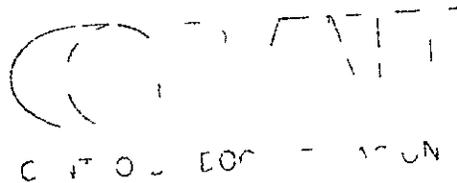


UTILIZACION DE RAICES Y PRODUCTOS DE YUCA EN  
ALIMENTACION PORCINA

13258



Guillermo Gómez G  
Jorge Santos N  
Mauricio Valdivieso

Introducción

La yuca se cultiva en todos los países tropicales por su alta rusticidad posee un valor energético alto y comunmente se utiliza en diferentes formas como alimento para más de 200 millones de personas Durante el período 1961-65 a 1974 el área sembrada con yuca en el mundo aumento aproximadamente en un 307 (FAO 1974) Aproximadamente la tercera parte de la producción mundial proviene de América Latina especialmente del Brasil primer país productor de yuca en el mundo

Aunque la mayoría de las raíces de yuca se consumen actualmente en la alimentación humana las perspectivas de utilización de la yuca como alimento para animales se han estimulado debido a los cambios en las políticas agrícolas de la Comunidad Económica Europea (CEE) los cuales han hecho factible la utilización de alimentos energéticos alternativos tales como la yuca seca importada de Tailandia para reemplazar los cereales (ingredientes costosos en alimentos balanceados) especialmente en programas de alimentación para porcinos aves y vacunos (Coursey en Halliday 1974 Phillips 1974)

Como resultado de las investigaciones en seleccion genética y del desarrollo de eficientes metodos de cultivo y prácticas de producción parece relativamente fácil aumentar el rendimiento de yuca bajo condiciones de campo como lo evidencian los resultados de ensayos regionales experimentales (CIAT 1975 1976) En consecuencia sería económicamente factible la utilización de la yuca alternativamente para los mercados de producción de almidón industrial y de alimentos para animales

Se ha obtenido amplia evidencia experimental sobre el uso de las raíces de yuca como alimento para animales y varios importadores de yuca de la CEE han calculado raciones de costo mínimo con diversos precios para la yuca y otros ingredientes (Phillips 1974) La mayoría de los datos experimentales sobre alimentación porcina se han obtenido con cerdos en crecimiento y acabado desde el destete hasta el peso de mercado sin embargo se dispone de poca información sobre los sistemas de alimentación de porcinos durante los períodos de reproducción y del ciclo completo de vida del cerdo El objetivo de este artículo es el de presentar una revisión sobre la información experimental relacionada con el uso de las raíces de yuca especialmente en la forma de yuca fresca y harina de yuca a través del ciclo de vida de los cerdos Además se presentan datos parciales sobre el proceso de ensilaje de raíces de yuca y la utilización de harina de forraje de yuca

## Cianuro (glucosido cianogenico y libre) y composicion quimica de raices y producto de yuca

### Contenido de cianuro en raices frescas y harinas de yuca

Las variedades de yuca comunmente se clasifican en dulces o amargas segun su contenido de cianuro. La mayor parte del acido cianhidrico (HCN) o cianuro (CN) se encuentra en la forma de un glucosido cianogenico conocido como linamarina. La concentracion de linamarina es mayor en la cascara de las raices que en la pulpa (de Bruijn 1973 Wood 1965). La linamarina libera HCN al tratarla con acidos diluidos sin embargo en forma natural la liberacion del HCN se debe a la accion de la enzima linamarasa la cual normalmente se encuentra en los tejidos de la raíz especialmente en la cascara. El contacto de la enzima con la linamarina normalmente ocurre cuando los tejidos sufren daños mecanicos por trituracion o destruccion de la estructura celular de la planta o tejidos.

La determinacion del cianuro total y libre de raices de 10 variedades promisorias de yuca del CIAT ha sido realizada (Gomez et al 1979) usando un metodo enzimatico recientemente desarrollado (Cooke 1978 Cook et al 1978). La mayoría de las raices poseen niveles bajos o medios (50-100 ppm en base fresca) de cianuro en el parenquima o pulpa y en cascara alrededor de 7-17% del cianuro total se encuentra en la forma de cianuro libre y el resto (83-93%) en la forma de glucosido cianogenico (Gomez et al 1979).

Para su uso en alimentacion humana las raices son peladas las cascaras eliminadas y el parenquima sometido a algun proceso termico estos procesos generalmente reducen en forma considerable el contenido de cianuro del parenquima. Para su uso en alimentacion animal las raices completas incluyendo la cascara son picadas para luego ser suministradas como raices frescas o sometidas a procesos de a) secado para convertir las en harina (integral) de yuca o b) ensilaje para conservarlas por periodos prolongados.

Al picarse las raices y analizarlas en esta forma el contenido de cianuro total varia en un rango de 30-270 ppm en base fresca siguiendo aproximadamente el rango segun el contenido de cianuro presente en el parenquima sin embargo la proporcion de cianuro libre encontrada es del orden del 27 al 48% (Cuadro 1) (Gomez et al 1979a). El contenido de materia seca en las raices completas picadas en la mayoría de las variedades es de 34-40%.

Al secarse las raices picadas al sol (en bandeja inclinadas) o al horno las harinas resultantes poseen contenidos de humedad que fluctuan entre 12-8% respectivamente. El Cuadro 2 muestra los resultados del contenido de cianuro total encontrado en las harinas el proceso de secado al horno a una temperatura de 60 C produce harinas con niveles de cianuro mas bajos que las secadas al sol. Para comparar el efecto del secado sobre la cantidad de cianuro inicial este se convirtio en base a 90% de materia seca (Cuadro 2 segunda columna) y de acuerdo a estos datos las harinas secadas al sol y al horno contienen rangos de 25-50% y de 15-30% del cianuro total inicial respectivamente (Gomez et al 1979a). Estos datos sugieren que se requiere mayor informacion detallada sobre los procesos y temperatura optimas para eliminar la casi totalidad del cianuro derivado principalmente del glucosido cianogenico de las raices. Aparentemente el secado al horno a 60 C permite una mayor eliminacion del cianuro que el secado al sol. Ademas de la reduccion

Cuadro 1 Contenido de cianuro total libre y de materia seca en raíces<sup>1/</sup> picadas para uso en alimentación animal<sup>2/</sup>

Variedad	Rango CN Parénquima	CN en raíces picadas			Materia seca
		Total	Libre	Lib/Tot	
		ppm		7	7
Llanera	8	54 3	12 8	23 8	34 7
Valluna	10	32 3	9 0	28 3	26 9
MCol 22	7	97 2	25 4	26 7	40 7
MVen 218	4	99 5	26 1	26 4	39 5
MCol 1684	1	265 5	126 2	47 5	33 3
CM-305-38	9	77 0	26 0	34 0	38 1
CM 321 188	3	110 3	43 2	39 5	40 2
CM 323 375	2	217 9	74 8	35 2	40 6
CM 326 407	5	150 6	43 0	28 7	41 1
CM-342 55	6	120 7	42 4	35 6	35 4

1/ Edad de las plantas 14 meses

2/ Gomez et al 1979a

Cuadro 2 Efecto del secado al sol y en horno sobre el contenido de cianuro total en raíces de diez variedades de yuca<sup>1/</sup>

Variedad	CN en raíces picadas		CN en harina de yuca <sup>2/</sup>	
	Frescas	90/MS	al sol	en horno
	ppm		ppm	
Llanera	54 3	140 8	43 7	33 0
Valluna	32 3	108 1	26 8	14 2
MCol 22	97 2	214 9	111 3	71 4
MVen 218	99 5	226 7	79 2	41 1
MCol 1684	265 5	717 6	162 6	112 6
CM-305 38	77 0	181 9	53 0	27 2
CM 321-188	110 3	246 9	100 3	53 9
CM-323-375	217 9	483 0	110 0	84 3
CM 326 407	150 6	329 8	96 5	55 9
CM-342 55	120 7	306 9	71 8	45 7

1/ Gómez et al 1979a

2/ Contenido de humedad aprox 12-8/ sol y horno respectivamente

del cianuro total la proporción del cianuro libre en las harinas de yuca se eleva a rangos de 55-80% (Gómez et al 1979a)

### Efecto del glucosido cianogenico en alimentacion animal

Los cerdos no consumen con facilidad las raíces frescas de yuca con alto contenido de cianuro y en consecuencia se retarda su crecimiento. El suministro de un suplemento protéico a voluntad junto con raíces frescas de yuca amarga picada mostró que los cerdos consumieron un exceso del suplemento para compensar el menor consumo de raíces amargas. Por otra parte los cerdos en crecimiento consumen fácilmente raíces frescas de yuca con niveles bajos de cianuro al suministrarlas separadamente o en mezcla con un suplemento protéico y su crecimiento es aceptable (Cuadro 3) (Gomez et al 1976)

Cuadro 3 Comparación del consumo y comportamiento de cerdos en acabado alimentados con yuca fresca con niveles altos o bajos de cianuro y un suplemento proteico (S P) a libre escogencia o bajo control

Parámetro	Yuca bajo CN		Yuca alto CN	
	S P a voluntad	S P controlado	S P a voluntad	S P controlado
Ganancia diaria (kg)	0 66	0 77	0 56	-0 08
Consumo diario de yuca(kg)	2 99	3 40	0 99	0 93
Consumo diario de S P (kg)	0 81	0 82	1 21	0 22
Consumo total de alimento(kg) <sup>1/</sup>	1 98	2 01	1 60	0 58
Alimento/ganancia	2 99	2 61	2 86	neg
Proteína en la dieta (%)	14 1	13 3	23 5	13 3

<sup>1/</sup> Expresado para contener 10% de humedad

La mayor parte del HCN se libera debido al contacto de la linamarasa con la linamarina cuando las raíces de yuca se pican para su secamiento por consiguiente las harinas de raíces de yuca presentan contenidos de HCN relativamente bajos (20-160 ppm en base al peso seco). Los cerdos en crecimiento alimentados con una ración conteniendo aproximadamente 73% de harina de yuca alta en cianuro consumieron menor cantidad de esta dieta que la de una ración con niveles similares de harina de yuca baja en cianuro (Cuadro 4) (Gomez et al 1976) pero la diferencia en consumo no fue tan marcada como la observada con las raíces frescas. Estos datos indican que el secamiento de las raíces reduce en gran medida el problema del bajo consumo de raíces frescas de yuca altas en cianuro por los cerdos en crecimiento.

Cuadro 4 Efecto de harinas conteniendo niveles bajos y altos de cianuro como fuente principal de carbohidratos en dietas para cerdos en crecimiento

Parametro	Harina de yuca con CN	
	Bajo	Alto
Peso inicial (kg)	39 8	39 3
Peso final (kg)	57 1	54 9
Ganancia diaria (kg)	0 62	0 56
Consumo alimento/día (kg)	1 77	1 35
Alimento/ganancia	2 86	2 43

Se dispone de poca información sobre el efecto de los glucosidos cianogenicos presentes en las raíces y productos de yuca al suministrarlas durante el período reproductivo. El suministro de yuca fresca más suplemento protéico del 407 que contenía 0, 250 y 500 ppm de cianuro adicionado en la forma de cianuro de potasio durante el período de gestación no ejerció efectos adversos sobre el comportamiento reproductivo de las cerdas gestantes al momento del parto tampoco se observaron efectos colaterales sobre el comportamiento posterior durante el período de lactancia (Tewe et al 1977). Durante la lactancia todas las cerdas recibieron una dieta testigo de maíz común y torta de soya. Al final de la gestación de las cerdas alimentadas con dietas que contenían altos niveles de cianuro se observó un ligero aumento del tamaño de las tiroides en los fetos (Tewe et al 1977) sin embargo estas cerdas que recibieron altos niveles de cianuro durante el período de gestación mostraron un comportamiento similar al de las cerdas del grupo testigo en la época del destete. Aparentemente la placenta juega un papel importante en la prevención de los efectos toxicos sobre los fetos en crecimiento. Existe información experimental (Ekpechi 1967, 1973; Ermans et al 1973; Van Der Velden et al 1973) por la que se le atribuye un carácter bociogeno a la yuca especialmente en regiones donde el contenido de yodo en las dietas es bajo. Se ha propuesto una hipótesis (Ermans et al 1973) para explicar el carácter bociogeno de la yuca como consecuencia de una elevada concentración de tiocianatos en la sangre. Afortunadamente debido a que la mayoría de las variedades de yuca cultivadas en América Latina contienen niveles bajos de cianuro no existen problemas serios al suministrar yuca fresca ensilada o seca a los animales especialmente a cerdos.



#### Composición química de las raíces y productos de yuca

Las raíces enteras de yuca fresca contienen aproximadamente 60-65% de agua y deben ser secadas o procesadas para preservarlas por tiempo prolongado. Los contenidos de proteína, extracto etéreo (grasa), fibra cruda y de ceniza en las raíces frescas son generalmente bajos. El extracto libre de nitrógeno o carbohidratos totales solubles (30-35%) es el constituyente químico segundo en importancia cuantitativa después del agua o humedad (Cuadro 5) (Gomez 1979).

Cuadro 5 Composición química de raíces frescas harina y ensilaje de yuca <sup>1/</sup>

Componente químico	Raíces frescas	Harina	Raíces ensiladas
	- --- --- porcentajes--- -----		
Agua	60 65	8-12	57-60
Proteína cruda(N x 6 25)	1-2	2-4	2-3
Extracto etéreo	0 2-0 5	0 6-1 0	1 0-2 0
Fibra cruda	0 8 1 0	3-4	2-3
Extracto no nitrogenado	30-35	70-80	30-32
Cenizas	1 2	2-4	2-3

1/ CIAT 1978 y Gomez 1979

Si las raíces de yuca no son consumidas frescas pueden ser convertidas en productos secos estables tales como trozos secos (chips) o pellets los cuales pueden ser luego empleados para usos industriales o incorporados en alimentos balanceados para animales. Aunque todos los constituyentes químicos se concentran en los productos secos de yuca el componente principal es el almidón que constituye un 70 a 80% de su composición (Cuadro 5). Las raíces frescas picadas pueden también ser almacenadas en silos de trinchera o en bolsas plásticas por periodos prolongados pero se conoce aun poco sobre las variaciones de su composición química sin embargo se presentan resultados parciales obtenidos en CIAT.

#### Utilización de raíces de yuca fresca en programas de alimentación porcina

Las formas más comunes de utilizar la yuca en la alimentación porcina son como raíces frescas o yuca seca en forma de harina. A través de las investigaciones colaborativas entre el CIAT y el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en Colombia se ha obtenido información experimental sobre el uso de la yuca fresca durante los diferentes periodos del ciclo de vida del cerdo.

La yuca fresca puede suministrarse mezclada con o por separado del suplemento protéico. Los cerdos alimentados con yuca fresca mezclada con cantidades controladas del suplemento protéico con un nivel normalmente menor yuca y suplemento protéico el efecto de la restricción del consumo de yuca y del suplemento protéico conforme al apetito y necesidades de los animales resulta en una mejor eficiencia alimenticia (kg de alimento/kg ganancia de peso) (Cuadro 6) (Buitrago 1974). La cantidad de yuca fresca requerida por animal para alcanzar el peso de mercado (95-100 kg) es de aproximadamente 390-400 kg de raíces frescas picadas. La diferencia fundamental en el consumo de alimento es la cantidad del suplemento protéico ahorrado cuando se mezcla con la yuca fresca picada sin embargo la mano de obra adicional requerida para hacer la mezcla podría reducir las ventajas de este método.

El consumo de yuca fresca por los cerdos en crecimiento-acabado varía según el contenido de proteína del suplemento. El consumo diario de yuca es mayor cuando el suplemento proteico (suministrado a libre escogencia) proporciona mayores niveles de proteína simultáneamente el consumo del suplemento disminuye. A medida que el contenido de proteína del suplemento aumenta se observa una tendencia al sobreconsumo de proteína a través de los períodos de crecimiento-acabado (Cuadro 7) (Job 1975)

Cuadro 6 Comportamiento de cerdos en crecimiento-acabado alimentados con yuca fresca y un suplemento proteico (43%) a libre escogencia <sup>1/</sup>

Parámetro <sup>2/</sup>	Dieta testigo	Yuca fresca	
		+S P	Mezclada con S P
Ganancia diaria (kg)	0 84	0 83	0 79
Peso final promedio (kg)	100 4	99 5	95 6
<u>Consumo promedio diario (kg)</u>			
Yuca fresca	-	4 05	3 89
Suplemento proteico		1 17	0 73
Consumo total alimento <sup>3/</sup>	2 89	2 80	2 30
Alimento/ganancia de peso	3 43	3 36	2 90

<sup>1/</sup> Buitrago 1974

<sup>2/</sup> Promedios de cinco cerdos por grupos peso promedio inicial 17 8 kg ensayo de 98 días

<sup>3/</sup> Contenido de humedad de aproximadamente 10%

Cuadro 7 Comportamiento de cerdos en crecimiento acabado alimentados con yuca fresca y suplemento proteico de 20 30 o 40% proteína a libre escogencia <sup>1/</sup>

Parámetro <sup>2/</sup>	Dieta te tigo	Yuca fresca + S P		
		20/	30/	40/
Ganancia diaria (kg)	0 63	0 70	0 67	0 65
<u>Consumo diario de (kg)</u>				
Yuca fresca		1 73	2 74	3 32
Suplemento proteico		1 39	1 00	0 75
Consumo total de alimento <sup>3/</sup>	2 0	2 08	2 07	2 04
Alimento/ganancia	3 30	2 97	3 09	3 14
Proteína en la dieta (%)	14 3	14 6	16 6	17 3

<sup>1/</sup> Job 1975

<sup>2/</sup> Promedio de cinco cerdos por tratamiento alimentados individualmente peso promedio inicial 26 1 kg peso promedio final 86 1 kg ensayo 98 días

<sup>3/</sup> Contenido de humedad de aproximadamente 10%

Las cerdas en gestacion consumen facilmente la yuca fresca cuando se proporciona un suplemento adecuado que suministre una buena fuente de proteina mineral y vitaminas. En el Cuadro 8 se presentan los resultados de un experimento en el cual se evaluó la utilización de yuca fresca en la alimentación de cerdas en gestación. Las cerdas en gestacion alimentadas con yuca fresca y mantenidas en confinamiento presentaron las mayores ganancias de peso corporal durante la gestacion. El numero de lechones nacidos y destetados por las cerdas alimentadas con yuca en confinamiento fue menor que el de los otros dos grupos experimentales.

Cuadro 8 Comportamiento de cerdas en gestación alimentadas con una dieta de yuca fresca y un suplemento protéico (407)

Parámetro	Dieta testigo <sup>1/</sup>	Yuca fresca + S P	
		Pastoreo <sup>2/</sup>	Confinamiento <sup>3</sup>
No de cerdas montadas	10	10	10
No de cerdas paridas	9	7	7
<u>Peso de las cerdas (kg)</u>			
A la monta	165.8	163.6	152.8
Al parto	185.7	188.5	190.5
Ganancia de peso gestación	19.9	24.9	37.7
Ganancia de peso lactancia	13.2	7.7	8.4
<u>Datos del parto</u>			
No de lechones/camada	10.4	10.0	7.7
Peso de la camada	13.3	11.2	9.1
Peso lechon (kg)	1.28	1.12	1.18
<u>Datos al destete (35 días)</u>			
No de lechones/camada	8.3	7.3	6.9
Peso lechon (kg)	6.94	6.05	6.49

1/ 1 kg/cerda/día

2/ 1.7 kg de yuca fresca + 0.4 kg de S P /cerda/día

3/ 3.1 kg de yuca fresca + 0.62 de S P /cerda/día

Las cerdas en lactancia alimentadas con una dieta de yuca fresca picada mezclada con un suplemento proteico del 40% consumieron en promedio 6.5 kg de yuca fresca y 1.2 kg de suplemento proteico/día (Cuadro 9). Las cerdas alimentadas con yuca destetaron un menor numero de lechones que las cerdas alimentadas con la dieta testigo pero el peso promedio de los lechones destetos fue mayor y por lo tanto el peso total de la camada fue similar para ambos grupos experimentales.

Cuadro 9 Comportamiento de cerdas en lactancia alimentadas con yuca fresca y un suplemento protéico (40/)

Parámetro	Dieta testigo	Yuca fresca S P 40/
No de cerdas	13	16
Peso cerdas posparto (kg)	179 3	158 3
Ganancia peso cerdas a 35 días (kg)	11 0	7 6
<u>Consumo diario de alimento (kg)</u>		
Yuca fresca	-	6 5
Dieta testigo ó S P	4 8	1 2
<u>Dieta al parto</u>		
No de lechones/camada	10 8	9 3
Peso lechon (kg)	1 18	1 36
<u>Datos al destete (35 días)</u>		
No de lechones/camada	9 0	7 6
Peso promedio/lechon (Kg)	6 0	7 6
Peso total de la camada (kg)	54 3	58 0

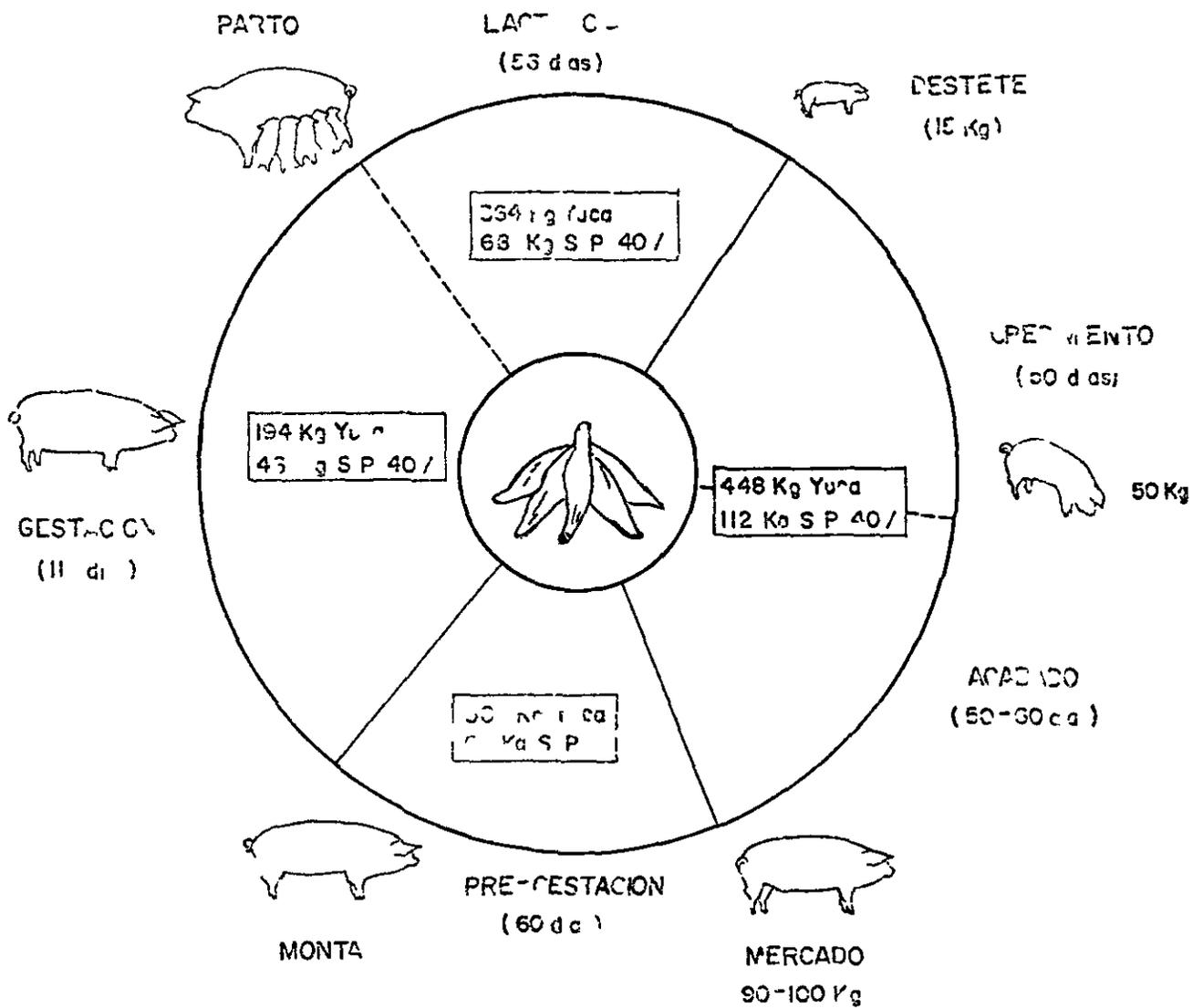
Los resultados obtenidos durante los diferentes periodos del ciclo de vida del cerdo indican que las raíces de yuca frescas constituyen una excelente fuente de energía cuando se suplementa adecuadamente con proteína mineral y vitaminas la Figura 1 muestra graficamente las cantidades de yuca fresca y de suplemento proteico requeridas para los periodos del ciclo de vida porcino los trabajos de investigacion son requeridos especialmente en los periodos reproductivos de gestacion y lactancia

El manejo de los programas de alimentacion basados en el suministro de yuca fresca es un aspecto que merece especial atencion Una maquina picadora modelo Malasia es mejor que otros modelos porque reduce al mínimo la pérdida de almidon en el proceso de picado y los cerdos consumen mejor los trozos de yuca que las raíces molidas o trituradas Los sistemas de alimentacion basados en el suministro separado de la raíces frescas picada y el suplemento proteico resulta normalmente en un consumo excesivo del suplemento lo cual se refleja en cantidades de proteina significativamente mayor que las recomendadas el suministro controlado de yuca picada en mezcla con el suplemento proteico restringiría el exceso de proteina a niveles normales pero se debe de tener en cuenta la mano de obra adicional requerida Bajo todas las circunstancias el sistema más aconsejable durante los periodos de la gestacion y de la lactancia es el de alimentacion individual controlada

Programa de alimentacion porcina con harina de yuca

Debido a las dificultades de manejo que normalmente ocurre cuando se

PROGRAMA DE ALIMENTACION BASADO EN YUCA FRESCA Y SUPLENIENTO PROTEICO (40/ P C)



utilizan raíces frescas para la alimentación animal la forma más conveniente y práctica es la de secar las raíces picadas con el fin de molerlas y transformarlas en harina de yuca la cual se puede incorporar y mezclar fácilmente en dietas balanceadas La harina de yuca es una fuente energética excelente de buen valor nutricional debido a su contenido de carbohidratos altamente digeribles (70-80%) constituidos principalmente por almidón sin embargo puesto que su contenido de proteína es extremadamente bajo (2-4%) se requiere una gran cantidad de suplemento protéico para balancear las dietas En todos los trabajos experimentales realizados en el CIAT la harina de yuca se ha obtenido de cultivares de yuca conteniendo niveles bajos de cianuro principalmente de la variedad Llanera Las raíces se pican se secan al sol en pisos de cemento y luego se muelen hasta lograr una textura de harina

Un programa de alimentación a base de harina de yuca fue realizado y simultáneamente comparado con un programa testigo de alimentación con maíz común en el CIAT Los niveles de proteína cruda de las dietas para los períodos experimentales fueron los recomendados por el National Research Council (NRC 1973) En ambos programas se utilizó torta de soya como fuente de proteína para balancear las raciones y no se adicionó metionina a ninguna de las dietas experimentales (Gómez et al 1977) El propósito del trabajo fue el de estudiar los efectos a largo plazo del suministro de altos niveles de harina de yuca sobre el comportamiento reproductivo de las cerdas

En el Cuadro 10 se presentan los resultados obtenidos durante los períodos de crecimiento-acabado La ganancia diaria promedio obtenida por las cerdas en crecimiento alimentadas con las dietas a base de harina de yuca fue significativamente menor ( $P < 0.05$ ) que la de las cerdas alimentadas con la dieta testigo pero similar a las ganancias previamente reportadas en hembras y machos alimentados con dietas a base de yuca fresca o harina de yuca En el Cuadro 11 se presenta un resumen del comportamiento reproductivo de los dos grupos experimentales En general las cerdas alimentadas con harina de yuca obtuvieron menores ganancias de peso durante la gestación que las cerdas alimentadas con la dieta de maíz común (37.5 y 48.3 kg respectivamente) sin embargo continuaron ganando peso (+13.5 kg) a través del período de lactancia en tanto que las cerdas alimentadas con maíz perdieron peso (-6.7 kg) durante el mismo período En consecuencia el cambio global en el peso corporal de las cerdas alimentadas con dietas a base de harina de yuca fue significativamente mayor ( $P < 0.05$ ) que el de las cerdas alimentadas con maíz (41.1 y 26.3 kg respectivamente) El número y peso de los lechones nacidos fue similar para ambos grupos experimentales aunque en el grupo de cerdas alimentadas con harina de yuca se observó una tendencia a un menor número de lechones nacidos y menor peso por camada A los 21 días de edad y de allí en adelante el número de lechones por camada fue significativamente inferior ( $P < 0.05$ ) en aproximadamente tres lechones por camada para las cerdas en lactancia bajo el programa de alimentación con harina de yuca El crecimiento promedio de los lechones en ambos grupos experimentales fue similar como lo evidencia el peso promedio similar al momento del destete (15.9 y 15.7 kg) Sin embargo debido al mayor número de lechones destetos por camada la alimentación con maíz produjo mejores resultados totales al destete que el programa de alimentación con harina de yuca (145.4 y 103.6 kg respectivamente) Previamente se reportó una tendencia similar en lo que respecta al menor número de lechones lactantes en cerdas alimentadas con yuca fresca o harina de yuca durante los períodos de gestación o lactancia

Cuadro 10 Resultados experimentales de los períodos de crecimiento-acabado de cerdas en programa de alimentación porcina durante el ciclo de vida con harina de yuca o maíz comun <sup>1/</sup>

Parámetro	Maíz comun	Harina de yuca
No de cerdas primerizas	15	16
Ganancia diaria (kg)	0 77	0 71
Consumo diario (kg)	2 38	2 30
Alimento/ganancia	3 09	3 24

<sup>1/</sup> Promedios del peso inicial y final de 21 4 y 89 5 kg respectivamente

Cuadro 11 Resultados experimentales de los períodos de gestacion y lactancia en programas de alimentación porcina durante el ciclo de vida con harina de yuca o maíz comun <sup>1/</sup>

Parámetro	Maíz Comun	Harina de yuca
No de cerdas paridas	10	14
<u>Cambios en el peso de las cerdas (kg)</u>		
Peso a la monta	127 6	118 5
Ganancia total gestacion(110 día -monta)	48 3	37 5
Peso posparto	160 6	146 1
Cambio peso lactancia	6 7	+13 5
Cambio peso gestacion lactancia	+26 3	+41 1
<u>Datos al parto</u>		
Lechones/camada	10 0	8 4
Peso promedio/lechon(kg)	1 09	0 97
<u>Datos al destete (56 días)</u>		
Lechones/camada	9 4	6 6
Peso promedio/lechon ( kg )	15 87	15 70
Peso total de la camada (kg)	145 4	103 6

<sup>1/</sup> Comez et al 1977

La suplementación de metionina es normalmente recomendable en dietas con niveles altos de harina de yuca especialmente cuando la fuente proteica es de origen vegetal como la torta de soya. Aparentemente la metionina cumpliría el doble propósito de mejorar la calidad protéica de las dietas y de aportar una fuente de azufre utilizable para la detoxificación del cianuro (Taner and Gomez 1973). Sin embargo, la ausencia de la suplementación de metionina no parece ser la responsable de los bajos rendimientos reproductivos de las cerdas primerizas alimentadas con dietas a base de harina de yuca. Los resultados de trabajos experimentales realizados en los cuales se suministraron dietas a base de harina de yuca-torta de soya durante los períodos de gestación y lactancia con o sin metionina han mostrado que las cerdas presentaron un comportamiento similar por lo menos durante los primeros períodos de gestación y lactancia indistintamente de la suplementación o no de metionina (Cuadro 12)

Cuadro 12 Efecto de la suplementación de metionina en dietas a base de harina de yuca para cerdas en gestación-lactancia<sup>1/</sup>

Parámetro	Maíz comun	Harina de yuca + torta de soya	
		sin Met	0 3/ Met
Numero de cerdas paridas	41	10	10
<u>Peso corporal de cerdas (kg)</u>			
Monta	117 0	121 2	120 1
Ganancia total gestacion	56 9	49 1	47 6
Ganancia total gestacion-lactancia	39 6	35 3	32 3
<u>Datos al parto</u>			
Lechones/camada	8 5	9 1	9 4
Peso promedio/lechón (kg)	1 09	1 06	1 07
<u>Datos al destete (56 días)</u>			
Lechones/camada	7 1	8 2	8 0
Peso promedio/lechón (kg)	16 7	16 2	16 5
Peso total de la camada (kg)	117 0	120 5	131 9

<sup>1/</sup> Gomez y Santos manu crito en preparacion

En el cuadro 13 (Gomez 1977) se presentan los datos sobre el consumo de las dietas experimentales y los ingredientes basicos registrados del programa de alimentación de porcinos con harina de yuca durante su ciclo de vida. El consumo total de las dietas experimentales así como los consumos parciales para los períodos individuales fueron similares en ambos grupos. La diferencia más importante fue la cantidad de torta de soya requerida para el programa

de alimentación con harina de yuca en comparación con el programa de alimentación con maíz. Se requiere casi el doble de torta de soya durante los períodos de crecimiento-acabado y aproximadamente 60% más durante los períodos de gestación y lactancia con el programa de alimentación a base de harina de yuca comparado con el programa a base de maíz común. Estos datos apoyan el concepto teórico de que la factibilidad económica de la utilización de yuca como sustituto de otras fuentes energéticas depende del precio relativo de la yuca como también del precio del suplemento proteico requerido para balancear una dieta a base de yuca (Phillips 1974)

Cuadro 13 Consumo (kg) de dietas experimentales e ingredientes básicos en programa de alimentación durante el ciclo de vida del cerdo con harina de yuca o maíz común <sup>1/</sup>

Parámetro	Período			
	Crecimiento -acabado	Pregestación -gestación	Lactancia	Lechones
<u>Programa de alimentación</u>				
<u>basado en</u>				
-----kilogramos-----				
<u>Maíz común</u>				
Dieta total	216	441	266	80
Maíz	181	363	203	50
Torta de soya	25	56	50	18
<u>Harina de yuca</u>				
Dieta total	216	428	293	51
Harina de yuca	158	311	196	26
Torta de soya	48	97	83	18

<sup>1/</sup> Gomez 1977

Ensilaje de raíces de yuca en alimentación porcina

En regiones tropicales con elevada precipitación y alta humedad relativa ambiental es difícil secar las raíces picadas para producir harina de yuca. Una forma práctica para conservar las raíces picadas bajo estas condiciones es el ensilaje. La Unidad de Producción Porcina ha realizado algunos estudios de ensilaje de raíces de yuca y de la evaluación nutricional del producto final (CIAT 1978)

Las raíces de yuca son lavadas para eliminar el exceso de tierra y luego son cortadas en trozos pequeños utilizando una maquina picadora. Estos trozos pueden ser compactados en silos cuando se requiere conservar cantidades considerables del producto o en bolsas de polietileno cuando son cantidades pequeñas. Los silos son hechos de paredes de madera revestidas de lámina metálica (2.3 m de largo, 1.5 m de ancho y 1.2 m de alto para dar una capacidad total de 4.1 m<sup>3</sup>). En este silo portátil montado sobre piso de cemento se conservaron cinco toneladas de yuca durante seis meses. La superficie de la masa ensilada fue cubierta con plástico sobre el cual se colocaron viruta y ladrillos para evitar la entrada de aire. El silo se mantuvo cubierto con una lona para protegerlo de la lluvia.

#### Cambios químicos en las raíces ensiladas

La Figura 2 presenta los resultados de los contenidos de materia seca y del pH de muestras de la masa ensilada tomadas durante seis meses de conservación. Las raíces ensiladas correspondían a una mezcla de las siguientes variedades: MVen 270, Mex 53 y MCol 655A. Se observaron variaciones de materia seca y de carbohidratos totales, sin embargo la tendencia observada fue un aumento del contenido de materia seca y una reducción de los carbohidratos totales a través del período de ensilaje. Los contenidos iniciales y finales de materia seca y de carbohidratos fueron de 34.5 y 39.1 y de 90 y 80% respectivamente. La concentración de materia seca y la reducción de los carbohidratos totales se deben a la pérdida de agua y la utilización de los carbohidratos en fermentación anaeróbica durante el proceso de ensilaje. El pH de las muestras tomadas tuvo menor variación observándose una rápida disminución del pH desde 4.5 hasta 3.7 en un período de 7 semanas después del inicio del ensilaje. Aunque no se midió la concentración de ácidos grasos volátiles, la disminución del pH se debería en parte a la producción de esos ácidos, especialmente ácido láctico, como productos de las fermentaciones anaeróbicas que utilizan el almidón de las raíces de yuca como sustrato energético.

#### Efecto de la adición de sal y duración del proceso de ensilaje

Con el propósito de estudiar el efecto de la duración del proceso de ensilaje y de la adición de sal a las raíces por ensilar, se llevó a cabo una evaluación nutricional con cerdos durante los períodos de crecimiento y acabado. Se comparó yuca ensilada en bolsas de polietileno por un período mínimo de seis meses con raíces que tenían menos tiempo de enlatado. Además a la mitad de cada lote se le mezcló sil común en proporción del 2% en base al peso fresco de la yuca picada al momento de efectuar el ensilaje.

El suplemento proteico empleado para balancear el ensilaje de yuca aportaba 42% de proteína cruda y estaba constituido en base a torta de soya y torta de algodón. El suplemento se mezclaba con la yuca ensilada al momento de suministrarla a los cerdos, un día y al día siguiente se suministraba ensilaje de raíces solamente. No se observaron diferencias en el aumento de peso de los cerdos y el consumo promedio por cerdo de raíces ensiladas por seis meses fue ligeramente menor que el de los animales alimentados con raíces ensiladas por menor tiempo. La adición de sal en ambos casos resultó en una disminución del consumo del ensilaje, pero al obtenerse la misma ganancia de peso produjo una mejor conversión alimenticia.

## Evaluación de diferentes suplementos proteicos

Con el fin de evaluar varias fuentes de proteína que pueden utilizarse para suplementar las raciones a base de raíces de yuca ensilada se emplearon diferentes suplementos que aportaban niveles de proteína entre 41 y 52%, y según el aporte de proteína variaban las cantidades a mezclarse con las raíces ensiladas

Los grupos alimentados con raíces ensiladas y los suplementos con torta de soya o con la mezcla de torta de soya y torta de algodón lograron alcanzar el peso normal de beneficio (90 kg) al final del experimento mientras que los otros grupos mostraron pesos inferiores (Cuadro 14) Las ganancias de peso promedio de los grupos alimentados con ensilaje de raíces de yuca fueron similares a los del grupo testigo con excepción del grupo alimentado con el suplemento a base de harina de pescado que fue inferior a los otros grupos En general el consumo promedio diario por animal fue de alrededor de 3 kg diarios de ensilaje cantidad similar a las reportadas en programas de alimentación que usan raíces frescas picadas

Los estudios experimentales sobre el proceso de ensilaje de las raíces de yuca y las evaluaciones nutricionales realizadas sugieren que este sistema de conservación de las raíces ofrece buenas perspectivas especialmente a nivel de fincas pequeñas y medianas y en regiones con climas tropicales húmedos donde el proceso de secado para producir harina de yuca sería de mayor riesgo Se están realizando investigaciones adicionales para tratar de mejorar el proceso del ensilaje y de desarrollar un sistema de manejo adecuado de las raíces de yuca ensilada para alimentación porcina

### Harina integral de hojas de yuca en dietas para cerdos en crecimiento y acabado

Estudios preliminares realizados por el Programa de Yuca sugieren que la parte aérea de la planta de yuca (hojas y tallos jóvenes) pueden dar buenos rendimientos de materia seca y de proteína cruda por unidad de superficie (Informe Anual CIAT 1973) El forraje fresco es de buen valor alimenticio para rumiantes (Informe Anual CIAT 1976) para animales monogástricos podría ser utilizada como fuente proteica en dietas en forma seca

Se utilizó la variedad de yuca MCol 12 para la producción de forraje Las plantas enteras fueron cortadas a unos 20 cm del suelo y luego pasadas a través de una picadora de pastos El forraje picado fue secado al sol en bandejas o sobre pisos de concreto el material seco fue molido para obtener una harina integral La composición química (expresada en porcentajes) de esta harina empleada en la evaluación con cerdos en crecimiento fue Humedad 8 51 proteína cruda 17 19 extracto etéreo o grasa total 5 84 fibra cruda 17 45 cenizas 9 55 calcio 1 75 y fósforo 0 32 Los porcentajes son expresados en la muestra seca analizada que contenía 8 517 de humedad el contenido de humedad del forraje fresco luego de picado fue en promedio de 70/

### Evaluación nutritiva de la harina de hojas de yuca

Con el fin de aumentar la información experimental relacionada con la utilización de proteína foliar y en especial de la harina de hojas y tallos

jovenes de yuca se realizó un experimento con cerdos en crecimiento y acabado utilizando dos niveles de la harina de hojas (20 y 40/ de las dietas) y adicionando maleza de caña para mejorar la palatabilidad de las raciones experimentales

Los datos que se presentan en el Cuadro 15 sugieren que la utilizacion de niveles crecientes de harina de hojas de yuca tienden a reducir los rendimientos de los cerdos durante los periodos de crecimiento y acabado Sin embargo los resultados obtenidos con el nivel de 20/ de harina de hojas de yuca y aun con 40/ son aceptables teniendo en cuenta el peso inicial de los animales experimentales El consumo total de las dietas por cerdo para todo el periodo experimental fue de 276 358 y 381 kg para la dieta testigo y las dietas con 20 y 40/ de harina de hojas de yuca respectivamente

Cuadro 15 Efecto de la utilizacion de dos niveles de harina de hojas de yuca en dietas para cerdos en crecimiento y acabado <sup>1/</sup>

Parámetro	Testigo T soya	Harina de hojas de yuca	
		20/	40/
Peso vivo promedio (kg)			
Inicial	15 1	15 1	15 3
Final	101 1	98 3	96 8
Dias experimento	119	147	147
Ganancia diaria (kg)	0 72	0 57	0 55
Alimento diario (kg)	2 32	2 44	2 59
Alimento/ganancia	3 2	4 3	4 7

<sup>1/</sup> Promedio de cinco cerdos por grupo

La informacion experimental sugiere un potencial limitado para la incorporacion de niveles relativamente bajos (aprox 20/) de la harina de hojas de yuca para alimentacion porcina Como estos estudios se han hecho a escala experimental no se conoce el costo real de este tipo de fuente proteica La etapa o periodo de vida en la cual se puede utilizar niveles altos de esta clase de proteina es la gestacion pero por falta de materia prima no se han podido realizar aun estas investigaciones

#### Consideraciones economicas

La mayoría de la yuca producida en los países latinoamericanos es consumida como alimento para humanos y poca es utilizada en alimentacion animal

Bajo condiciones normales las raíces de buena calidad son demasiado caras para ser utilizadas en alimentación animal sin embargo, una buena proporción de las raíces cosechadas especialmente a nivel de fincas pequeñas es suministrada a los animales en especial a los cerdos Otra alternativa importante para el uso de raíces de yuca es el proceso de extracción de almidón en el cual se obtienen subproductos que son utilizados en alimentación animal

Actualmente algunos países europeos están usando pellets y trozos de yuca seco, importados desde Tailandia en programas de alimentación animal Niveles de 40 a 60/ son normalmente usados en dietas de costo mínimo cuando el precio de la yuca deshidratada varía entre US\$65 a 90 por TM El precio de los pellets de yuca de Tailandia en 1977 fué de aproximadamente US\$ 80/TM en Bangkok y US\$95 110/TM (c i f ) en Rotterdam (NU IDRC 1977)

La producción comercial de trozos y pellets de yuca en la mayoría de países de América Latina es aun insignificante El precio de mercado al por mayor de raíces frescas en algunas áreas productoras de yuca en Colombia fluctúa entre US\$50 100/TM, el cual es aún muy alto para ser considerado en alimentación animal Muy poca información se tiene sobre los precios y mercadeo de la yuca en regiones tropicales pero aparentemente los precios son más bajos en esas zonas Las perspectivas del aumento de producción de yuca con la aplicación de la tecnología desarrollada en el Programa de Yuca del CIAT permiten vislumbrar posibilidades de utilizar yuca como una fuente energética importante para alimentación animal en países de América Latina

13258

#### Resumen

Las raíces de yuca son una excelente fuente de energía que pueden ser utilizadas frescas, secas o ensiladas en programas de alimentación porcina Las raíces frescas picadas con bajo contenido de cianuro, pueden ser suministradas a los cerdos en todos los periodos de su ciclo de vida en forma separada o mezclada con un suplemento que aporte proteína minerales y vitaminas Las raíces altas en cianuro por su elevado contenido de linamarina no son fácilmente consumidas por los cerdos

Niveles alto de harina de yuca (60 70%) han sido experimentalmente estudiados en CIAT y comparados con dietas a base de maíz común en programas de alimentación integrados para todo el ciclo de vida de los cerdos Los rendimientos de las camadas al destete fueron inferiores para el programa de alimentación de yuca comparados con el de maíz común La suplementación de metionina no parece ser indispensable en dietas a base de harina de yuca

Raíces de yuca enteras pueden ser almacenadas en silos cubiertos de tierra o pueden ser picadas / conservadas en bolsas de polietileno o en silos de trincheras por periodos de hasta 6 meses sin perder significativamente su valor nutricional como alimento para cerdo Ensilado de raíces conservadas por 6 meses son consumidas fácilmente por los cerdos

La producción de forraje de yuca para rumiantes ofrece muy buenas perspectivas. La harina integral de forraje de yuca puede ser empleada a niveles relativamente bajos ( ~ 20%) en dietas para cerdos en crecimiento y acabado. Existen posibilidades de emplear niveles más altos en dietas para cerdas gestantes.

Debido a su reducido contenido de proteínas, los programas de alimentación basados en altos niveles de yuca requieren cantidades considerables de suplemento protéico en comparación con los programas que utilizan fuentes convencionales de energía como los granos de cereales. Estos aspectos deben considerarse en los estudios de factibilidad económica orientados a utilizar yuca en alimentación animal.

## REFERENCIAS

- Bruijn G H de 1973 The cyanogenic character of cassava (Manihot esculenta)  
In Nestel B and MacIntyre R ed Chronic cassava toxicity  
proceeding of an interdisciplinary work hop London England  
29 30 January 1973 Ottawa International Development Research  
Centre IDRC 010e 43 48
- Buitrago J 1964 Utilización de la yuca en dietas para crecimiento y  
ceba de cerdos Univ Nacional de Colombia Facultad de Medicina  
Veterinaria y Zootecnia Tesis Bogotá Colombia
- CIAT, 1975 Cassava production systems 1975 Annual Report CIAT Cali  
Colombia
- CIAT 1976 Cassava production systems 1976 Annual Report CIAT Cali  
Colombia
- CIAT 1978 Swine Unit 1978 Annual Report 18 pag
- Cooke R D 1973 An enzymatic assay for the total cyanide content of cassava  
(Manihot esculenta Grantz) J Sci Ed Agric 29 345 352
- Cooke R D G G Blake and J M Battershill 1978 Purification of cassava  
linamarase Phytochemistry 17 381-383
- Coursey D G and D Halliday 1974 Cassava as animal feed Outlook  
Agric 8 273
- Ekpechi O L 1967 Pathogenesis of endemic goitre in eastern Nigeria  
Brit J Nutr 21 537
- Ekpechi O L 1973 Endemic goitre and high cassava diets in eastern  
Nigeria In Chronic cassava toxicity proceedings of an  
interdisciplinary workshop London England 29 30 January 1973  
International Development Research Centre Monogr IDRC 010e  
139 145
- Ermans A M M van der Velden J Kinthaert and F Delange 1973  
Mechanism of the goitrogenic action of cassava In Chronic  
cassava toxicity proceedings of an interdisciplinary workshop  
London England 29 30 January 1973 International Development  
Research Centre monogr IDRC 010e 153 157
- FAO 1974 Production Yearbook 1974 Vol 28 Rome Italy FAO
- Gómez G 1977 Life cycle swine feeding system with cassava In Nestel B  
and M Graham ed Cassava as animal feed proceeding of Workshop  
held at the University of Guelph 18 20 April 1977 International  
Development Research Centre IDRC 095e 65 71
- Gómez G 1979 Cassava as a wine feed World Animal Review 29 13 20
- Gómez G G Camacho and J H Maner 1976 Utilización de yuca fresca y  
harina de yuca en alimentación porcina En Memoria del Seminario  
Intern de Ganadería Tropical Acapulco México 8 12 Marzo 1976  
91 102

- Gómez G C Camacho y J H Maner 1977 Utilization of cassava-based diets in swine feeding In Cock J R MacIntyre and M Graham ed Proceedings of the fourth symposium of the International Society for Tropical Root crops CIAT, Colombia 1-7 August 1976 Ottawa International Development Research Centre IDRC-080e 262-266
- Gómez G D de la Cuesta M Valdivieso y K Kawano 1979 Contenido de cianuro total y libre en parénquima y cáscara de raíces de diez variedades promisorias de yuca A ser publicado en la revista Turrialba
- Gómez G , D de la Cuesta M Valdivieso and K Kawano 1979a The effect of drying methods on the cyanide content in whole cassava root meals of ten cassava varieties Manuscrito en preparación
- Job, T A 1975 Utilization and protein supplementation of cassava for animal feeding and the effects of sulphur sources on cyanide detoxification Ph D Thesis Dept Animal Science University of Ibadan Nigeria
- KKU-IDRC 1977 Cassava/nutrition project Annual Report Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand
- Maner, J H and G Gómez 1973 Implications of cyanide toxicity in animal feeding studies using high cassava rations In Chronic cassava toxicity proceedings of an interdisciplinary workshop London England 29-30 January 1973 Ottawa International Development Research Centre IDRC-010e 113-120
- N R C 1973 Nutrients requirements of swine, National Academy of Sciences Washington D C
- Phillips T P 1974 Cassava utilization and potential markets Ottawa International Development Research Centre IDRC-020e 1-182
- Tewe, O O J H Maner and G Gomez 1977, Influence of cassava diets on placental thiocyanate transfer tissue rhodanase activity and performance of rats during gestation J Sci Fd Agri 28 750-756
- Van der Velden M J Kinthaert, S Orts and A M Ermans 1973 A preliminary study on the action of cassava on thyroid iodine metabolism in rats Br J Nutr 30 511
- Wood, T J 1965 The cyanogenic glucoside content of cassava and cassava products J Sci Food Agric 16 300

