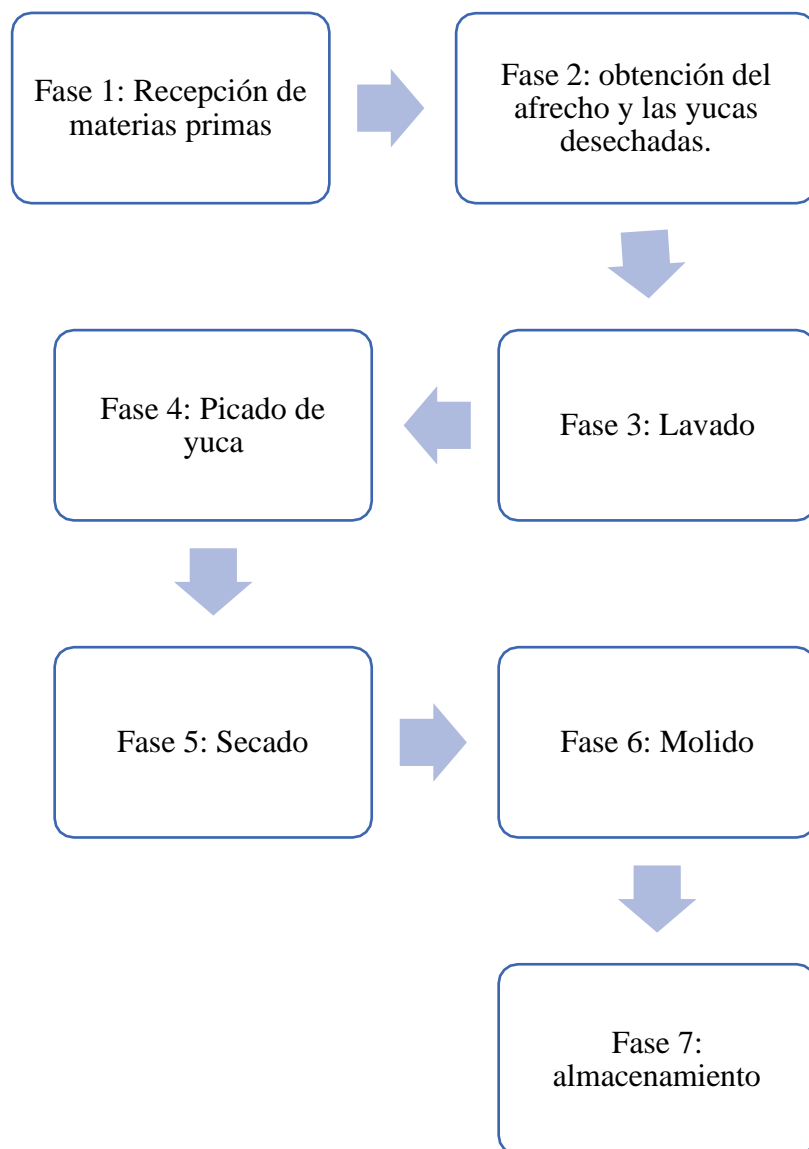
Fuente: Adaptado de Romero-Naranjo, N. F, 2021, pág. 74-77.

La respuesta de la alimentación alternativa con harina de cáscara de yuca en cerdos en el primer tratamiento hubo incremento en el peso para la primera semana, en la segunda semana el incremento se mantuvo hasta la última semana. Para la semana dos, hubo un aumento con el tratamiento 2, partiendo con un peso inicial de 25.45kg con un aumento de 47.77kg. La muestra del tratamiento 3 inició con un peso de 25.35kg y finalizó con 49.15kg, en cuanto al tratamiento testigo se inició con un peso de 25.80kg finalmente se tuvo un total de 50.16kg. (Romero-Naranjo, N. F, 2021, pág. 70).

## Afrecho de yuca

**Figura 5.**

*Obtención de afrecho de yuca*



Fuente: propia

Este subproducto se obtiene por medio del proceso de industrialización y es utilizado como aporte de fuente energética y de fibra, la calidad del afrecho tiene cierta variación en su

contenido de energía y fibra por el proceso de industrialización mediante la obtención del almidón y extracción de fécula. En la extracción del afrecho, los factores que influyen en la calidad es la cantidad de agua utilizada durante el procesamiento. El contenido de humedad en el procesamiento tiende a afectar los componentes nutricionales, principalmente en la concentración de fécula y los contenidos nutricionales. (Añazco- Quispe. F, 2018, pág. 24).

**Tabla 23.**

*Contenido de nutrientes del afrecho de yuca (manihot esculenta).*

<b>Parámetros</b>	<b>Contenido</b>
Materia seca	80-85%
Almidón	60-70%
Fibra Bruta	12-14%
Humedad	15-20%

Fuente: Adaptado de: Romero de Armas, R. Alcívar- Acosta. E y Alpizar- Muni. J. (2017) p55.

En un estudio realizado en el laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira se determinó la degradabilidad y en la Facultad de Ciencias Zootécnicas en la Universidad Técnica de Manabí se evaluó el comportamiento productivo, este estudio tuvo como objetivo determinar la digestibilidad *in vitro* del afrecho de yuca, buscando sustituir totalmente al maíz en la alimentación de cerdos en las etapas de crecimiento y ceba. (Romero de Armas, R. Alcívar- Acosta. E y Alpizar- Muni. J, 2017).

Los indicadores a evaluar en las etapas de crecimiento y ceba fueron el consumo de alimento, ganancia de peso y la conversión alimenticia. La evaluación del comportamiento en la etapa de crecimiento duro 49 días y en ceba 62 días haciendo un total de 111 días, se utilizaron 16 cerdos, 8 hembras y 8 machos castrados del cruce Pietrain con Polanchina de 40 días de edad, peso vivo promedio de 13 kg, la inclusión del afrecho de yuca en sustitución total del maíz se realizó en 10, 20 y 30% la materia prima proteica fue un compuesto comercial formulado para realizar la mezcla con el maíz para balancear en la etapa productiva del cerdo. (Romero de Armas, R. Alcívar- Acosta. E y Alpizar- Muni. J, 2017).

**Tabla 24.**

*Resultado del uso del afrecho de yuca como sustituto parcial del maíz en la alimentación de cerdos de engorde*

Parámetros	Unidad	Tratamientos			
		T0	T1	T2	T3
Consumo en crecimiento	Kg	78.64	75.46	76.46	72.11
Consumo en ceba	Kg	124.64	125.56	123.89	119.88
Incremento de peso en crecimiento	Kg	39.20	36.98	36.45	35.38
Incremento de peso en ceba	Kg	35.95	36.23	37.10	36.45
Conversión en crecimiento	Kg/Kg	2.01	2.04	2.11	2.04

Conversión en ceiba	Kg/Kg	3.48	3.45	3.36	3.31
Precio Kg	USD	0.55	0.54	0.53	0.52
Costo total/conversión Kg/Kg	USD	1.11	1.10	1.11	1.06

Fuente: Adoptado de Romero de Armas, R. Alcívar- Acosta. E y Alpizar- Muni. J, 2017. pág. 58

En la implementación de afrecho de yuca para las etapas de crecimiento y ceiba se encontró como resultados que para la etapa de crecimiento el consumo, el peso vivo y la conversión alimenticia no mostró diferencias significativas en los tratamientos y el tratamiento control. En cuanto al consumo, incremento de peso y conversión por etapas y la conversión total no tuvo diferencias entre sexos. (Romero de Armas, R. Alcívar- Acosta. E y Alpizar- Muni. J, 2017).

### Tabla 25.

#### *Análisis de resultados*

Formas de implementación de la yuca	Autor	Ganancia diaria de peso (Kg/día)			
		T0	T1	T2	T3
Ensilaje de yuca	Almaguel, R. E, Cruz, E y Ly, J	0.802	0.816	-	-
	Lezcano- Perdigón, P et al.	0.850	0.823	-	-
		0.833	0.837	-	-

	Reina- Rivas J. J et al	0.916	0.907	0.902	0.893
Raíces de yuca fresca	Koslowski H. A et al	0.420	0.400	0.390	0.360
Harina de follaje y de raíces de yuca	Chávez-Suárez, A y	-	0.393	-	-
	Burgueño-Quevedo,				
	Aguilar- Martínez, R. J	0.422	0.340	0.291	-
	Contino- Esquijerosa, Y. et al.	0.669	0.659	-	-
Harina de cáscara de yuca	Romero-Naranjo, N. F	0.857	0.728	0.814	0.861
Afrecho de yuca	Romero de Armas, R.	0.677	0.659	0.668	0.647
	Alcívar- Acosta. E y				
	Alpizar- Muni.				

---

Fuente: propia

Durante la investigación se encontraron alrededor de veinticinco artículos científicos relacionados al tema propuesto “La yuca (*Manihot esculenta*) como alternativa sostenible en porcinos”, donde se descartaron dieciséis artículos los cuales no cumplían con lo solicitado en cuanto a fechas de publicación., los nueve documentos restantes de repositorios y artículos elegidos y mencionados cubren con los parámetros del uso de la yuca en la alimentación porcina, tiempo de actualización y el contenido requerido.

## Conclusiones

La anterior investigación realizada mediante la compilación de fuentes bibliográficas de repositorios, ensayos y estudios científicos presenta información sobre alternativas alimenticias en la especie porcina con la yuca (*manihot esculenta*) con la cual se deben tener en cuenta factores importantes al momento de implementarlas, pues es un producto agrícola que contienen factores anti nutricionales, entre los cuales están dos glucósidos cianogénicos (HCN): linamarina y latoaustralina, presentes en mayor proporción en la cáscara que de una u otra manera pueden repercutir en la salud de los animales. (Rivadeneira et al., 2017)

La nutrición y alimentación es uno de los factores más importantes en los sistemas productivos, pues de ello depende el desarrollo de los animales, promoviendo el crecimiento y bienestar en su ciclo de vida, así como también comprende la eficiencia y rentabilidad económica de la producción, es por ello es de suma importancia el conocer los requerimientos nutricionales y conocer todo lo relacionado con la alimentación para poder implementar programas alternativos que cubran de manera eficiente las necesidades nutricionales para cada una de las etapas fisiológicas.

En el desarrollo del trabajo sobre los efectos productivos y económicos en la alimentación porcina con el uso de yuca en forma de harina de raíces y de follaje, de raíces frescas, de harina de cáscara de yuca, de afrecho y ensilado de yuca, se encontró que los resultados varían dependiendo del estado fisiológico del cerdo y de los niveles de inclusión que se realicen en cada una de las dietas. La mayoría de los autores revisados concuerdan en que la planta de la yuca debe pasar por un proceso de deshidratación para disminuir su contenido en factores anti nutricionales como Ciano glucósidos y taninos, los cuales generan cianuro por hidrolisis que se encuentran en la yuca, siendo este el principal causante de la intoxicación en

porcinos. Asu vez, la yuca puede contribuir a la reducción de costos en los sistemas productivos siendo este un tubérculo que se adapta a las condiciones ambientales como sequía, humedad y también a suelos infértiles.

### **Recomendaciones**

En la producción porcina es factible el proponer el uso de la yuca como una alternativa nutricional que permita a productores la disminución de costos totales, por lo cual se recomienda continuar con estudios e investigaciones donde se utilicen productos no convencionales que se pueden encontrar en el territorio nacional, siendo favorecedores también para los animales.

En cerdos adultos se puede implementar la yuca en forma fresca, previo paso por el proceso de oreado realizado con 12 horas de anticipación para disminuir el ácido cianhídrico y así evitar en el animal intoxicaciones. El ensilado de yuca antes de ser implementado en la dieta debe ser suplementado de manera en que el producto no altere los índices productivos, ya que las raíces ensiladas suelen ser ricas en energía y deficientes en proteína, por lo cual se recomienda acompañarlas con un núcleo proteico con vitaminas y minerales, así logramos suplementar todos los requerimientos nutricionales del cerdo.

## Bibliografía

Agosto, M. A. (2018). Estudio del efecto de diferentes niveles nutricionales sobre el crecimiento y la calidad de la carne en cerdos y la eficiencia reproductiva en hembras de reposición. [Trabajo de grado, Universidad Nacional de la Plata, Facultad de Ciencias Veterinarias].

<https://doi.org/10.35537/10915/81146>

Aguiar, N. S et al (2019). Composición química de subproductos agroindustriales destinados para la alimentación de cerdos. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*.

<http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/subproductos-alimentacion-cerdos.pdf>

Aguilar- Brenes, E et al (2017). Manual del cultivo de yuca *Manihot esculenta Crantz*. INTA.

<http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10918.pdf>

Aguilar- Martínez, R. J (2017). Inclusión de harina de follaje y raíz de yuca (*Manihot esculenta crantz*) en desarrollo y su efecto sobre el comportamiento productivo y morfometría del trato gastrointestinal. [Maestría, Universidad Nacional Agraria Facultad de Ciencia Animal]

Repositorio UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/3533/1/tnl02a283i.pdf>

Almaguel, A. E (2020). Yuca como fuente de energía en la alimentación de cerdos en crecimiento-ceba. *Nutrición y alimentación*. <https://porcino.info/yuca-como-fuente-de-energia-en-la-alimentacion-del-cerdo/>

Almaguel, R. E, Cruz, E y Ly, J, (2018). Ensilado de raíces de yuca alternativa para la alimentación de cerdos.

<https://bmeditores.mx/porcicultura/ensilado-de-raices-de-yuca-alternativa-para-la-alimentacion-de-cerdos-1651/>

Ángel- González, J (2020). Revisión literaria – ventajas y desventajas de los sistemas “outdoor” sobre el bienestar de cerdas en gestación y lactancia. [Tesis de pregrado, facultad de medicina veterinaria, Universidad Antonio Nariño].

<http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/2693/1/2020JennyPaolaAngelGonzalez.pdf>

Añazco- Quispe. F (2018). Inclusión de subproducto de yuca (*Manihot esculenta crantz*) en dietas para gorrinos en crecimiento, en la provincia de Leoncio Prado-Región Huanuco. [Trabajo de grado, Universidad Nacional del Centro del Perú] Repositorio UNCP.

[https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6917/T010\\_47337871\\_T.pdf?sequence=1](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6917/T010_47337871_T.pdf?sequence=1)

Arbeláez, (2018). *Estimación de una función de costos en producción para el sector de la carne de cerdo: Un estudio para Colombia periodo 2016-2017*. [Trabajo de grado, Universidad del Valle] Repositorio Digital Univalle.

<https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/12199>

Balvoa- Tenelema. J. A (2020). Efecto de superdosis de fitasa sobre el desempeño productivo de cerdas reproductoras y su progenie durante la lactancia. [Trabajo de grado, Universidad de Cuenca].

<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/33811/1/trabajo%20de%20titulaci%C3%B3n.pdf>

Bernal, W. (2017). Efecto de la alimentación con harina de yuca (*Manihot sculenta*) y plátano (*Musa paradisiaca*) en crecimiento de gallinas ponedoras *Lohmann Brown*. *Revista RICBA*, 1(1), 53-59.

<https://www.researchgate.net/publication/321282460> Efecto de la alimentacion con harina de yuca *Manihot sculenta* y platanos *Musa paradisiaca* en crecimiento de gallinas ponedoras Lohmann Brown

Bolaños- Benavides, M (2020). Yuca (*Manihot esculenta crantz*). *Manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca*.

[http://investigacion.bogota.unal.edu.co/fileadmin/recursos/direcciones/investigacion\\_bogota/Manuales/02-manual-yuca-2020-EBOOK.pdf](http://investigacion.bogota.unal.edu.co/fileadmin/recursos/direcciones/investigacion_bogota/Manuales/02-manual-yuca-2020-EBOOK.pdf)

Campos-Granados, C. M y Arce-Vega, J. (2016). Sustitutos de maíz utilizados en la alimentación animal en Costa Rica. *Nutrición Animal Tropical*, 10(2), 91-113

<https://doi.org/10.15517/nat.v10i2.27327>

Chávez-Suárez, A y 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 Tunas. Cuba*.

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6299151.pdf>

Contino- Esquijerosa, Y. et al (2017). Evaluación del comportamiento productivo en cerdos en crecimiento alimentados con una dieta no convencional. *Pastos y forrajes, periodo 2017, volumen (40)*.

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03942017000200009](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942017000200009)

Cortez-Rogel, J. M (2021). Parámetros productivos del cerdo (*Sus scrofa domesticus*) en etapa de engorde empleando dos alternativas alimenticias locales. [Proyecto de investigación, Universidad Estatal del Sur de Manabí] Repositorio unesum. Pp 21-22.

<http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3214/1/JOMAYRA%20MARIANA%20ORTEZ%20%20ROGEL..%20Final%20con%20urkund.....pdf>

Fajardo López J. La economía porcícola colombiana 2010-2019. Rev Med Vet. 2020;(40).

<https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss40.1>

FAO (s.f.). Estudio 6.0 - Ensilaje de subproductos agrícolas como opción para los pequeños campesinos - Kayouli Chedly y Stephen Lee.

<https://www.fao.org/3/x8486s/x8486s08.htm>

Gaibor-León, C. A (2022). Respuesta morfológica del tracto gastro intestinal y órganos anexos en cerdos de engorde (*sus scrofa*) alimentados con dietas alternativas locales. [Tesis de pregrado, Universidad estatal del sur de Manabí].

<http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3676/1/Tesis%20Gaibor.pdf>

González- Urtecho, E., García-Castro, E, (2017). Caracterización del manejo zootécnico de la unidad de producción porcina en la finca Santa Rosa de la Universidad Nacional Agraria. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria].

<https://repositorio.una.edu.ni/3642/1/tnl01g643.pdf>

Guerrero- Mora. J. A (2021). Digestibilidad aparente en cerdos de engorde alimentados con dietas alternativas en la Parroquia Río chico del Cantón Portoviejo. [Trabajo de grado, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. Repositorio UNESUM.

<http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3370/1/Jonathan%20Guerrero%20TESIS%2025%20Terminada.pdf>

Hernández, E. y Ramírez, L. (2016). Evaluación de dos métodos de secado sobre la composición nutricional del heno de follaje de yuca (*Manihot esculenta Crantz*). Rev. Colomb. Investig. Agroindustriales, 3(1), 83-90.

<http://dx.doi.org/10.23850/24220582.420>

ICA. (2018). Censo pecuario nacional.

<https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018>

Koslowski H. A et al (2017). Incorporación de raíz de mandioca (*manihot sculenta*) en la dieta de cerdos y su efecto sobre variables productivas. *Revista veterinaria, volumen* (28), 122-124.

<http://www.scielo.org.ar/pdf/revet/v28n2/v28n2a06.pdf>

Lezcano- Perdígón, P et al (2014). Yuca ensilada como fuente de energía para cerdos en crecimiento. *Instituto de Ciencia Animal (ICA)*. 42-46.

<http://ww.ucol.mx/revaia/portal/pdf/2014/sept/3.pdf>

Lino- Coello, A. F (2022). Caracterización bromatológica de fuentes de alimentación no convencional empleadas en la producción de cerdos. [Trabajo de grado, Universidad Estatal del Sur de Manabí] Repositorio Unesum.

<http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2473/1/Tesis%20Andres%20Lino%20%202019%20%20lista%20EMPASTAR.pdf>

Marín, C. Mejía, C. Sánchez, S (2017). Impacto causado por las importaciones en el mercado porcino colombiano, a partir de la entrada vigencia del TLC con Estados Unidos. [Trabajo de grado, Institución Universitaria ESUMER]. Repositorio ESUMER.

<https://repositorio.esumer.edu.co/bitstream/esumer/2328/1/TLC%20Colombia-%20Esatdos%20Unidos%20%20en%20el%20mercado%20porcino..pdf>

Minagricultura (2019). *Cadena Cárnica Porcina*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

[Presentación de PowerPoint \(minagricultura.gov.co\)](#)

Miranda- Yuquilema et al., (2014). Ensilaje de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) con caupí (*Vigna unguiculata*) para la alimentación porcina. *REDVET*, vol (15).

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63632380007>

Morales- Saltos, J. M (2022). Aplicación de un sistema de alimentación a base de yogurt de yuca en cerdos en las etapas de crecimiento y engorde. [Trabajo de grado, Universidad Técnica de Babahoyo Facultad de Ciencias Agropecuarias].

<http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/11418/E-UTB-FACIAG-MVZ-000096.pdf?sequence=1>

Murcia-Vanina, N et al (2021). Principios básicos de nutrición porcina. *INTA*.

[https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/10136/INTA\\_CRLaPampa-SanLuis\\_EEAAnquil\\_Murci\\_VN\\_Principios\\_b%c3%a1sicos\\_de\\_nutrici%c3%b3n\\_porcina.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/10136/INTA_CRLaPampa-SanLuis_EEAAnquil_Murci_VN_Principios_b%c3%a1sicos_de_nutrici%c3%b3n_porcina.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Núñez-Torres, O. P (2017). Los costos de la alimentación en la producción pecuaria. *Scielo*, volumen (4). [Los costos de la alimentación en la producción pecuaria \(scielo.org.bo\)](#)

Palomo-Yagué, A (s.f.). Necesidades nutricionales para cerdos de engorde. *Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense Madrid. P 44*.

[https://www.cipa.com.co/wp-content/uploads/2019/11/Necesidades\\_nutricionales-del-cerdo.pdf](https://www.cipa.com.co/wp-content/uploads/2019/11/Necesidades_nutricionales-del-cerdo.pdf)

Pérez-Sánchez, N (2018). *Características generales y usos de la yuca (Manihot esculenta) en México* [Monografía, Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”] Repositorio Institucional UAAAN.

[K 65260 Pérez Sánchez Nelvis Alexander.pdf \(uaaan.mx\)](#)

Porkcolombia (2018). Guía de Mejores Técnicas Disponibles para el sector porcícola.

<https://www.porkcolombia.co/wp-content/uploads/2018/07/Guia-MTD-en-la-Porcicultura-de-Colombia.pdf>

Porkcolombia (2020). Análisis de la Economía Porcícola. *Revista Porkcolombia*.

<https://www.porkcolombia.co/wp-content/uploads/2020/05/ED-251-PORKCOLOMBIA-FINAL.pdf>

Porkcolombia (2020). Avanza la estrategia de la sustitución de importaciones.

<https://porkcolombia.co/wp-content/uploads/2020/10/ED-255-PORKCOLOMBIA-DIGITAL-261020.pdf>

Porkcolombia (2021). Economía Porcícola 2020.

<https://www.porkcolombia.co/wp-content/uploads/2021/03/ED-257-PORKCOLOMBIA-DIGITAL-1.pdf>

Reina- Rivas J. J et al (2022). Uso de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) ensilada como alternativa en la ceba de cerdos. *Recia revista colombiana cienc animal, volumen (14)*. 2-7.

<https://revistas.unisucre.edu.co/index.php/recia/article/view/870/982>

Ricaurte- Morales, F. A (2014). La yuca como alternativa en la alimentación de cerdos en la etapa de ceba Granja los Laureles Vereda Tacarimena Municipio el Yopal Casanare. [Trabajo de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia] Repositorio Unad.

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/2679/74846801.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rivadeneira et al (2017). Toxicidad de la Yuca (*Manihot esculenta Crantz*) Estudio con linamarina. Editorial académica española.

[https://www.uv.mx/qfb/files/2020/10/2017-L-Toxicidad-de-la-yuca\\_Eduardo-Rivadeneira-Dominguez.pdf](https://www.uv.mx/qfb/files/2020/10/2017-L-Toxicidad-de-la-yuca_Eduardo-Rivadeneira-Dominguez.pdf)

Rodríguez- Henao, E et al (2020). Propagación masiva de material de siembra de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) por miniestacas.

<https://agriperfiles.agri-d.net/display/n44525>

Romero de Armas, R. Acosta, E.A y Muni, J. A (2017). Afrecho de yuca como sustituto parcial del maíz en la alimentación de cerdos de engorde. *Revista La Técnica (Edición especial)*. 55-60.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6230432>

Romero-Naranjo, N. F (2021). Elaboración de dos harinas a partir de cáscaras de yuca (*Manihot esculenta*) y papa (*Solanum tuberosum L.*) en la formulación de un alimento balanceado para porcinos en etapa de crecimiento [Trabajo de grado, Universidad Agraria del Ecuador].

<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ROMERO%20NARANJO%20NICOLE%20FERNANDA.pdf>

Rostagno, H. S et al. (2017). Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos: Composición de Alimentos y Requerimientos Nutricionales. *4a Edición*. [Universidad Federal de Viçosa-Departamento de Zootecnia]. Pág. 423.

<https://eliasnutri.files.wordpress.com/2018/09/tablas-brasilec3b1as-aves-y-cerdos-cuarta-edicion-2017-11.pdf>

Sará- Arévalo, I. D et al (2016). Aspectos económicos, ambientales y sociales que caracterizan la cadena de abastecimiento porcícola en Santander. Universidad Pontificia Bolivariana. 115.

<https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/3144/Aspectos%20econ%C3%B3micos%20ambientales%20y%20sociales%20que%20caracterizan.....pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Tabi- Fuérez, S. A (2017). Formulación de una dieta de costo mínimo para alimentación de cerdos incluyendo los insumos no convencionales suero y ariche. [Trabajo de grado, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras] 13-15.

<https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6169/1/AGN-2017-034.pdf>

Torres-Navarrete et al (2017). Composición química de productos y subproductos agrícolas utilizados en alimentación animal por pequeños productores de la zona de Quevedo. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnológica*, 6(3), 217-229

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6413708>

Trujillo- Díaz. J et al (2021). Identificación de las prácticas porcinas en granjas de la región Andina central de Colombia. *Ciencia y tecnología Agropecuaria*. 4.

<http://revista.corpoica.org.co/index.php/revista/article/view/1535/883>

Valdivia-Camargo, V, B. (2018). Modelo de optimización de alimentos balanceados para cerdos en la región Arequipa. [Trabajo de grado, Universidad Nacional de San Agustín].

<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/8457/IIvacavb1.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Valencia-Beltrán, J. C. (2017). Evaluación de la inclusión de harina de carne y hueso de vacunos en dietas de cerdos en crecimiento. [Trabajo de grado, Universidad Nacional Agraria la Molina].

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3255/valencia-beltran-juan-carlos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Vélez- Guzmán, E. A. et al (2018). Estudio exploratorio sobre la producción y comercialización de carne de cerdo en el Valle de Aburrá, Antioquia (Colombia). Rev Med Vet Zoot. 65(3): 220-

234. <https://www.redalyc.org/journal/4076/407658494003/html/#B36>

Yam- Chalé, E. C y Olivo- Perez, A. M (2014). Evaluación de la elaboración de harina de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) producido bajo diferentes niveles de fertilización orgánica en el municipio de Othón p. Blanco quintana roo. (Informe Técnico de Residencia Profesional).

19. [http://www.itzonamaya.edu.mx/web\\_biblio/archivos/res\\_prof/agro/agro-2014-7.pdf](http://www.itzonamaya.edu.mx/web_biblio/archivos/res_prof/agro/agro-2014-7.pdf)