UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

FACULTAD DE CIENCIAS ZOOTÉCNICAS

CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

EXTENSIÓN CHONE

TESIS DE GRADO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO ZOOTÉCNISTA

MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

UTILIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DE ALMIDÓN DE YUCA EN LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE MAÍZ EN LA ALIMENTACIÓN DE CERDOS EN LA ETAPA DE CEBA

AUTORES:

BUENAVENTURA ZAMBRANO TEDDY GARDEL
CEVALLOS CONFORME ÁLVARO DARÍO

DIRECTOR DE TESIS:

ING. ROLANDO ROMERO DE ARMAS, PhD.

CHONE – ECUADOR

2016

TEMA

UTILIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DE ALMIDÓN DE YUCA EN LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE MAÍZ EN LA ALIMENTACIÓN DE CERDOS EN LA ETAPA DE CEBA

DEDICATORIA

El presente trabajo de tesis se lo dedico primeramente a Dios por ser quien me dio la vida.

A mis padres por el apoyo incondicional que me han brindado durante toda mi vida.

TEDDY BUENAVENTURA ZAMBRANO

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo de tesis primeramente a Dios, a mis padres y a mi familia.

DARIO CEVALLOS CONFORME

AGRADECIMIENTO

Un infinito agradecimiento a la Universidad Técnica de Manabí por brindarnos sus puertas y poder realizar nuestros estudios en tan prestigiosa Institución.

A todos los maestros que nos enseñaron a valorar los estudios y a superarnos cada día, a nuestros padres porque estuvieron en los días más difíciles de nuestras vidas como estudiantes.

A Dios por darnos salud, y por darnos la capacidad de pensar y llegar hoy a cumplir nuestra meta de ser Ingenieros Zootecnistas.

LOS AUTORES

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Yo, ing. Rolando Romero de Armas PhD, catedrático de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Técnica de Manabí, y director del presente trabajo de investigación.

CERTIFICO:

Que la tesis de grado titulada “Utilización de los residuos sólidos del almidón de yuca en la sustitución parcial del maíz en la alimentación de cerdos en la etapa de ceba” realizada por los señores Buenaventura Zambrano Teddy Gardel y Cevallos Conforme Álvaro Darío. Se desarrolló y culminó bajo mi supervisión.

Bajo la dirección del suscrito, ha cumplido con todas las disposiciones reglamentarias establecida para el efecto.

Chone, octubre de 2016

_____

ING. ROLANDO ROMERO DE ARMAS, PhD.
DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICACIÓN DE LA COMISIÓN DE REVISIÓN Y EVALUACIÓN

TESIS DE GRADO

Sometida a consideración del Tribunal de Revisión y Evaluación designado por: el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Zootécnicas extensión Chone de la Universidad Técnica de Manabí, como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

TEMA:

"UTILIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DE ALMIDÓN DE YUCA EN LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE MAÍZ EN LA ALIMENTACIÓN DE CERDOS EN LA ETAPA DE CEBA"

REVISADA Y APROBADA POR:

Ing. Euster Alcívar Acosta, Mg. ……
REVISOR

PRIMER MIEMBRO DEL TRIBUNAL ……..

SEGUNDO MIEMBRO DEL TRIBUNAL ……..

TERCER MIEMBRO DEL TRIBUNAL ……..

DECLARACIÓN SOBRE DERECHOS DE LOS AUTORES

El presente trabajo, así como las ideas, conclusiones y recomendaciones, corresponde única y exclusivamente a sus autores: Buenaventura Zambrano Teddy Gardel y Cevallos Conforme Álvaro Darío, siendo el más fiel reflejo de los conocimientos adquiridos en los años de estudios superiores.

Chone, octubre de 2016

_____ _____

Buenaventura Zambrano Teddy Cevallos Conforme Darío

ÍNDICE

PORTADA …….. I
TEMA..... II
DEDICATORIA..... III
AGRADECIMIENTO V
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS VI
CERTIFICACIÓN DE LA COMISIÓN DE REVISIÓN Y EVALUACIÓN VII
DECLARACIÓN SOBRE DERECHOS DE LOS AUTORES VIII
ÍNDICE IX
ÍNDICE DE CUADROS……..…XI
ÍNDICE DE FIGURAS……XIII
RESUMEN……...XIII
SUMMARY XIV
1. INTRODUCCIÓN 1
2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN..... 2
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 3
4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN..... 4
4.1. OBJETIVO GENERAL 4
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... 4
5. MARCO TEÓRICO 4
5.1. GENERALIDADES LA YUCA 4
5.2.1. CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA DE LA YUCA 6
5.2.2. BENEFICIOS DE LA YUCA 7
5.3. PROGRAMA PARA CERDOS EN CRECIMIENTO Y ACABADO..... 7
5.3.1. ALIMENTACIÓN EN CERDOS..... 8
5.3.1.1. Alimentación de cerdos con yuca fresca..... 9
5.3.1.2. Harina de yuca..... 10
5.3.1.3. La yuca y follaje de yuca en la alimentación animal..... 11
5.3.1.4. Necesidades de agua..... 11
5.4. CONVERSIÓN ALIMENTICIA 12
5.5. PROCESO DE ESTRACCION DEL ALMIDÓN DE YUCA 13
5.1. RESIDUOS SÓLIDOS DEL ALMIDÓN DE YUCA 15

5.1.1. APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE ALMIDÓN DE YUCA EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL 15
5.1.1.1. Cascarilla 16
5.1.1.2. Las puntas en mal estado 18
5.1.1.3. Afrecho de yuca 18
5.1.1.4. Mancha 19
6. HIPÓTESIS GENERAL 21
7. VARIABLES Y SU OPERACIONALIZACIÓN 21
7.1. VARIABLE DEPENDIENTE 21
7.2. VARIABLE INDEPENDIENTE 21
8. DISEÑO METODOLÓGICO 21
8.1. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO 21
8.2. UNIDADES EXPERIMENTALES 22
8.3. EQUIPOS, INSTALACIONES Y MATERIALES 22
8.4. MEDICIONES EXPERIMENTALES 25
8.5. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL 26
Fuente: Google map 2015. 26
9. PRESENTACIÓN Y RESULTADOS, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN 27
9.1. RESULTADOS 27
9.2. DISCUSION 30
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 32
10.1. CONCLUSIONES 32
10.2. RECOMENDACIONES 33
PRESUPUESTO 34
CRONOGRAMA 34
BIBLIOGRAFIA 35
ANEXOS 39

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1: FASES Y ETAPAS DEL PROCESO PRODUCTIVO …….13

CUADRO 2: CONTENIDO NUTRICIONAL DEL AFRECHO Y LA MANCHA (BASE SECA)……..... 20

CUADRO 3: TRATAMIENTOS ESTUDIADOS ……..….22

CUADRO 4: CONTENIDO NUTRICIONAL DEL NÚCLEO DE CEBA ……..…… 24

CUADRO 5: COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DEL ALMIDÓN DE YUCA ……..…….. 24

CUADRO 6: COMPOSICIÓN DE LAS MEZCLAS DE ALIMENTOS EN LA ETAPA DE CEBA …….....25

CUADRO 7: PRODUCCIÓN DE GAS ……..……..27

CUADRO 8: CONSUMO DE ALIMENTO, INCREMENTO DE PESO Y CONVERSIÓN EN AMBAS ETAPAS ……...…… 28

CUADRO 9: CONSUMO DE ALIMENTO, INCREMENTO DE PESO Y CONVERSIÓN POR SEXO EN AMBAS ETAPAS ……28

CUADRO 10: CONSUMO ALIMENTO Y CONVERSIÓN TOTAL …….... 29

CUADRO 11: COSTO DE INSUMOS DEL ALIMENTO POR TRATAMIENTOS….29

CUADRO 12: COSTOS DE ALIMENTO POR TRATAMIENTOS ……..30

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: IMAGEN SATELITAL DE LA FÁBRICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DEL ALMIDÓN DE YUCA …….26

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo determinar el comportamiento productivo en las raciones alimenticias de los cerdos en la etapa de ceba utilizando el 10%, 20% y 30% de los residuos sólidos de almidón de yuca en sustitución parcial de maíz, la misma que se desarrolló en las instalaciones de la unidad de producción porcina de la Facultad de Ciencias Zootécnicas extensión Chone de la Universidad Técnica de Manabí. Se valoró la conversión alimenticia y costo de los insumos la cual se aplicó a 16 cerdos (Pientrain y Polanchina) utilizando para su alimentación los residuos sólidos del almidón de yuca en la sustitución parcial del maíz, con un testigo comercial. Los resultados obtenidos mostraron que en todos los tratamientos no existieron diferencias estadísticas, realizando un análisis por testigo y por sexo sin que exista diferencia en ninguno de los casos mencionados confirmando de esta manera que la utilización de los residuos sólidos del almidón de yuca pueden ser utilizados en la sustitución parcial del maíz sin que implique ninguna alteración en su etapa de ceba de los cerdos. En el caso del incremento de peso diario de los cerdos, el testigo estuvo 35,95 Kg/día, teniendo el mayor incremento de peso diario en relación a los tres tratamientos, el T_3 estuvo 36,45 Kg/día teniendo este un mayor incremento en relación a los otros dos tratamientos estudiados. Los costos de producción de los diferentes niveles evaluados en la alimentación de cerdos indicó que estos son inversamente proporcional al nivel de sustitución del maíz por el residuo del almidón de yuca, es decir, que a mayor sustitución los costos por Kg. de alimentos son menores, y en este caso el Kg del alimento con menor costo fue el T_3 con un costo de producción de 0,52 centavos. La mejor conversión alimenticia de los tratamientos estudiados la obtuvo el tratamiento T_1 con una necesidad de 3,48 Kg de alimento para la obtención 1 Kg de peso vivo, y en comparación a los tratamientos con el testigo se observó que este obtuvo menor conversión alimenticia que los tres tratamientos.

SUMMARY

The research aimed to determine the productive performance in diets of pigs at the stage of fattening using 10%, 20% and 30% of solid waste from cassava starch in partial substitution of corn, the same that developed on the premises of pig production unit of the Faculty of Sciences Zootécnicas Chone extension of the Technical University of Manabi. FCR and cost of inputs which 16 pigs (Pientrain and Polanchina) using solid waste feeding of cassava starch in the partial substitution of corn with a commercial control was applied was assessed. The results showed that all treatments no statistical differences, analyzing witness and sex without any difference in any of the cases mentioned thus confirming that the use of solid waste from cassava starch can be used in partial substitution of corn without implying any alteration in its stage of fattening pigs. In the case of increased daily weight of pigs, the witness was 35,95 kg / day, with the largest increase daily weight in relation to the three treatments, T3 was 36.45 kg / day given this a higher increase in relation to the other two treatments studied. Production costs of different levels evaluated in feeding pigs indicated that these are inversely proportional to the level of substitution of corn by the residue of cassava starch, ie, that the higher replacement costs per kg. Of food are lower and in this case the kg of food with lower cost was the T3 with a production cost of 0.52 cents. The best feed conversion of the treatments T1 the treatment obtained with a need to 3.48 kg of food to obtain 1 kg of live weight, compared to treatment with the witness noted that this lower feed conversion obtained the three treatments.

1. INTRODUCCIÓN

La producción porcina es una de las formas interesantes de convertir subproductos de la agroindustria en recursos alimentarios en la producción porcina, para lo cual se debe ser muy eficiente a través de un manejo adecuado, con una excelente sanidad y sobre todo una correcta alimentación.

La mayor dificultad que se le presenta el productor porcino es la elaboración de una ración bien balancea que supla los requerimientos nutricionales y de esta manera satisfaga las necesidades en los cerdos, para lograr de esta manera buenos resultados con altos rendimientos y sobre todo un mayor ingreso económico.

Los cerdos por ser omnívoros se alimentan de toda clase de alimentos, tales como harinas y subproductos de origen animal y vegetal, principalmente de cereales, leguminoso oleaginoso, bagazo, frutos, sangre, residuos de mataderos, de la pesca y tubérculos como la yuca entre otros.

Los altos costos de inversión para adquirir la materia prima en el mercado son muy alto sin embargo si reemplaza un porcentaje determinado de la misma con los subproductos se logrará un mayor rendimiento económico.

Por lo tanto bajo las condiciones actuales es una necesidad la utilización de los subproductos que más abunden en la zona como es el caso de los residuos sólidos del almidón y de esta manera lograr reducir costos de inversión y la obtención un mayor de ingreso económico.

A partir de esta necesidad el problema a resolver fue estudiar la posible sustitución parcial del maíz por los residuos sólidos del almidón como materia prima en alimentación de cerdos, para lograr que esta elección sea viable, incluso para grandes productores de cerdos y además implementar

capacitaciones a los pequeños productores sobre el uso de este subproducto para lograr un mejor desarrollo de los porcicultores y agricultores aledaños al sector norte de la Provincia de Manabí, en especial al Cantón Chone.

2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

Una mayor rentabilidad en la producción porcina en los países en vía de desarrollo requiere de una adecuada reorientación hacia el empleo de fuentes alternativas para disminuir la utilización de granos y cereales, proporcionando subproductos que se encuentren disponibles en la zona. En Chone la yuca que se procesa para producir almidón; genera residuos que no son aprovechados en su totalidad tal es el caso del bagazo, la cáscara, la mancha y las puntas.

Para producir al menor costo posible se debe pensar seriamente en la alimentación, ya que es conocido ampliamente que este rubro representa el 65 a70% del porcentaje de los gastos (Monforte *et al*. 2002).

El uso de materias primas alternativas en la alimentación del cerdo además de disminuir los costos, también reduce la competitividad con la alimentación humana (Romero, 2010). Unido a ello, el maíz que es una de las principales materias primas utilizadas en la alimentación de los cerdos (Raghavan, 2009; Wong y Tan, 2009) y que compite con la del hombre, escasea cada vez más al ser también utilizado en la producción de bio-combustibles (Pérez, 2013).

De esta forma, desde el punto de vista técnico, científico, académico y productivo la Facultad de Ciencias Zootécnicas debe buscar alternativas para fomentar el crecimiento económico y social de los pequeños productores del sector agropecuario que se dedican a la producción porcina.

La justificación para llevar a cabo esta investigación fue buscar una alternativas en la alimentación de cerdos a través de los residuos sólidos del almidón de yuca; teniendo en cuenta que se han realizado escasas investigaciones que conlleven al desarrollo de los productores del litoral ecuatoriano y en especial del Cantón Chone.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Conociéndose que el mayor costo de inversión dentro de la producción de cerdos es la alimentación, es necesario buscar insumos y productos que disminuyan los costos de producción con óptimo rendimiento.

Según la FAO (2013) para la producción porcina es fundamental que este tipo de explotación cuente con una correcta alimentación la misma que sea balanceada en nutrientes y baja en costos.

En el 2008, la producción de carne de cerdo en Ecuador fue de 95.000 toneladas. En la actualidad el país produce un total de 135.000 toneladas. Lo que conlleva a que 500.000 personas dependen directamente de la producción de cerdos en el país (Censo Nacional Agropecuario 2000).

En el Cantón Chone la producción porcina ha aumentado significativamente logrando un desarrollo productivo capaz de suplir las necesidades de los consumidores, pero esto amerita un fortalecimiento de parte de las instituciones públicas capaces de difundir conocimientos que permitan el desarrollo de pequeños productores.

Para lo cual con este trabajo de investigación se pretende buscar una nueva alternativa en la alimentación de cerdos la misma que se decidió utilizar los residuos sólidos del almidón de yuca.

Por lo tanto la siguiente investigación planteo el problema de la siguiente manera: ¿La sustitución parcial del maíz por los residuos sólidos del almidón de yuca en el alimento balanceado pudiera mejorar la conversión alimenticia y disminuir costos de producción?.

4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. OBJETIVO GENERAL

- Determinar el comportamiento productivo de los cerdos en la etapa de ceba con raciones alimenticias utilizando el 10%, 20% y 30% de los residuos sólidos de almidón de yuca en sustitución parcial de maíz.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el nivel óptimo de inclusión de residuos sólidos de almidón de yuca en la sustitución parcial del maíz en la alimentación de cerdos en ceba.
- Determinar la mejor conversión alimenticia de los tratamientos estudiados.
- Realizar un análisis en los costos de producción de los diferentes niveles evaluados en la alimentación de cerdos.

5. MARCO TEÓRICO

5.1. GENERALIDADES LA YUCA

La yuca es originaria de América del Sur, fue domesticada hace unos 5000 años y cultivada extensivamente desde entonces en zonas tropicales y subtropicales del continente. Los primeros viajeros europeos reconocieron rápidamente las virtudes de este cultivo y lo distribuyeron por las colonias que los países europeos tenían en África y Asia. (Ospina y Ceballos, 2002).

Hasta hace unas pocas décadas, la yuca y sus productos eran poco conocidos fuera de las regiones tropicales, en donde esta había sido cultivada por muchos años. (Ospina y Ceballos, 2002).

La yuca es originaria de América; es un arbusto de características leñosas, pudiendo alcanzar una altura de 4-5 m dependiendo del cultivar. La yuca recibe diferentes nombres comunes: *yuca* en el norte y sur de América, América Central y las Antillas, *mandioca* en Argentina, Brasil y Paraguay, *cassava* en paises anglo parlantes, *guacamote* en Mexico, *aipi* y *macacheira* en Brasil y *mhogo* en swahili en los países de África oriental (Aristizábal *et al*., 2007).

El color externo es café y el interno puede ser rosado, blanco, o crema amarillo. La profundidad del sistema radicular alcanza hasta los 2 m. Su ciclo de crecimiento desde la siembra a la cosecha, depende de las condiciones ambientales: es más corto de 7 a 12 meses en áreas más cálidas, y es más largo de 12 meses o más, en regiones con alturas de 1300 a 1800 msnm. Su producción se desarrolla en varias etapas a saber:

- Enraizamiento de las estacas en el primer mes
- Tuberización, entre el primer y segundo mes o hasta el tercero, dependiendo del cultivar
- Engrosamiento radical, entre el tercero y cuarto mes o hasta el sexto, dependiendo del cultivar
- Acumulación, entre el quinto y sexto mes hasta el final del ciclo del cultivo (Aristizábal *et al*., 2007).

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz), es un alimento de gran aceptación a nivel mundial, además de la importancia socioeconómica que tiene y por considerarse, no solo como uno de los componentes principales de la canasta familiar, sino que ha contribuido significativamente en la generación de empleo y como fuente de materia prima en las industrias procesadoras de

alimentos para consumo humano y animal; es un producto agrícola que es adecuado para la agroindustrialización y desarrollo de nuevos productos, por ser un cultivo de fácil adaptación a las condiciones climatológicas de muchas regiones. (Villada *et al*., 2009; Rosses, 2008)

Los avances logrados en los últimos años en el desarrollo de variedades de yuca con alto potencial de rendimiento ayudan a mejorar la productividad y la competitividad del cultivo y le permiten entrar en diferentes mercados, especialmente en los servidos por las industrias de alimentación animal.

La yuca seca puede ser utilizada como sustituta del maíz forrajero en la producción de alimentos balanceados para animales. El maíz, cereal más completo en términos nutritivos para las dietas de cuido, puede ser sustituido en valor nutritivo en 70% a 75% por yuca.
(http://www.monografias.com/trabajos88/produccionyuca/produccionyuca.shtml#ixzz3KCyI6nU9)

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

5.2.1. CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA DE LA YUCA

Según (Aristizábal *et al*., 2002), la clasificación científica de la yuca es la siguiente:

REINO: Plantae
DIVISIÓN: Magnoliophyta

CLASE: Magnoliopsida
ORDEN: Euphorbiales
FAMILIA: Euphorbiaceae
SUBFAMILIA: Crotonoideae
TRIBU: Manihoteae
GÉNERO: Manihot
ESPECIE: *M. esculenta*

5.2.2. BENEFICIOS DE LA YUCA

Las raíces y el follaje de la planta de yuca son un recurso nutricional importante para la alimentación animal en el trópico, regiones donde grandes posibilidades de incrementar la producción de las variedades industriales de yuca y con ella se podría remplazar buena parte de los cereales tradicionalmente empleados en la fabricación de alimentos 'balanceados'. (Ruiz, 2011).

Entre los beneficios nutricionales de la yuca, destacan especialmente los siguientes:

- Hidratos de carbono: 26,9 g.
- Proteínas: 3,2 g.
- Grasas: 0,4 g.
- Vitaminas: vitamina C (48 mg) y vitamina B6 (0,3 mg).
- Minerales: potasio (764 mg) y magnesio (67 mg)

5.3. PROGRAMA PARA CERDOS EN CRECIMIENTO Y ACABADO

En todos los programas de alimentación que se proponen para estas dos fases de la producción porcina se supone que la yuca fresca se suministra a voluntad y se ofrece picada diariamente. Hay dos alternativas, en cambio, para el suministro del suplemento:

- Suplemento con un contenido alto de proteína para consumo a voluntad o para consumo restringido.
- Suplemento con un contenido bajo de proteína para consumo a voluntad o para consumo restringido.

Cuando el suplemento se ofrece a voluntad, se debe colocar en un comedero aparte, ojalá de tolva, donde esté disponible para los animales en forma permanente. La yuca fresca se suministra en otros comederos, también al alcance de todos los animales. Para evitar desperdicios, las cantidades que se ofrezcan cada día se deben calcular según el consumo ideal para suplemento de alta proteína, aunque el consumo real es, aproximadamente, de 20% a 30% menor que el calculado.

(http://ciatlibrary.ciat.cgiar.org:8080/jspui/bitstream/123456789/1358/1/capitulo28.pdf)

5.3.1. ALIMENTACIÓN EN CERDOS

Los cerdos con más de 45 kg de peso requieren mayor cantidad de energía y menos proteína en su dienta, por tanto los cerdos con mayor peso pueden consumir raciones con altos niveles de harina de yuca. En las cerdas gestante es necesario limitar la cantidad de alimento que se ofrece, ya que en esta fase los requerimiento de energía son menores. En las cerdas lactantes, por el contrario es importante ofrecer diariamente una gran cantidad de alimento con el fin de satisfacer las necesidades nutricionales que exige esta fase. (Garzón, 2001).

Es conveniente alimentar a los cerdos empleando un sistema de “poco y frecuente”, ya que se logra que los animales consuman siempre un alimento limpio, fresco y por lo tanto íntegro en cuanto a sus características organolépticas y nutricionales. Como en cualquier etapa productiva del cerdo, es importante mantener limpios los comederos y evitar la acumulación del alimento.

Hay que asegurar el libre acceso de todos los cerdos al alimento, por lo que éste debe ser distribuido uniformemente a lo largo del comedero y proporcionar suficiente espacio y número de bocas, sobre todo en el sistema de “poco y frecuente”.

Se debe garantizar el suministro constante y apropiado de agua, por lo que es aconsejable revisar los bebederos al menos dos veces al día. El agua deberá cumplir con los requisitos mínimos de potabilidad. Para asegurar un consumo adecuado, es aconsejable que cada corraleta cuente por lo menos con dos bebederos situados a una altura de 20 cm a 30 cm, para lechones destetados entre 14 y 28 días.

Finalmente, se deben registrar los consumos diarios por corraleta o por grupo, con el fin de contar con un control que permita conocer el desarrollo de los animales y la calidad del alimento.

(http://www.bayersanidadanimal.com.mx/es/animalesproductivos/porcinos/prevencion/manejo-adecuado-de-las-areas-de-destete-y-engorda-de-lechones.php)

5.3.1.1. Alimentación de cerdos con yuca fresca

Los programas alimenticios se basan en el suministro del suplemento nutricional controlado diariamente, según la edad y el peso de los animales.

Se puede suministrar a los cerdos yuca fresca de variedades dulces para su consumo a voluntad o en cantidades controladas para evitar el desperdicio, aunque sin restringir el consumo.

Cada día se ofrece la cantidad requerida como raíces frescas picadas. El cálculo de las cantidades diarias se guía por el consumo óptimo de la etapa de producción o peso del animal, aunque éste es superior al diario.

Los cerdos de menos de 50 kg de peso consumen poca yuca fresca (2 a 3 kg/día), aunque más tarde, durante las etapas finales de engorde, aumentan ese consumo hasta 5 o 6 kg diarios, como máximo.
(http://ciat-library.ciat.cgiar.org:8080/jspui/bitstream/123456789/1358/1/capitulo28.pdf)

5.3.1.2. Harina de yuca

Las raíces y follaje de la planta de yuca son un recurso nutricional importante para la alimentación animal. En Ecuador hay grandes posibilidades de incrementar la producción y con ella se podría remplazar buena parte de los cereales tradicionales empleados en la fabricación de alimentos balanceados. (FAO 2013).

Por otro lado, (Chicco *et al.*, 1972) y (Sonaiya *et al.*, 1982) afirman que la harina de yuca remplaza parcialmente al maíz amarillo hasta el 45 %, en raciones de cerdos en crecimiento y engorde, sin afectar el rendimiento de peso, eficiencia alimenticia, y calidad de la canal.

Sin embargo, Shimada, mencionado por (Maner y Pond, 1974), determinó, usando el 0, 22, 44, y 66% de harina de yuca en remplazo del maíz, que el nivel máximo de utilización de la harina de yuca fue 44% y que la ración con 66% ocasionó una reducción tanto de la ganancia de peso como de la conversión alimenticia.

A nivel de energía en la harina de yuca es menos crítico cuando este producto se agrega a las raciones para cerdos que a la dieta de las aves, los niveles de harina que se aplican en cerdos son generalmente altos y por ello aplican algunas limitaciones de la yuca como alimento adquieren importancia, ya que manifiestan en los cerdos problemas no observados en otras especies que consumen cantidades inferiores de esta harina. Dos de estos problemas son la deficiencia de aminoácidos azufrados (en variedades dulces y amargas) y el contenido de compuestos cianogénicos (ácido

cianhídrico) en las variedades amargas de yuca: unos y otros pueden alterar mucho la calidad y la palatabilidad de las raciones que tengan alto niveles de harina de yuca.

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

La yuca y follaje de yuca en la alimentación animal, a pesar de la versatilidad de la yuca en cuanto a su uso en la alimentación para que ella pueda contribuir de una manera efectiva a la solución de las necesidades nutricionales desde las diferentes especies se requieren condiciones especiales igual que ocurre con otros materiales que se usan con el mismo propósito. Tales condiciones tienen que ver con el adecuado manejo de ciertos factores nutricionales y algunos principios “anti nutricionales” que presentan la yuca y sus derivados en general, así como con el aprovechamiento eficiente de las características específicas de cada producto. (Buitrago, 1990).

En términos generales al incluir la yuca en cualquiera de sus formas o productos en programas de alimentación animal se deben tener en cuenta los siguientes factores:

- La concentración de nutrientes.
- La presencia del ácido cianhídrico y glucósidos cianogénicos.
- El deterioro acelerado que sufren la raíces después de las cosechadas.

5.3.1.4. Necesidades de agua

Se refiere a la necesidad de agua, generalmente no se habla de requerimientos porque son difíciles de determinar, se ven afectados por factores ambientales y factores dietéticos.

Los cerdos deben tener un acceso libre y fácil al agua durante todo el día; normalmente los cerdos consumen 2 a 5 litros de agua por cada kilogramo de alimento seco.
(http://mundo-pecuario.com/tema64/agua_nutricion_animal/requerimientos-398.html)

5.4. CONVERSIÓN ALIMENTICIA

La conversión alimenticia es la relación entre la cantidad de alimento consumido y la ganancia de peso del cerdo.

Algunos factores que influyen en el crecimiento y el consumo y que afecta directamente la conversión alimenticia son:

- Aptitud de crecimiento
- Salud de los animales
- Calidad de alimentación
- Condiciones de los alojamientos
- Manejo de los animales

El periodo que comprende el crecimiento del cerdo es una de las etapas más importantes de la vida productiva, siendo el principal rubro el principal costo de producción, la utilización deficiente del alimento repercutiría en la rentabilidad de la operación porcina.

La etapa de crecimiento empieza cuando los cerdos tienen un sistema digestivo capaz de utilizar dietas simples y responder adecuadamente situaciones de estrés calórico e inmunológico, este periodo ocurre cerca de los 20 kg de peso y termina cuando los cerdos empiezan la etapa de ceba.

Se define al crecimiento como un aumento en el tamaño del cerdo, y existe un periodo en el cual el crecimiento se acelera. Este el punto llamado inflexión y es importante, pues es el tiempo en que la composición del

crecimiento empieza a cambiar de un tejido predominantemente macro a graso.

Una vez que se ha determinado el potencial genético para producir carne magra y se entiende el concepto de crecimiento, seis son los factores que se debe seguir en la elaboración de un programa de alimentación estos factores son:

- Nutrimientos en la formulación de la dieta
- Utilización de las materia primas
- Métodos de alimentación
- Separación de sexos
- Problemas prácticos de alimentación

(http://mundo-pecuario.com/tema149/requerimientos_nutricionales_cerdos/)

5.5. PROCESO DE ESTRACCION DEL ALMIDÓN DE YUCA

El principio del proceso de extracción del almidón de yuca se basa en el aislamiento de los componentes de la misma, el cual se realiza en las fases mostradas en el cuadro 1 que también muestra las etapas asociadas a cada una de ellas. (CRC *et al.,* 2005).

CUADRO 1: FASES Y ETAPAS DEL PROCESO PRODUCTIVO

Fase	Etapa
*	**Recepción de raíces de yuca y almacenamiento**
	Lavado y Pelado
Separación de la pulpa	Se elimina tierra, impurezas y cascarilla. Generalmente se realiza de manera mecánica en tambores rotatorios provistos en su interior de salientes que permiten la fricción de unas raíces con otras y contra la pared interna del cilindro que gira.

	Selección y despunte En la primera se retiran las raíces en mal estado afectadas por el DFP** y en el segundo se eliminan las puntas de la yuca que pueden afectar la calidad del almidón.
Rompimiento de paredes de la corteza	**Rallado** Se desagregan las raíces para romper las paredes celulares y dejar libres los gránulos de almidón, convirtiendo las raíces en una masa conocida como pulpa o masa rallada
Separación del almidón del tejido fibroso	**Colado** El almidón es separado de la pulpa en un tambor giratorio con agua; el producto obtenido es una suspensión denominada lechada.
	Tamizado Se retiran las fibras remanentes en la lechada. El residuo resultante es el afrecho.
Separación del almidón de la fase acuosa	**Sedimentación** El material precipitado en los canales es el almidón dulce, fresco o nativo.
Acidificación***	**Fermentación** El almidón fresco es fermentado en condiciones ambientales y cubierto con una pequeña lámina de agua durante un periodo de dos a tres semanas, obteniéndose almidón agrio o fermentado.
Acondicionamiento del producto	**Triturado** **Secado** **Empaque** **Almacenamiento**

Fuente: Adaptada de Torres *et a*l., 2006

* Etapa previa al proceso

** DFP: Deterioro fisiológico poscosecha. Aparición de manchas azuladas concentradas en la periferia de la raíz, que luego se extienden a la totalidad del tejido y tornan una coloración café a marrón en forma de estrías vasculares (Wheatley, *et al.,* 1982).

*** Cuando se produce almidón agrio

5.1. RESIDUOS SÓLIDOS DEL ALMIDÓN DE YUCA

Los diferentes ecosistemas naturales han sido perturbados como consecuencia de la aplicación de modelos productivos insostenibles en diferentes actividades industriales "clásicas" que han hecho parte del desarrollo industrial mundial, en los cuales la generación de residuos era vista como una consecuencia inevitable del proceso productivo (Fernández y Varsavsky, 2005).

Actualmente en el sector productivo la planificación se orienta hacia la implementación de estrategias productivas que aumenten la eficiencia de sus procesos, optimizando el desempeño del talento y de sus materias primas, aumentando los rendimientos y, por ende, reduciendo la cantidad de residuos generados.

Respecto al sector agroindustrial del almidón, anualmente en el mundo se extraen unos 60 millones de toneladas de una gran variedad de cultivos (cereales, raíces y tubérculos) para uso en una amplia gama de productos. Un 10 % de ese almidón se produce con las raíces de la yuca, la cual es muy competitiva por contener más almidón por peso seco que cualquier otro cultivo alimentario y porque su almidón es fácil de obtener con tecnologías simples. En América Latina y el Caribe la producción de almidón de yuca se concentra en Brasil y Colombia, casi la totalidad elaborado en fábricas pequeñas y medianas, con mano de obra intensiva y técnicas tradicionales (FAO, 2006).

5.1.1. APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE ALMIDÓN DE YUCA EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

El aprovechamiento de los residuos de la producción de almidón mediante su utilización en el ciclo productivo contribuye a la disminución de

importaciones, disminuir las cantidades a disponer y los impactos sobre el ambiente, además de mejorar la eficiencia industrial. (Torres *et al.,* 2006).

En el proceso de extracción de almidón de yuca en pequeñas rallanderías, las etapas de colado y tamizado producen la mayor proporción de residuos sólidos y la de sedimentación, la mayor cantidad de aguas residuales (Torres *et al.,* 2006).

Tradicionalmente, en la zona de estudio los residuos líquidos han sido vertidos en cuerpos de agua sin ser tratados o con tratamientos primarios insuficientes; estas prácticas han contribuido al deterioro de las fuentes de agua. Los residuos sólidos generalmente son dispuestos en el suelo y/o usados en la alimentación de animales, en este proceso los residuos generados son la cascarilla, las puntas en mal estado, el afrecho y la mancha. (Cereda, 2001).

5.1.1.1. Cascarilla

La cascarilla es una fina cubierta celulósica de color marrón que hace parte de los componentes de la raíz que no pueden ser incorporados al proceso y que además viene contaminada con impurezas, producto del contacto directo con el suelo; dependiendo de la eficiencia del pelado, puede venir mezclada con entre cáscara la cual, además de fibra contiene almidón (Cereda, 2001).

La cáscara de yuca es un subproducto que se obtiene de la utilización de la raíz de yuca, tanto en alimentación humana directa como en la industrialización (obtención de almidón).

Según Buitrago (1990) la cáscara de yuca representa entre el 15 a 20% del peso total de la raíz y su calidad es bastante uniforme, conteniendo mayor proporción de proteína, grasa, fibra y minerales que la pulpa; y que al secar

y transformar en harina, es un insumo energético que puede ser empleado en la alimentación de cerdos. Señala también que la cáscara de yuca, en base seca, aporta 2,20 M cal/kg de energía digestible para cerdos, 5,3% de proteína y niveles relativamente altos de fibra (14%). Es deficiente en aminoácidos azufrados tales como lisina (0.1%) y metionina-cistina (0.06%); los valores de calcio y fósforo son de 0.90 y 0.30%, respectivamente.

Debido a su baja proporción en proteína es necesario mezclar con otros insumos que contengan proteínas, vitaminas y minerales (Gómez, 1977). La deficiencia de metionina se puede solucionar mediante el uso de aminoácidos sintéticos o incluyendo fuentes proteicas, tales como la harina de pescado, torta de ajonjolí, etc. (Buitrago *et al*., 1977-1990).

La yuca presenta un elemento tóxico que es el ácido cianhídrico o prúsico, que se encuentra en mayor proporción en la cáscara. La presencia de este factor tóxico hace que el suministro se haga con mucha cautela; ya sea sancochada, o en forma de harina (Mc Dowell, 1975). La deshidratación natural por acción de los rayos solares es quizás el sistema más seguro para destruir el ácido cianhídrico (Buitrago, 1990).

Sonaiya y Omole, (1977), encontraron que la cáscara de yuca, usada en niveles de hasta 15% en la ración de cerdos de cruces comerciales en crecimiento no afectaba la ganancia de peso ni la conversión alimenticia. En otro experimento, Tewe y Oke, (1983), encontraron que niveles de hasta 30% de cáscara de yuca en raciones para cerdos *Large White* por *Landrace* en crecimiento no afectaba la ganancia de peso. Sin embargo, a medida que se incrementó el contenido de cáscara disminuyó la concentración energética de la ración y esto ocasionó un mayor consumo de alimento y una disminución en la eficiencia alimenticia.

5.1.1.2. Las puntas en mal estado

Las puntas en mal estado, corresponden a la yuca que ha sufrido el fenómeno DFP (daño foliar de la planta); conjuntamente con éstas, se descartan las raíces en las que se observa un alto contenido de material fibroso. (Wheatley, 1982)

5.1.1.3. Afrecho de yuca

El afrecho o bagazo, es un material semisólido fibroso con elevado contenido de humedad, resultante del proceso de separación de los gránulos de almidón en la etapa de tamizado que contiene almidón residual que no es factible remover por medios físicos pero que puede ser movilizado por enzimas (Sriroth.; *et al* 2000, Pandey.; *et al* 2000) y según Cereda (2001) la cantidad generada guarda una estrecha relación con el tipo de tecnología utilizada.

Las elevadas proporciones de afrecho y su humedad, dificultan el almacenamiento y transporte del mismo y además propician procesos de lixiviación que pueden afectar el entorno, razón por la cual es conveniente verificar la aplicación de técnicas de manejo in situ. (Cereda, 1994).

Se ha reportado (Ríos, 1973) que el afrecho de yuca, debido a su bajo costo y buen sabor, se puede usar como fuente energética para la alimentación de vacunos de leche, cerdos, y aves; como suplemento proteico, graso y mineral.

El afrecho y la harina de yuca, en términos de contenido de nutrientes, son similares. Diferenciándose ligeramente el afrecho de yuca por su mayor contenido de proteína y fibra cruda, y por su menor proporción de extracto no nitrogenado. (Rosales, 1993).

El afrecho de yuca se usa remplazando parcialmente a otros insumos energéticos tales como sorgo, maíz, y afrecho de trigo. (Cereda, 2001).

En un estudio en engorde de cerdos, donde se usó 0, 9, 18, 27 y 36% de afrecho de yuca en reemplazo parcial del maíz, se encontró que la mejor ganancia de peso y consumo de alimento fue con el 18% de afrecho de yuca en remplazó del maíz. Sin embargo, la conversión alimenticia fue similar en todos los tratamientos y, el remplazo del 36% de afrecho de yuca fue el que produjo mayor beneficio económico. (Baldeón, 1976).

Posteriormente Barbaosa (1979) reportaron que al sustituir parcialmente el afrecho de trigo por el afrecho de yuca en raciones de cerdos en crecimiento, no se encontró diferencias en ganancia de peso, consumo de alimento, y eficiencia alimenticia.

5.1.1.4. Mancha

La mancha es el almidón amarillento de baja densidad y poca calidad presente en el efluente líquido de la etapa de sedimentación, que usualmente se lleva a cabo en canales de sección rectangular o en tanques. En sistemas con deficiencias en la fase de sedimentación, puede ser vertida con las aguas residuales, aumentando significativamente la carga contaminante de las mismas. (Alarcón y Dufour 1998).

La mancha y el afrecho de yuca han sido utilizados también como ingredientes en la ración de cerdos, pollos de engorde y gallinas ponedoras en niveles hasta del 30%, encontrándose en términos generales que en los niveles de 10 y 20% no afectan significativamente la ganancia de peso o el porcentaje de postura, pero al aumentarse el consumo de la ración, la conversión empeora (Pillai.; *et al* 1968; Manickam y Gopalakrishnan 1978; Buitrago 1972 y Chará, 1992).

En estudios posteriores se ha reportado el uso de la cascarilla, el afrecho y la mancha de yuca en la alimentación animal. (Alarcón y Dufour 1998, ISI 2002, de Andrade y Fajardo 2001, Leonel 2001, Integrated Cassava Project 2005) y según (Serres, 1992) estos subproductos se caracterizan por ser insumos altamente energéticos y digeribles pero con bajos niveles de proteínas, minerales y vitaminas.

Es conocido que en la crianza de animales monogástricos, la alimentación puede representar entre el 60 y el 75% de los costos de producción (Rosales y Tang 1996); el uso de insumos no tradicionales constituye una alternativa viable para reducir dichos costos (Rosales y Páucar 1996).

El afrecho y la mancha también son materiales con gran potencial de aprovechamiento en alimentación animal por su contenido de almidón, además de contar con un menor nivel de glucósidos cianogénicos que la cascarilla, los cuales se pierden durante el proceso de rallado y colado.

Estos materiales presentan niveles energéticos suficientes para constituir un componente importante en la ración animal (Buitrago, 2001). Para mejorar su potencial de uso, se recomienda el secado previo (Leonel, 2001). En el cuadro 2 se muestra la composición nutritiva del afrecho y la mancha.

CUADRO 2: CONTENIDO NUTRICIONAL DEL AFRECHO Y LA MANCHA (BASE SECA)

Variable	Afrecho	Mancha
Proteína cruda, %	0,48	0,41
Calorías, kcal/kg	3.661	4.361
Fibra, %	13,1	0,09
Fósforo Total, %	0,61	0,30
Calcio, %	0,05	0,07
Hierro ppm	21,7	181,6

Fuente: Merck & CO., Inc. 1993

6. HIPÓTESIS GENERAL

Los residuos sólidos del almidón de yuca sustituyen parcialmente al maíz en las raciones de los cerdos de ceba sin afectar los indicadores productivos y disminuyendo el costo de producción.

7. VARIABLES Y SU OPERACIONALIZACIÓN

7.1. VARIABLE DEPENDIENTE

- Consumo de alimento
- Peso semanal
- Conversión
- Costo del alimento

7.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Niveles utilizados en la alimentación con los residuos sólidos del almidón de yuca.

8. DISEÑO METODOLÓGICO

8.1. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se realizó en la granja del Programa de Producción Porcina en los predios de la Facultad de Ciencias Zootécnicas, extensión Chone ubicada en el km $2^{1}/_{2}$ vía Chone Boyacá perteneciente a la provincia de Manabí.

8.2. UNIDADES EXPERIMENTALES

En la investigación se utilizaron 16 cerdos entre ellos 8 hembras y 8 machos castrados, con los cruces de las razas *Pientrain* con *Polanchin* con 90 días de edad y 48-60 Kg de peso vivo promedio, divididos en cuatro grupos uniformes y distribuidos en un diseño completamente aleatorizado con 4 cerdos por tratamiento para un total de 4 repeticiones. Los tratamientos (Cuadro 3) fueron T el control y T1, T2 y T3 corresponderán al 10, 20 y 30 % de inclusión de los residuos sólidos de almidón de yuca en sustitución parcial del maíz. Se realizó un análisis estadístico utilizando el procedimiento de la ADEVA y las pruebas de medidas y métodos estadísticos.

Las diferencias entre los tratamientos estudiados por las dócimas de Tukey y Duncan 0.05%.

CUADRO 3: TRATAMIENTOS ESTUDIADOS

Testigo	0% residuos sólidos del almidón de yuca
T1	10% residuos sólidos del almidón de yuca
T2	20% residuos sólidos del almidón de yuca
T3	30% residuos sólidos del almidón de yuca

8.3. EQUIPOS, INSTALACIONES Y MATERIALES

Se utilizaron los siguientes elementos descritos a continuación, entre instalaciones, equipos, herramientas, etc.

- Un galpón de hormigón con estructura de rieles metálicos de 7 x 15 mts. El mismo que esta subdividido 16 partes de 0.70 metros de ancho por 2 metros de largo para el alojamiento individual de los animales.

- Una bodega de 4 metros de ancho por 5 de largo, utilizada para guardar el alimento.

- Una báscula para pesar los cerdos, de capacidad de 200 kg.

- Una balanza tipo reloj, con capacidad de 30 kg para pesar los insumos alimenticios.

- Una balanza digital con capacidad de 30 kg para pesar desperdicios de alimento.

- Una mezcladora vertical de capacidad de 1 tonelada para la preparación de las raciones alimenticias.

- Un total de 16 comederos individuales tipo tolva y el mismo número de canecas tipo balde para el control del consumo de alimento.

- Un total de 16 bebederos tipo chupón distribuidos de tal manera que pudieran proporcionar individualmente agua fresca a los animales.

- Equipo para salud animal (vitaminas, antiparasitarios, desinfectantes, etc.).

- Materiales y equipos de oficina (Papeles, computadora, calculadora, etc.).

CUADRO 4: CONTENIDO NUTRICIONAL DEL NÚCLEO DE CEBA

.	
Proteína cruda (min.)	34.0%
Grasa (min.)	3.0%
Fibra cruda (máx.)	6.0%
Ceniza (máx.)	12.0%
Humedad (máx.)	13.0%

Fuente: PROCESADORA NACIONAL DE ALIMENTOS C. A. Puembo, Quevedo, Duran.

CUADRO 5: COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DEL ALMIDÓN DE YUCA

PARÁMETROS	RESULTADOS
Proteína cruda (min.)	3.02%
Grasa (min.)	0.59%
Ceniza (máx.)	3.26%
Humedad (máx.)	11.80%

Fuente: ESPAM "MLF" Calceta-Manabí, campus Politécnico, km 2.7 vía al Morro

Los ingredientes con los que se elabora los residuos sólidos del almidón son: la cáscara que se la obtiene del pelado de la yuca de forma manual o a máquina la misma que pasa por un secado natural aprovechando las condiciones climáticas de la zona, las puntas que son las piezas de yuca que se obtiene de corte de los dos extremos del tubérculo el cual se realiza antes de proceder a pelar la yuca, la mancha es un residuo en forma de nata que se obtiene después de centrifugar el almidón es de color amarillento y pegajoso este producto también interviene en un proceso de secado y como último ingrediente tenemos el bagazo que se obtiene al momento de moler la yuca para obtener el almidón para su utilización es necesario que exista un muy buen secado, este ingrediente es el que se obtiene en mayor cantidad.

Las cantidades que se aplica al momento de realizar este tipo de harina con los ingredientes antes mencionados son en cantidades proporcionalmente iguales a diferencia del bagazo que se aplica un doble porciento que los demás productos.

CUADRO 6: COMPOSICIÓN DE LAS MEZCLAS DE ALIMENTOS EN LA ETAPA DE CEBA

INGREDIENTES	TRATAMIENTOS %			
	T Control	T1	T2	T3
Núcleo	30	30	30	30
Harina de maíz	70	58,40	46,90	35,30
Afrecho de yuca	---	10	20	30
Harina T. Soya		1,60	3,10	4,70
PB%	16,36	16,36	16,36	16,36
FB %	3,2	3,82	4,45	5,0
ED MJ/Kg	14,64	14,44	14,23	14,20

Todas las raciones fueron isoenergéticas e isoproteicas. Antes de iniciar la fase experimental los cerdos fueron adaptados al cambio de dieta durante un periodo de una semana (cada 8 días).

8.4. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Las variables a evaluar son las siguientes:

- **Ganancia diaria de peso.-** los cerdos fueron pesados al inicio y posteriormente a intervalos de una semana.

- **Consumo diario de alimento.-** el alimento fue ofrecido pesándose lo proporcionado y al final del día el peso del rechazo.

- **Índice de la conversión alimenticia**.- se obtuvo de la división del consumo diario entre la ganancia diaria.

- **Evaluación de los costos.-** se realizó un análisis con base a los gastos realizados a cada ración alimenticia.

8.5. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Los residuos sólidos del almidón de yuca se adquirieron en la Parroquia Canuto del Cantón Chone Provincia de Manabí a 29 km de la Facultad de Ciencias Zootécnicas, en la fábrica del señor gerente propietario Luis Chica.

FIGURAS 1. IMAGEN SATELITAL DE LA FÁBRICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DEL ALMIDÓN DE YUCA

Fuente: Google map 2015

La investigación tuvo una duración de 90 días y los cerdos fueron pesados al inicio del experimento y cada 7 días a la misma hora, hasta los 90 días que duró la investigación lo que permitió establecer todas las variables medidas.

Se aplicó Ivermectina a 2 cm/cerdo vía intramuscular y se realizó el respectivo areteo a cada animal.

La alimentación se la suministró a voluntad por la mañana a las 07H00, al medio día 12H00 y en la tarde a las 16H00.

El suministro de agua se realizó a voluntad mediante un tanque individual solo para la investigación, por no presentar las instalaciones agua potable se procedió a tratar el agua con valnodine un iodo sintético colocando 50 ml en un tanque de 200 litros además de un sobre comercial con todas sus vitaminas en dosis de 2ml/ animal.

9. PRESENTACIÓN Y RESULTADOS, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

9.1. RESULTADOS

De acuerdo al modelo estadístico (cuadro 7) la producción de gas fue altamente significativa, resultando la mayor producción de gas en el tratamiento de afrecho de yuca con 119.667 ml 500^{-1}mg seguido por el tratamiento tres (blanco) con 114,037 ml 500 $^{-1}$ mg y por último la remolacha con 108,074 ml 500 $^{-1}$ mg lo que indica que el afrecho de yuca tiene una alta degradación.

CUADRO 7: PRODUCCIÓN DE GAS

Tratamientos	Producción de gas ml 500 $^{-1}$ mg	ES	(SIGN.)
Afrecho de yuca	119,67 ^{a}	± 4,06	*
Blanco	114,04 ^{a}		
Remolacha	108,07 ^{b}		

Medias con letras diferentes difieren entre si P < 0,05

Los resultados obtenidos para la etapa de ceba a los 111 días muestran que el consumo de alimentos, el peso vivo y la conversión alimenticia no difirieron significativamente entre los tratamientos y el control (cuadro 8).

CUADRO 8: CONSUMO DE ALIMENTO, INCREMENTO DE PESO Y CONVERSIÓN EN AMBAS ETAPAS

VARIABLE	T	T1	T2	T3	ES	(SIGN)
Consumo en la etapa de ceba (kg).	124,64	125,56	123,89	119,88	±1,426	NS
Incremento de peso en la etapa de ceba (Kg)	39.20	36.98	36.45	35.38	±0.980	N.S
	35,95	36,23	37,10	36,45	±1,780	NS
Conversión en la etapa de ceba	2.01	2.04	2.11	2.04	±0.067	N.S
	3,48	3,45	3,36	3,31	±0,177	NS

En relación con el consumo y la conversión total no se apreció que no hay diferencias entre sexo mientras que para los tratamientos la conversión no difirió y se obtuvo diferencias (P < 0,05) solo entre el de más alto contenido de residuo sólido del almidón de yuca y el testigo (cuadros 9 y 10).

CUADRO 9: CONSUMO DE ALIMENTO, INCREMENTO DE PESO Y CONVERSIÓN POR SEXO EN AMBAS ETAPAS

VARIABLE	T	T1	T2	T3	ES	(SIGN.)
Consumo	$203,3^{a}$	$201,0^{ab}$	$200,4^{ab}$	$192,0^{b}$	± 1,37	*
Conversión	2,71	2,75	2,74	2,68	± 0,093	NS

Medias con letras diferentes difieren entre si P < 0,05

CUADRO 10: CONSUMO ALIMENTO Y CONVERSIÓN TOTAL

VARIABLE	MACHOS	HEMBRAS	ERROR TIP.	(SIGN.)
Consumo en la etapa de ceba (Kg)	125,27	121,71	1±,009	NS
Incremento de peso en la etapa de ceba (Kg)	36,91	35,94	± 1,259	NS
Conversión en la etapa de ceba	3,40	3,41	± 0,125	NS
Conversión total	2,73	2,70	±0,065	NS

En cuanto al costo de los alimentos por tratamientos (cuadro 11), este disminuyó a medida que aumentó el nivel de sustitución del maíz por el residuo sólido del almidón de yuca, por su parte el costo/Kg. de la ganancia de peso a los 49 días (cuadro 12) el mayor costo por Kg. correspondió al control con $ 0.56 centavos de dólar americano, y el de menor costo fue para el T3 donde se sustituyó al maíz por el 30 % del residuo sólido del almidón de yuca con $ 0.52 ctvs.

CUADRO 11: COSTO DE INSUMOS DEL ALIMENTO POR TRATAMIENTOS

MATERIA PRIMA	T	T1	T2	T3
Núcleo	30	30	30	30
Maíz	25.08	20.064	15.257	10.45
Residuos Almidón		2.66	5.320	7.98
Soya		1.496	2.590	3.74
Total	55.080	54.796	53.167	52.170
Costo por kg.	**0.558**	**0.548**	**0.532**	**0.522**

CUADRO 12: COSTOS DE ALIMENTO POR TRATAMIENTOS

TRATAMIENTO	CONVERSIÓN	PRECIO Kg.	TOTAL	DIFERENCIA/Kg.
T	2.012	0.55	1.11	
T1	2.044	0.54	1.10	0.01 ctv.
T2	2.105	0.53	1.11	Iguales
T3	2.040	0.52	1.06	0.05 ctv.

9.2. DISCUSION

El resultado obtenido en cuanto a la degradabilidad del afrecho de yuca está en correspondencia con los resultados de Rosales y Tang (1996) en un estudio realizado sobre insumos alimenticios de la zona de Ucayali donde hallaron en el afrecho de yuca una digestibilidad in vitro de la materia seca de 84,81 % y para materia orgánica de 85,21 % y justificaron estos resultados a sus altas proporciones de carbohidratos solubles que de acuerdo a Yen *et al.* (2004) proporcionan la energía glucogénica fácilmente disponible en sincronización con los aminoácidos biodisponibles para la deposición de proteína corporal.

Los resultados obtenidos en los indicadores biológicos concuerdan con los reportados por Baldeos (1976) y Rosales (1993) quienes evaluaron la inclusión del afrecho de yuca a niveles similares y encontraron un beneficio económico y que la ganancia de peso, el consumo de alimento y la conversión alimenticia no se afectaron. A la respuesta pudo haber contribuido la inclusión de la soya en las raciones con afrecho de yuca, que presenta alta digestibilidad de nutrientes y contiene más grasa, altos contenidos de ácido linoléico y los aminoácidos (especialmente lisina) que el maíz, lo cual concuerda por lo reportado por Cardona *et al*.(2009).

Sin embargo la información y la base científica sobre este tema son escasa y amerita hacer algunas consideraciones al respecto.

El componente que caracteriza a las raíces y tubérculos tropicales es los carbohidratos complejos en forma de almidón, cuya digestión y absorción en el intestino delgado puede variar según el producto, e incide en la elevación de la glucemia. Entre los factores determinantes del índice glucémico están los intrínsecos (que dependen de las características de las fracciones que los componen) y los extrínsecos (contenido y tipo de fibra dietética, almidón resistente, así como las condiciones de procesamiento y almacenamiento, entre otros.

Junto con los carbohidratos que pueden ser digeridos por las enzimas endógenas se encuentran las propiedades de la fracción fibrosa, como la viscosidad, solubilidad y degradabilidad, aspectos que deben ser estudiados en el afrecho de yuca utilizado en este trabajo.

Se ha reportado (Bach Knudsen, 2011) que la fibra influye en los procesos digestivos y el tránsito intestinal, la insoluble disminuye el tiempo de transito principalmente en el intestino grueso e induce un incremento de las secreciones digestivas. Mientras que las fibras solubles y viscosas retrasan el vaciado del estómago.

En este sentido en un trabajo realizado por Blanco-Metzler, *et al*.,(2004) encontraron que el contenido de fibra dietética total de la yuca fue de 1,9 % y dentro de ésta la fibra dietética insoluble ocupo el 1,6 % contra la soluble que resulto de 0,4%, por lo que la insoluble supero la salubre y en cuanto al almidón encontraron que fundamentalmente es disponible o digerible y que el contenido de almidón resistente retrogradado es muy bajo, además hallaron que la tasa o velocidad de hidrólisis enzimática del almidón disponible del 72 % a los 60 minutos, resultados que atribuyeron al bajo contenido en amilosa de la yuca.

El almidón de yuca está compuesto exclusivamente de glucosa, bien en una cadena lineal (amilosa) o en forma de un polímero de cadena ramificada

(amilopectina). Esta última es mejor digerida como consecuencia de una mayor accesibilidad a las alfa- amilasas animales con respecto a la amilosa (NRC 2012). El comportamiento digestivo del almidón se afecta por la relación amilosa- pectina, la cristalidad y tamaño de los gránulos de almidón (Hooda *et al*. 2011).

La cinética de digestión del almidón influye en el nivel de glucosa postprandial (Noah. *et al.* 1999), afecta los contenidos en Energía metabolizable y Energía neta (Fang, 2007), al consumo de alimento (Souza da Silva *et al.,* 2014) y a la utilización de la proteína. (Drew *et al*, 2012).

Los alimentos provocan efectos en los cerdos que normalmente no se cuantifican en la formulación del balanceado. (Van Hees, 2012).

El análisis económico que se obtuvo al final del estudio demuestra las ventajas económicas de la inclusión del afrecho de yuca en la alimentación de los cerdos en crecimiento y ceba.

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la presente investigación se concluye que:

- El uso de diferentes niveles de residuos de almidón de yuca es una buena alternativa en la alimentación de cerdos en la etapa de crecimiento y de ceba ya que no existió diferencia significativa en ninguno de los indicadores productivos evaluados.

- Se obtuvo un beneficio económico y el mejor resultado lo produce la inclusión del 30 % de los residuos sólidos del almidón de yuca en sustitución parcial del maíz).

- El residuo del almidón de yuca es una buena alternativa en la alimentación de los cerdos en ceba.

10.2. RECOMENDACIONES

- Deben continuarse los estudios sobre este subproducto en la alimentación porcina en las condiciones de Chone donde no existe suficiente información sobre la sustitución parcial de maíz por los residuos sólidos del almidón.

PRESUPUESTO

El presupuesto para esta investigación se financió por los autores de la tesis y tuvo un costo de 4000,00 dólares el cual está distribuido en transporte, animales y materiales utilizados para el proyecto.

CRONOGRAMA

Actividades	Tiempo en meses					Recursos			Costos
	1	2	3	4	5	Hum.	Mat.	Otros	
Compra de animales	X					X	X	X	2000.00
Elaboración de las raciones alimenticias		X				X	X	X	500.00
Elaboración de las raciones alimenticias			X			X	X	X	500.00
Elaboración de las raciones alimenticias.				X		X	X	X	500.00
Ejecutar resultados obtenidos.					X	X	X	X	500.00
TOTAL									4000.00

BIBLIOGRAFIA

Alarcón M F y Dufour D. (1998). Almidón agrio de yuca en Colombia. Tomo 1: Producción y recomendaciones. CIAT, CIRAD. http://www.ciat.cgiar.org/agroempresas/pdf/almidon_agrio_1.pdf

Agudelo, Q. J. (2014). Eficiencia productiva en cerdos de levante alimentados con materias primas alternativas de países tropicales. Trabajo de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente Especialización en Nutrición Animal Sostenible, Medellín.

Bach Knudsen, K. E. (2011). TRIENNIAL GROWTH SYMPOSIUM: Effects of polymeric carbohydrates on growth and development in pigs. Journal of Animal Science, 89(7), 1965-1980.

Baldeon, R. (1976). Utilización de varios niveles de afrecho de yuca en el engorde de cerdos Tesis. Ing. Zootecnista, Universidad Nacional Agraria de la Selva Tingo María. 62p.

Barbosa, S. ET AL (1979). A raspa de mandioca como substituto dos subproductos de trigo no crecimiento de suinos. Arq. Ese. Supr. Vet (Brasil) 10:15-24.

Blanco-Metzler, A., Tovar, J., y Fernández-Piedra, M. (2004). Caracterización nutricional de los carbohidratos y composición centesimal de raíces y tubérculos tropicales cocidos, cultivados en Costa Rica. Arch. Latinoam. Nutr, 54, 322-327.

Buitrago, **J.A.** (1990). La yuca en la alimentación animal. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia, 446 p.

Cabrera, L.R., Lezcano, P y Castro, M. (2012). Uso de ensilado de raíces de yuca y residuos de granos de maíz en la ceba de cerdos., Revista Computadorizada de Producción Porcina. Volumen 19 (número 3) 2012.

Cardona, M. G., Posada, S. L., Carmona, J., Ayala, S. A., Taborda, E., y Restrepo, L. F. (2009). Evaluación de la respuesta productiva y económica de cerdos mestizos en las etapas de levante y ceba utilizando cuatro niveles de harina de yuca. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias (Colombian Journal of Animal Science and Veterinary Medicine) 15(2), 207-212.

Censo Nacional Agropecuario, 2000.

Cereda M. (2001). Características de Subprodutos Industrializado de Mandioca en Culturas de Tuberosas Amiláceas Latinoamericanas. Volumen 4. São Paulo, Brasil, 2001. pp. 13-37.

Cereda M. (1994). “Características de resíduos e industrialización de Mandioca”. En: Resíduos da Industrialización de mandioca no Brasil. Editorial Paulicéia. São Paulo, Brasil, 1994. pp. 11-50

Chicco, C.F.; Garbatti, S.T.; Muller-Maye, E.; Vecchionacce, H. (1972). “La harina de yuca en el engorde de cerdos”, en Agronomía Tropical, Venezuela, 22 : 599-603
.

Díaz, B., Elías, A., y Valiño, E. (2014). Impacto de la Biotecnología convencional en la Seguridad alimentaria a través de la Producción animal en el Ecuador. Estudio de caso: Producto BIORÉS. Revista Internacional de Ciencia y Sociedad.

Drew, M. D., Schafer, T. C., & Zijlstra, R. T. (2012). Glycemic index of starch affects nitrogen retention in grower pigs. Journal of Animal Science, 90(4), 1233-1241.

FAO, (2013). Food and Agriculture Organization. El mercado de almidón añade valor a la yuca. Departamento de Agricultura, Bioseguridad, Nutrición y Protección del Consumidor. Estados Unidos, 2006. Disponible en: <http://fao.org/AG/default.html>

Fang, Z. F. Peng, J. Liu, Z. L. & Liu, Y. G. (2007). Responses of non-starch polysaccharide-degrading enzymes on digestibility and performance of growing pigs fed a diet based on corn, soya bean meal and Chinese double-low rapeseed meal. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 91(7-8), 361-368.

Fernández D., Daniel y Varsavsky, Alicia L. (2005). Prevención de la contaminación, producción más limpia y ecoeficiencia: Desde la remediación hacia la prevención. Argentina: AIDIS, Fundación Nexus, 7 p.

Gómez, G., Santos, J., & Valdivieso, M. (1983). Utilización de raíces y productos de yuca en alimentación animal. Yuca: investigación, producción y utilización. Working Document, (50).

Hooda, S, Metzler- Zebeli, B.V; Thavaratman, V. y Zijlstra, R.T. (2011). Effects of viscosity and fermentability of dietary fibre on nutrient digestibility and digesta characteristics in ileal-cannulated grower pigs. Brittish Journal of Nutrition 106, 664-674.

Maner, H.; Pond, O. (1974)**.** Producción de cerdos en climas templados y tropicales Editorial Acribia. Zaragoza. España.

Marmolejo, LF., Pérez, A, Torres, P., Cajigas AA y Cruz CH. (2008). Aprovechamiento de los residuos sólidos generados en pequeñas industrias de almidón agrio de yuca. Livestock Research for Rural Development, Volume 20, Number 7.

Méndez, J.M; Rodríguez O.L; Juan Carlos Mandujano C. J. C; Concepción Reyes, C. y Banda Y. H. (2015). YUKE: Alimento alternativo para cerdos a base de yuca: determinando su rentabilidad y viabilidad económica. Global Conference on Business and Finances Proceedings, Volume 10 Number 2.

Méndez, A.; Zaragoza, L. (1980) Sustitución del sorgo por harina de yuca en la alimentación de cerdos". Agrie. Tec. Mex. 6(2): 83-9 1.

Montoya R. María Isabel, Quintero S J. A., Sánchez T. O. J. Y Cardona A. C.A. (2012). Evaluación económica del proceso de obtención de alcohol carburante a partir de caña de azúcar y maíz. Revista Universidad EAFIT, [S.l.], v. 41, n. 139, p. 76-87.

NRC (2012). Nutrient Requeriment of Swine 11 the Revised edition. The National Academies Press.

Noah, L., Lecannu, G., David, A., Kozlowski, F., & Champ, M. (1999). Digestion of starch and glycaemic response to mixed meals in pigs. Reproduction, Nutrition and Development, 39(2), 245-254.

Rios, B. (1973). "Digestibilidad del afrecho de yuca en ovinos". Tesis Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María. 41p.

Rosales, J.M. (1993). Comparativo de niveles de afrecho de yuca en raciones para cerdos en crecimiento y engorde, en la zona de Pucallpa. Folia Amazónica VOL. 5 (1-2).

Rosales, J. y Tang, T. (1996) Composición química y digestibilidad de insumos alimenticios de la zona de Ucayali. Folia Amazónica Vol. 8 Nº 2 p 13 – 28.

Sonaiya and Omole T A. (1977). Cassava peels for finishing pigs. En*:* Nutrition Reports International. 16(4): 479 – 486.

.

Souza Da Silva, C., Bosch, G., Bolhuis, J. E., Stappers, L. J. N., Van Hees, H. M. J., Gerrits, W. J. J., & Kemp, B. (2014). Effects of alginate and resistant starch on feeding patterns, behaviour and performance in ad libitum-fed growing pigs. Animal, 8(12), 1917-1927.

Torres P., Rodríguez, J. y Rojas, O. (2006). Extracción de almidón de yuca. Manejo integral y control de la contaminación hídrica. Disponible en: http://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd17/7/cont1707.htm

Trómpiz, J., Ventura, M., Esparza, D., del Villar, A., y Aguirre, J. (2010). Utilización de la harina de follaje de yuca (Manihot esculenta crantz) en cerdos en crecimiento. Revista Científica, 10(4).

Van Hees, H. (2012). Avances recientes en nutrición de cerdos en crecimiento: Efectos nutricionales y funcionales de ingredientes alimenticios y nutrientes. XXVIII Curso de especialización FEDNA Madrid 7 y 8 Noviembre.

Yen, J. T., Kerr, B. J., Easter, R. A., & Parkhurst, A. M. (2004). Difference in rates of net portal absorption between crystalline and protein-bound lysine and threonine in growing pigs fed once daily. Journal of Animal Science, 82(4), 1079-1090.

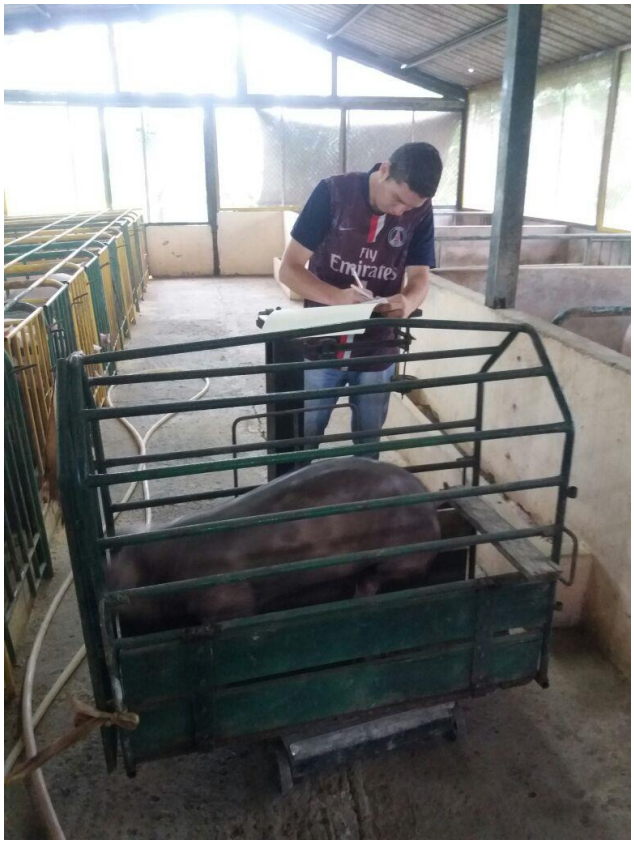
ANEXOS

ANEXO 1.- MEZCLA DE ALIMENTO

ANEXO 2.- PESAJE DE ALIMENTO

ANEXO 3.- LLENADO DE ALIMENTO

ANEXO 4.- CONTROL DE CALIDAD DEL ALIMENTO

ANEXO 5.- ALIMENTACIÓN DE CERDOS

ANEXO 6.- CONTROL DE PESO DE LOS CERDOS