

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN



UTILIZACION DE LA YUCA FRESCA COMO SUSTITUTO  
DEL SORGO EN CERDOS EN CRECIMIENTO

T E S I S

QUE PARA OBTENER  
EL TITULO DE  
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA  
PRESENTA

RUBEN LOEZA LIMON

DIRECTOR: MVZ, Ms, PhD, HERIBERTO ROMAN PONCE

ASESOR: MVZ, Ms, HIPOLITO BARRADAS LAGUNES



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ESTE TRABAJO FUE REALIZADO EN EL CENTRO EXPERIMENTAL  
PECUARIO "LA POSTA", PASO DEL TORO, VER., KM 22 1/2  
CARRETERA VERACRUZ-CORDOBA, DEL INSTITUTO NACIONAL  
DE INVESTIGACIONES PECUARIAS.

## I N D I C E

	PAG.
I INTRODUCCION	1
II ANTECEDENTES	3
III OBJETIVO	14
IV MATERIAL Y METODOS	14
V RESULTADOS Y DISCUSION	17
VI CONCLUSION	18
VII BIBLIOGRAFIA	21

## LISTA DE CUADROS

CUADRO		PAG.
1	Variedades de yuca que se tienen en observación en el campo de Cotaxtla, Ver.	5
2	Composición comparativa promedio en base húmeda de la raíz y el follaje de la yuca.	10
3	Composición de la raíz de ocho variedades centroamericanas de yuca.	10
4	Contenido de aminoácidos en la raíz de yuca.	12
5	Resumen de resultados obtenidos en trabajos para evaluar la yuca como alimento para cerdos (1927-1941).	13
6	Niveles de sustitución de sorgo por yuca para cerdos en crecimiento.	15
7	Composición dietas experimentales.	16
8	Parámetros analizados en el experimento de sustitución de sorgo por yuca fresca para cerdos en crecimiento.	17
9	Pesos inicial y final y días en experimento con la sustitución de sorgo por yuca fresca en cerdos en crecimiento.	19
10	Consumos diario y total, ganancias diaria y total y conversión alimenticia del experimento de sustitución del sorgo por yuca fresca para cerdos en crecimiento.	20

## I INTRODUCCION

En el año de 1857, en el libro "Ensayo sobre el principio de población" el economista inglés Tomás Robert Malthus desató grandes controversias al asegurar que el hombre nunca sería capaz de producir alimentos al mismo ritmo de crecimiento de la población, ya que ésta, según él, se incrementaba exponencialmente en tanto que la producción de alimentos crecía aritméticamente. De aquí que concluyera que el hombre estaba condenado a morir de hambre ( Malthus, 1857 ).

El hombre se ha encargado de probar el error de Malthus empleando la ciencia y la tecnología que mantienen y mejoran la producción. Sin embargo, la población sigue creciendo a gran velocidad. En 1830 la tierra estaba poblada por mil millones de personas; los especialistas predicen que para el año 2000 habrá una población de 7,500 millones de habitantes (SAM, 1981). Para abastecer esa población será necesario triplicar la actual producción de alimentos. En la actualidad, alrededor de un tercio de la población mundial se encuentra ya sufriendo hambre y desnutrición; ésto debido tanto a problemas de carácter técnico, como político ( CONAPO, 1979 ).

La ciencia de los alimentos, de los cuales hablamos con naturalidad, es un conocimiento aún no concluido. Originalmente, la primera alternativa de alimentos para el hombre fue la recolección de frutas silvestres y la caza de animales salvajes, todo esto bajo condiciones nómadas de vida. Con el paso del tiempo las frutas se agotaron y el hombre se vió precisado a cultivar la tierra, con lo que cambió al modo de vida sedentario; esto creó la oportunidad para domesticar animales, cuyo uso inicial fue en la alimentación o bien, para el trabajo.

Entre las especies que fueron domesticadas y aun son explotadas

en nuestros tiempos, están los bovinos, equinos, aves y cerdos. To dos estos animales son producidos en la actualidad a gran escala pa ra tratar de cubrir las necesidades de alimento de la humanidad. Dentro de estas especies, el cerdo es uno de los animales con más - alta eficiencia, después de las aves, en cuanto a la conversión ali mento-carne se refiere (Janick et al, 1976).

El cerdo requiere volúmenes considerables de energía y cantida des variables de proteína en sus diferentes etapas productivas de - cría, crecimiento, desarrollo y finalización. En las áreas con ma- yor densidad de población porcina, los granos, cuando existen en -- cantidades considerables y están disponibles a precios razonables, - son la principal fuente de energía. En otros países como el nues-- tro y más específicamente en las regiones del trópico, la produc--- ción de granos no es suficiente siquiera para satisfacer el consumo humano. Muchos de estos países, sin embargo, tienen el potencial - para producir, o producen ya cantidades considerables de otras fuen tes alimenticias que suministradas como parte importante de las ra- ciones contribuirían a desarrollar y mantener una industria porcina eficiente y de considerable magnitud. Uno de estos recursos alimen ticios, con un potencial prometedor, aun desconocido en algunas re- giones tropicales, es la yuca.

## II ANTECEDENTES

Resultados obtenidos en experimentos realizados en varias partes del mundo, nos permiten ver que la yuca (Manihott esculenta) juega un papel importante en la búsqueda de fuentes energéticas de buena calidad, comparables con los granos utilizados tradicionalmente en dietas para la alimentación animal. Con esto se trata de solucionar o aminorar uno de los problemas por los que atraviesa la ganadería sobre todo de especies menores, en la región del trópico, que es la escasez de granos (fuente convencional de energía). La yuca, (Manihott esculenta y Manihott utilissima) recibe otros nombres como: mandioca, cassava, huacamote. Es una planta Euforbiácea arbustiva, originaria del trópico (Youngken, 1951), cuyo cultivo es realizado principalmente para la obtención de tubérculos destinados a la extracción de almidones de uso industrial y también por su utilización, tanto humana como animal, en la elaboración de alimentos.

Esta planta se desarrolla bien en lugares tropicales cuya temperatura media fluctúa entre los 18 y 35°C, y con una precipitación de 750 mm<sup>3</sup> en adelante; llega a la madurez y estado óptimo para la cosecha entre los 8 y 10 meses, pero una vez que ha alcanzado los 4 - 5 meses puede soportar largos períodos con precipitaciones menores a la citada anteriormente. Es importante mencionar que la altura sobre el nivel del mar a la que debe ser cultivada y en la que logran mejores rendimientos, debe ser inferior a los 1000 m. (Mosqueda, 1969).

Debido a que el principal producto obtenido de la yuca es el tubérculo, es de suma importancia el que sea sembrada en suelos que le permitan crecer y engrosar fácilmente. Los suelos "pesados" impiden que la raíz crezca fácilmente y obstaculizan o hacen más difícil su cosecha. Los suelos ideales para dicho cultivo son aquellos de textura mediana, arenosos, profundos y con buen drenaje, ya que se ha visto que los suelos inundables-

no permiten su buen desarrollo (Mosqueda, 1969). Los rendimientos de tubérculos, por lo general, son altos; por ejemplo, en la India el promedio de rendimiento por hectárea es de 12 toneladas, aunque llega a haber variedades con rendimientos de hasta 50 toneladas/ha. (Enríquez y Ross, 1967). En nuestro país, en el estado de Tabasco, los rendimientos por hectárea son de 33 toneladas en variedades como México 59 y M-PAN 51, mientras que con variedades criollas se han obtenido rendimientos de 17 toneladas/ha. (INIA, 1979). En el Cuadro 1 se presentan algunas variedades existentes en México y actualmente en estudio (Contreras, -- 1974).

CUADRO 1.- VARIEDADES DE YUCA QUE SE TIENEN EN OBSERVACION  
EN EL CAMPO EXPERIMENTAL DE COTAXTLA, VER.

ORIGEN	VARIEDAD	CALIDAD GENERAL
Brasil	C-59-3	5
"	C-59-6	7
"	C-59-9	5
"	C-59-10	7
"	C-59-12	7
"	C-59-13	5
Costa Rica	Señora está en la mesa	9
"	Cubana	7
"	Bayuna No. 3 tipo dulce	5
"	Bullet tree	5
"	Elmo stick	5
"	New stick	5
"	Yellow saunders	5
"	Eye water	5
"	White jue	5
"	Smalling santa cruz	5
"	White stick	5
"	Bunch of keys	5
"	Valencia	7
"	Cubana blanca	5
"	White margaret	5
"	Big yard marlie hill	5
"	Vainilla	5
"	Crema	7
"	Siete meses	5
"	Camote blanco	7
"	Camota	5
"	Zopilota	5
"	Sin nombre H-56-1	Sin
"	Valluna	"
"	EPC No. 3	"
"	Sin nombre H-56-1	7
"	Itú	9
"	Guaxupé	7
"	Yucateca	6

NOTA: La calidad general se calificó en una escala del 1 al 10, teniendo en cuenta el rendimiento. Contreras, 1974.

El cultivo de la yuca se realiza regularmente en el sudeste de Asia (especialmente en Indochina y Tailandia), en Asia Meridional (India), en Africa Occidental y en Latinoamérica, sobre todo Brasil que es el mayor productor de yuca con 31.8 millones de toneladas anuales (Goering, 1980). En nuestro país se obtienen alrededor de 150,000 toneladas al año producidas en los estados de Campeche, Chiapas, Tabasco, Veracruz y Yucatán.

En la zona tropical de Veracruz el cultivo de la yuca es llevado a cabo principalmente, desde el punto de vista comercial en las cercanías de las poblaciones de Alvarado, Ignacio de la Llave, Tlacotalpan y Cosamaloapan (Contreras, 1974).

La yuca está entre las 1,000 o más plantas, pertenecientes a 90 familias y 250 géneros, clasificados como cianogénicas -- (Conn, 1969); ésto es debido a que contiene dos glicosidos cianogénicos, los cuales al sufrir hidrólisis, liberan ácido cianhídrico (HCN). Estos glicosidos han sido identificados como la Linamarina y la Lotoaustralina, que se localizan en la planta en proporciones de 93/4, respectivamente (Nartey, 1974). En la mayoría de las especies animales, los niveles o dosis letales van de 1 a 2.3 mg. por kg. de peso corporal (Garner, 1969). De acuerdo al contenido de HCN de las raíces descortezadas, la yuca se ha clasificado en variedades "dulces" y "amargas", siendo las primeras las más aptas para el consumo, dado que la concentración de dichos compuestos es menor que en las amargas.

La linaniarina, uno de los glicosidos cianogénicos de la yuca, al hidrolizarse enzimáticamente produce glucosa, acetona y HCN; estos compuestos se separan al entrar en contacto con dos enzimas que se localizan en la planta y que son específicas para cada glucósido.

Entre los síntomas que podemos observar en animales con intoxicación por HCN, se encuentra la respiración acelerada y profunda, pulso acelerado, insensibilidad a ciertos estímulos ner-

viosos, y en ocasiones contracciones musculares espasmódicas (Oke, 1969). Esta sintomatología esta originada por la afinidad del HCN por la hemoglobina, formando cianohemoglobina, la cual posee una muy baja capacidad para el transporte de oxígeno.

Además de esta reacción el HCN produce inhibición de una de las enzimas más importantes en la cadena respiratoria, la citocromo oxidasa, la cual actúa en el transporte de electrones de dicha cadena, lo cual se traduce en una anoxia citotóxica (Radeleff, 1970

Se sabe que dentro de los tejidos del organismo animal, el tejido nervioso es el más sensible a la falta de oxígeno, por lo que, en una intoxicación por HCN, puede haber una depresión neuronal que llegue a afectar la zona bulbar del cerebro y producir con esto un paro respiratorio y consecuentemente la muerte (Runnells et al, 1965)

No obstante que todos estos problemas los encontramos en una intoxicación aguda, la ingestión prolongada de pequeñas cantidades de HCN puede también ocasionar, debido a un efecto de acumulación, problemas de toxicidad. Aunque estas cantidades mínimas no causan la muerte del animal, afectan su salud y rendimiento físico.

El animal posee mecanismos fisiológicos para la eliminación de dicho compuesto tóxico, y las cantidades en que se eliminan están condicionadas a la especie, estado físico del animal, consumo de nutrientes, etc.

El cianuro es conjugado en los animales en varias formas. En la primera la cisteína reacciona con el cianuro para formar ácido-2-inino-4 tizolidinecarbóilico el cual es excretado en la orina. El segundo el cianuro reacciona con tiosulfato a través de la enzima Rhodanesa para formar tiocianato, que es un producto de detoxificación. La enzima esta presente en todos los tejidos del organismo.

mo, pero su mayor concentración está en el hígado; por lo tanto, la detoxificación del HCN se lleva a cabo en todo el organismo, pero principalmente en el hígado (Zitnak, 1973).

Se ha visto que la detoxificación de HCN puede estar limitada por la presencia o concentración de varios nutrientes; esto es orientado principalmente hacia la disponibilidad de azufre. Por ejemplo, se ha visto que administrando tiosulfato a perros, la dosis letal mínima de HCN aumenta por un factor de 3-4; se ha observado también -- que no hay la misma respuesta a la aplicación de otras fuentes de -- azufre como cistina, tiourea y sulfuro de sodio, ésto debido probablemente a la lentitud de dichos compuestos para transformarse en -- tiosulfato (Conn, 1973).

Además de la Rhodanasa existen otros mecanismos y sustancias -- involucrados en la detoxificación de HCN; tal es el caso del ácido B-mercapto pirúvico, el cual puede suministrar sulfuro tan rápidamente como el tiosulfato para la formación de tiocianato (Zitnak, 1973)

Otra sustancia que desempeña un papel directo o indirecto en la eliminación del HCN es la vitamina B-12. Se ha visto que al -- aplicar una dosis subletal de HCN a ratas se produce una baja considerable en los depósitos de vitamina B-12 del hígado, lo cual nos -- lleva a concluir que es un importante detoxificante en el envenenamiento por HCN. El mecanismo de acción de esta vitamina no tiene -- relación con la transformación del HCN a tiocianato mediante la Rhodanasa o el ácido B-Mercapto pirúvico. El HCN combina con facilidad con la forma hidroxil de la hidroxibalamina y de este modo se incorpora a la reserva metabólica como formato para otros ciclos metabólicos (Conn, 1973).

Resumiendo lo anterior, las diferencias en el grado de toxicidad del HCN pueden ser explicables en muchos de los casos por la deficiencia o presencia de niveles suficientes de compuestos tales como metionina, cistina, sulfuro, vitamina B-12 y otros elementos co-

mo yodo, cobre y hierro. Del mismo modo, aun cuando en las raciones animales se esté proporcionando el nivel adecuado de ciertos nutrientes como metionina, vitamina B-12, hierro, etc. y aun así surgen sin tomatologías orientadas a una deficiencia de esos nutrientes, esto - podría explicarse debido a la precencia de niveles subletales de HCN en la dieta que reducen la eficiencia y adecuada utilización metabólica de estos nutrientes.

En cuanto a la reducción del nivel de toxicidad de la yuca se - han aplicado varios metodos, entre los que podemos citar la deshidra tación en hornos y al sol, cocción de agua y fermentación. La deseca ción en estufa y la cocción en agua requieren de mayor manejo e in - versión, mientras que el secado al sol es un método práctico y efecti vo, pues al picar los tubérculos para su secado induce la acción de las enzimas sobre los glucósidos, liberando al HCN que se eliminan - al aire; se ha visto que con este método se puede eliminar hasta el - 75% del contenido del HCN (Alves, 1947).

Para la alimentación animal, del cultivo de la yuca se pueden - obtener dos productos: Los tubérculos y las hojas, ambos de buen va - lor nutricional, y que pueden ser balanceados con otros componentes - de la dieta.

Como se observa en el cuadro 2, la composición química y por en - de el valor nutritivo de estos productos, es diferente pues mientras la raíz es rica en carbohidratos, las hojas son ricas en proteínas - cruda; la humedad es sensiblemente mayor en las hojas que en la raíz al igual que la fracción de fibra cruda.

CUADRO 2.- COMPOSICION COMPARATIVA PROMEDIO EN BASE HUMEDA  
DE LA RAIZ Y EL FOLLAJE DE LA YUCA.

F R A C C I O N E S	R A I Z (%)	H O J A S (%)
HUMEDAD	65.0	79.7
PROTEINA	1.3	5.8
GRASA	0.3	0.8
CARBOHIDRATOS	30.8	-
FIBRA	1.5	4.5
CENIZAS	1.4	1.3

(Maner, 1973; Barrios y Bresani, 1967).

La composición química de la raíz de la yuca (Cuadro 3) varía dentro de un rango relativamente amplio en casi todas las -- fracciones (proteína, fibra cruda, calcio, fósforo y humedad). Esta variación corresponde a características de variedad, siendo además influida por factores ambientales, en especial la humedad en el suelo.

CUADRO 3.- COMPOSICION DE LA RAIZ DE OCHO VARIETADES CENTRO-AMERICANAS DE YUCA.

F R A C C I O N	PROMEDIO	R A N G O
HUMEDAD % (Base fresca)	66.8	56.7 - 76.7
EXTRACTO ETereo % (Base seca)	0.9	0.6 - 1.1
FIBRA CRUDA % (Base seca)	5.2	3.8 - 7.3
PROTEINA CRUDA % (Base seca)	2.2	1.8 - 2.9
ELN % (Base seca)	88.9	85.3 - 90.4
CENIZAS % (Base seca)	2.9	1.6 - 4.0
CALCIO (mg/100 gr)	71.5	29.9 - 131.0
POSFORO (mg/100 gr)	101.9	69.6 - 116.2

(Barrios y Bresani, 1967).

Maner (1974) reporta valores para raíz de yuca de variedades colombianas, de 65.5, 1.3, 1.5, 0.3, 1.4 y 30.3 como porcentajes de humedad, proteína, fibra cruda, grasa, cenizas y extracto libre de nitrógeno, respectivamente. Este último está constituido en un 80% por almidones y el restante 20% por azúcares y amidas (Vogt, 1966). El almidón contenido en la raíz de la yuca está constituido por amilolosa en un 20% y por amilopectina en un 80%, siendo la unidad básica la D-glucosa, que es el monosacárido producto de la hidrólisis completa de la molécula de almidón (Kerr, 1950; Johnson y Raymond, 1965). Del total del nitrógeno contenido en la raíz de yuca, del 40 al 60% es nitrógeno proteico (CIAT, 1972). En general, el contenido de proteína cruda en la raíz de la gran mayoría de las variedades dulces de yuca no excede del 3%, aunque algunos autores como -- Jaramillo y Herrera (1970) reportan muestras analizadas de Manihott carthagensis, conteniendo hasta un 15.4% de proteína cruda.

En cuanto al contenido de aminoácidos, la yuca ofrece ventajas debido a los niveles óptimos de algunos aminoácidos como lisina y triptofano, niveles que son comparables con los del maíz. La deficiencia más marcada se ha encontrado en los niveles de cistina y metionina, los cuales se consideran como primeros limitantes según varios autores (Cuadro 4).

CUADRO 4.- CONTENIDO DE AMINOACIDOS EN LA RAIZ DE YUCA\*

AMINOACIDOS	1 <sup>a</sup>	2 <sup>b</sup>	3 <sup>c</sup>
Arginina	15.0	3.7	7.7
Histidina	.56	1.2	1.5
Isoleucina	.90	2.0	5.3
Leucina	1.38	2.9	5.6
Lisina	1.55	3.5	6.2
Metionina	.33	1.0	0.6
Cistina	.51	0.6	-
Treonina	.93	2.1	3.8
Fenilalanina	.85	2.3	3.5
Valina	1.27	2.6	4.0
Triptofano	.50	0.5	0.5
Acido aspártico	-	4.4	-
Acido glutámico	-	12.7	-
Prolina	-	1.6	-
Ornitina	-	10.4	-
Serina	-	1.9	-
Glicina	-	2.4	-
Alanina	-	4.6	-
Tirosina	-	1.6	-

\* Expresado como porcentaje de la proteína.

a Maner, 1974.

b Close et al, 1953.

c Sreeramamurthy, 1945.

Otro factor importante es el valor energético de la raíz, el cual resulta también muy similar al del maíz. Maner (1974) menciona valores de 3758 Kcal/kg de energía digestible (ED) y 3496 - Kcal/kg de energía metabolizable (EM); Aumaitre (1969) menciona - que el valor de ED de la yuca es de 4185 Kcal/kg; Mejía (1960) re- porta que el valor energético de esta planta es similar al del -- maíz cuando es usado en niveles de sustitución del 20 al 40%; Ol- son et al (1969) y Muller et al (1974) encontraron valores calóri- cos de EM de 3466 Kcal/kg para el maíz y de 3420 Kcal/kg para la- yuca.

Se han realizado y publicado un buen número de trabajos acer- ca del uso de la yuca en la alimentación de cerdos. En el cuadro 5 se presentan resultados de trabajos realizados antes de 1950 -- (Maner, 1974).

CUADRO 5.- RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS EN TRABAJOS PARA EVALUAR LA YUCA COMO ALIMENTO PARA CERDOS (1927-1941)

NIVEL DE YUCA (%)	PESO DE LOS CERDOS (kg)	GANANCIA DIARIA DE PESO (kg)	CONVERSION ALIMENTICIA	REFERENCIA
20	11-26	0.206	2.65	Mondonedo y Bayan, 1927.
20	28-40	0.175	6.52	Mondonedo y Bayan, 1927.
30	39-62	0.325	6.46	Mondonedo y Bayan, 1927.
20	32-60	0.396	4.76	Mondonedo, 1928.
10-25	- -	0.559	4.10	Fullerton, 1929.
25	10-20	0.068	9.56	Mondonedo y Avante, 1931.
24-40	35-82	0.609	4.03	Woodman, <u>et al</u> , 1931.
5	- -	0.420	5.32	Alba, 1937.
10	- -	0.420	5.38	Alba, 1937.
15	- -	0.400	5.47	Alba, 1937.
20	- -	0.350	6.01	Alba, 1937.
15	12-30	0.250	3.51	Asico, 1941.
20	30-50	0.280	6.35	Asico, 1941.
25	50-70	0.300	6.86	Asico, 1941.
15-25	12-70	0.270	5.68	Asico, 1941.

Fuente: Maner, 1974.

De Alba (1951), menciona trabajos efectuados en Brasil, en los cuales se logró una sustitución del total del maíz de una ración, - por yuca fresca obteniéndose ganancias de 708 y 392 gr. También reporta trabajos efectuados en Panamá, en los cuales se utilizaron - cantidades limitadas de yuca fresca (3.4 Kg/cerdo/día) y observaron que existe una equivalencia de 27 kg. de concentrado por 100 Kg de - yuca fresca. Oyenuga y Opeke (1956) y Mobede (1963) concluyen que - se puede utilizar yuca fresca o deshidratada en niveles de hasta - 55% Mejía (1960) reporta que la yuca puede ser utilizada en nive - les que van del 20 al 40% sin que haya diferencias en el rango de - crecimiento y conversión alimenticia. Otros autores, como Cunha, - Combs y Durrance (1974), reportan que el nivel satisfactorio es del 20 al 30% Shimada (1970) reporta que utilizando niveles del 44% de - yuca no hay cambios en la respuesta del animal; en cambio, cuando - se sube a niveles del 66%, hay una baja en la ganancia diaria de - peso y en la conversión alimenticia. Maner (1972), después de una - serie de experimentos evaluando variedades colombianas de yuca, con - cluyó que utilizando yuca fresca a libertad y suplementando un con - centrado proteico en cantidades adecuadas, se obtienen ganancias de - pesos similares a las obtenidas en dietas completas y además con un menor consumo en base seca.

### III OBJETIVO

El objetivo de este trabajo fue determinar el grado óptimo de - sustitución del sorgo por yuca fresca en una ración para cerdos en - crecimiento (30 a 60 Kg).

### IV MATERIAL Y METODOS

El experimento se realizó en el Centro Experimental Pecuario - "La posta" (CEPP) del Instituto Nacional de INvestigaciones Pecua - rias, situado en Paso del Toro, Veracruz; en el período comprendido entre mayo y agosto de 1981. El centro cuenta con una unidad expe - rimental de cerdos, en la cual fueron alojados los animales emplea-

dos en el trabajo.

Todos los animales utilizados fueron obtenidos de camadas nacidas en el mismo Centro y fueron seleccionados por peso, edad y sexo para distribuirlos en lotes los más uniformes posibles.

Se utilizaron 24 cerdos con un peso promedio de 31 kg y de composición racial Duroc X York. Los animales fueron distribuidos uniformemente en lotes de 3 (2 hembras y 1 macho castrado) habiéndose utilizado un diseño de bloques al azar para su asignación a cuatro dietas: - una control y tres experimentales. Dichas dietas fueron formuladas en base a la sustitución progresiva del sorgo de la dieta control por yuca fresca (Cuadro 6).

CUADRO 6.- NIVELES DE SUSTITUCION DE SORGO POR YUCA  
PARA CERDOS EN CRECIMIENTO

TRATAMIENTO I (TESTIGO)	0%
TRATAMIENTO II	25%
TRATAMIENTO III	50%
TRATAMIENTO IV	75%

Se asignaron 2 lotes por tratamiento incluido el control. En el cuadro 7 se presenta la composición porcentual de las raciones experimentales utilizadas. Estas fueron balanceadas para lograr los niveles propuestos de sustitución, pero manteniendo un contenido de proteína igual para todas las dietas (16% proteína cruda).

Los requerimientos de los animales fueron fijados de acuerdo a -- las tablas del NRC (1979) para cerdos.

CUADRO 7.- COMPOSICION DIETAS EXPERIMENTALES (COMO SE OFRECE)

	% S U S T I T U C I O N			
	0	25	50	75
	%	%	%	%
Sorgo	70.818	49.872	30.138	8.276
Yuca fresca	-	17.705	35.409	53.114
Soya	23.182	26.423	28.472	32.610
Melaza	5.0	5.0	5.0	5.0
Sal	.5	.5	.5	.5
Vit/min	.5	.5	.5	.5
	100.0	100.0	100.0	100.0
Proteína % (Calculada)	16.0	16.03	16.0	16.0
Energía metabolizable	2948	3043	3109	3236

Dos semanas antes del inicio del programa, los animales fueron -- asignados a los cuatro tratamientos y recibieron las diferentes dietas como fase de adaptación. Los animales fueron pesados el último día de esta etapa.

Una vez iniciado el experimento los animales se pesaron cada 7 - - días y cada lote fue retirado del experimento cuando el último de los animales del grupo alcanzó o rebasó los 60 kg.

Se llevaron registros de los parámetros medidos (Cuadro 8) y éstos fueron analizados por el método de varianza. Las diferencias encontradas entre tratamientos fueron analizadas por la prueba de Duncan.

La variedad de yuca utilizada en el trabajo fue la "Itú", la cual procedía de los cultivos existentes en el C.E.P. "La Posta". Esta fue

cosechada cada tercer día y ofrecida fresca y picada, mezclada con el resto de la dieta.

CUADRO 8.- PARAMETROS ANALIZADOS EN EL EXPERIMENTO DE SUSTITUCION DE SORGO POR YUCA FRESCA PARA CERDOS EN CRECIMIENTO.

---

PESOS INICIAL	(KG)
PESO FINAL	(KG)
DIAS EN EXPERIMENTACION	
CONSUMO TOTAL	(KG.MS)
GANANCIA TOTAL	(KG)
CONSUMO DIARIO	(KG.MS)
GANANCIA DIARIA	(KG)
CONVERSION ALIMENTICIA	

---

#### V RESULTADOS Y DISCUSION

Los promedios por tratamiento para pesos inicial y final y dias en experimento se presentan en el cuadro 9.

El peso inicial fue similar para todos los tratamientos

En el peso inicial se observó una tendencia a ser mayor para los animales recibiendo el tratamiento II (25% de sustitución); no obstante, la diferencia fue no significativa.

El período experimental fue más corto para los animales que recibieron la dieta control sin que esta diferencia fuera estadísticamente utilizadas. Se contempla que al aumentar el número de réplicas es posible detectar esta diferencia con una significancia estadística.

En el cuadro 10 se presentan los promedios por tratamiento para consumo diario, ganancia diaria y conversión alimenticia.

El consumo total, expresado en Kg de materia seca, fue semejante para las diferentes dietas, mientras que el consumo diario difirió estadísticamente ( $P < .05$ ). Esto se debió a que los niveles de sustitución del sorgo por yuca fueron hechos en base húmeda y por lo tanto las dietas -- que recibieron los animales con 25, 50 y 75% de sustitución presentaron un menor contenido de materia seca; además, de la misma manera fueron asignadas las cantidades diarias de alimento a cada lote.

La ganancia diaria fue mejor para los animales del grupo control, aunque la diferencia con los otros grupos no fue significativa.

La mejor ganancia dentro de las dietas experimentales, fue la del tratamiento II (25% de sustitución) con un promedio de 585 gr. sin existir entre éstas una diferencia significativa. Este promedio de ganancia diaria concuerda con lo descrito por otros autores (Maner, 1972); Aimaire, 1969; De Alba, 1951). Además este valor está dentro de los límites de ganancia diaria esperada en una explotación porcina.

Finalmente, la conversión alimenticia, expresada en kg de materia seca de alimento por kg de aumento, fue bastante similar para los cuatro tratamientos, manteniéndose en todos estos dentro del rango de buena conversión alimenticia de acuerdo a lo sugerido por el NRC, 1979. El índice de conversión alimenticia que resultó mejor, aunque sin diferencia estadística, fue para el tratamiento III con 50% de sustitución con un promedio de 3.263 Kg de alimento (Materia seca), por kg de aumento de peso de animales.

## VI CONCLUSION

La yuca fresca puede sustituir parcialmente (25-50%) al sorgo de una ración para cerdos en crecimiento, obteniéndose buenas ganancias de peso y conversión alimenticia aceptable; no obstante, se deberán ajustar los consumos y cantidades de alimento suministradas. Es necesario reali-

zar otros trabajos proporcionando la yuca fresca y el suplemento -- por separado para que los animales regulen el consumo de ambos ingredientes (Avila, 1981)

La utilización de la yuca a las raciones de cerdos es factible - nutricionalmente hablando, pero estará condicionada al costo de producción, disponibilidad y a la diferencia económica con los granos - como el sorgo.

CUADRO 9 PESOS INICIAL Y FINAL Y DIAS EN EXPERIMENTO CON LA SUSTITUCION DE SORGO POR YUCA FRESCA EN CERDOS EN CRECIMIENTO 1/ 2/

PARAMETROS	% S U S T I T U C I O N			
	0	25	50	75
PESO INICIAL ( KG )	34.5 $\pm$ .0	31.6 $\pm$ .031	31.3 $\pm$ .031	29.7 $\pm$ .033
PESO FINAL ( KG)	68.8 $\pm$ .014	72.7 $\pm$ .013	67.5 $\pm$ .014	64.4 $\pm$ .015
DIAS EN EXPERIMENTO	49 $\pm$ .020	70 $\pm$ .014	70 $\pm$ .014	80.5 $\pm$ .012

1/ Medias  $\pm$  D.E.

2/ No hubo diferencia significativa para estos parámetros.

CUADRO 10.- CONSUMOS DIARIO Y TOTAL, GANANCIAS DIARIA Y TOTAL Y CONVERSION ALIMENTICIA DEL EXPERIMENTO DE SUSTITUCION DEL SORGO POR YUCA FRESCA PARA CERDOS EN CRECIMIENTO 1/ 2/

PARAMETROS	% S U S T I T U C I O N			
	0	25	50	75
CONSUMO TOTAL (KG.MS)	112.9 $\pm$ .008 <sup>a</sup>	130.8 $\pm$ .0 <sup>a</sup>	117.8 $\pm$ .008 <sup>a</sup>	118.3 $\pm$ .008 <sup>a</sup>
GANANCIA TOTAL (KG)	34.3 $\pm$ .029 <sup>a</sup>	41.1 $\pm$ .024 <sup>a</sup>	36.2 $\pm$ .027 <sup>a</sup>	34.7 $\pm$ .028 <sup>a</sup>
CONSUMO DIARIO (KG)	2.306 $\pm$ 0.165 <sup>a</sup>	1.869 $\pm$ 0.0 <sup>b</sup>	1.682 $\pm$ 0.0 <sup>c</sup>	1.469 $\pm$ 0.0 <sup>d</sup>
GANANCIA DIARIA (KG)	.700 $\pm$ .008 <sup>a</sup>	.585 $\pm$ .008 <sup>a</sup>	.515 $\pm$ .009 <sup>a</sup>	.430 $\pm$ .004 <sup>a</sup>
CONVERSION ALIMENTICIA	3.295 $\pm$ .014 <sup>a</sup>	3.287 $\pm$ .278 <sup>a</sup>	3.263 $\pm$ .061 <sup>a</sup>	3.412 $\pm$ .035 <sup>a</sup>

1/ Medias  $\pm$  D.E.

2/ Literales diferentes en un mismo renglón indican diferencia estadística entre tratamientos ( $P < .01$ )

## VII BIBLIOGRAFIA

- ALVES, C.F., 1947, Acido cianhídrico en algunas variedades de mandioca  
*Bnagratia* pp. 15-22.
- ALMAITRE, A., 1969, Cassava as energy Ann. Zootech. 18(4):885.
- AVILA, G.E., Comunicación personal, Diciembre 1981, México.
- BARRIOS, E.A. y R. Bressani, 1967, Composición química de la hoja y de  
la raíz de algunas variedades de yuca (Manihott *esculenta*);  
Turrialba, 17:314.
- CIAT., 1972, Sistemas de producción de yuca (informe anual) Centro In-  
ternacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia.
- CLOSE, J., E.L. Adriens, S. Moore and E.J. Bigwood, 1953, Protein value  
of cassava. Soc. Chem. Biol. Brussels 35:985.
- CONN, E.E., 1969, Cyanogenic Glycosides, J. Agr. Food Chem. 17:3.
- CONN, E.E., 1973, Chronic cassava toxicity. Proceeding of an interdis-  
ciplinary workshop. January 29, B. Nestel and Mc. Intyre --  
editors. London, England.
- CONSEJO NACIONAL DE POBLACION, 1979, México Demográfico pp. 7:8, Méxi-  
co.
- CONTRERAS, J.G., 1974, Observaciones de las colecciones de yuca en la-  
región tropical de Veracruz. Depto. de Horticultura, INIA-  
SARH, México.
- CUNHA, H.D., G.E. Combs and K.L. Durrance, 1974, Swine Production in -  
Florida. Department of Agriculture, USA, pp. 76-81.
- DE ALBA, J., 1951, Ensayos de engorda de cerdos con raciones a base de  
cacao, yuca, maíz y bananas. Turrialba, 1:176-184.
- ENRIQUEZ, F.W. and E. Ross, 1967, The value of cassava root meal for -  
chicks. Poul. Sci. 46:622.
- GARNER, R., 1969, Veterinary toxicology(2nd.ed.) Williams and Wilkins-  
Co. Baltimore, USA, pp. 54-58.
- GOERING, T.N., 1980, Los tubérculos, potencial alimenticio y energéti-  
co. En Finanzas y Desarrollo, FMI-BM 17:2, pp. 32-35.
- INIA, 1979, Aportaciones del INIA a la agricultura mexicana. Aporta-  
ciones del INIA No. 3, SARH, México.

- JANICK, J., C.H. Noller and C.L. Rhikevöl, 1976, The cycles of plant and animal nutrition, *Scientific American* 235:75.
- JARAMILLO, L. and H. Herrera, 1970, Fuentes energéticas, memorias VIII Reunión de fitotecnia, Bogotá, Colombia, Nov. 22-28.
- JOHNSON, R.M. and W.D. Raymond, 1965, Cassava as animal feed, *Tropical Sci.* 7(3):109.
- KERR, R.W., 1950, *Chemistry and Industry of starch*, Sec. Ed. Academic Press New York USA.
- MALTHUS, T.R., 1977, *Ensayo sobre el principio de población*. Ed. Fondo de Cultura Económica 1a. Edición pp. 379-406.
- MANER, J.H., 1972, La yuca en la alimentación de cerdos, Seminario sobre sistemas de producción de porcino en América Latina, Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia.
- MANER, J.H., 1973, Cassava in swine feeding. Bul. RB-1, CIAT, Cali, Colombia.
- MANER, J.H., 1974, Cassava in swine feeding; En Swine production en temperate and tropical environments. Pond W.G. and J.H. Maner. Ed. Freeman, San Francisco, USA, pp. 245-258.
- MEJIA, T.R., 1960, La yuca en la alimentación animal, *Rev. Fac. Nal. de Agronomía. Medellín, Colombia*, 20:3.
- MOBEDE, A.N.A., 1963, *J. West Afric. Sci. Assoc.* 7:127.
- MOSQUEDA, V.R., 1969, El cultivo de la yuca en la zona central de Veracruz, INIA-SAG, circular CIASE No. 23.
- MULLER, Z., K.C. Chov y K.C. Hah., 1974, La yuca como sustituto total de cereales en las raciones del ganado y las aves de corral. *Rev. Mund. de Zoot.* 12:19 FAO, Roma, Italia.
- NARTEY, F., 1974, Biosynthesis of cyanogenetics glucosides in cassava (*Manihott esculenta*), Cassava chronic toxicity. Proc. of an Interdisciplinary workshop (Mónago, IDRC 010):73, London, England.
- N.R.C., 1979, Nutrient requeriments of domestic animal 2. Nutrient requeriments of swine. National Academy of Sciences, National Academy of Sciences, National Research Council Washington, DC, USA.
- OKE, O.L., 1969, Effect of some cyanogenetics glucosides in animal nutrition *World Review of nutrition and dietetics*, 11:170.
- OLSON, D.W., M.L. Sundae and H.R. Bird, 1969, The metabolizable energy content and feeding value of mandioca meal in diets for chicks. *Poult. Sci.* 48, 1445-1452.

- OYENUGA, V.A., and L.K. Opeke, 1957, Cassava as energy source for animal's West. Afric. Jour. Biol. Chem. 1:3.
- RADELEFF, R.D. 1970, Cyanogenic Plants. En Veterinary Toxicology. Lea and Febiger, 50:58.
- RUNNELLS, R.A., S.W. Monlux and A.W. Monlux, 1965, principios de Patología Veterinaria, 7a. edición, C.E.C.S.A., pp. 461-470.
- SHIMADA, A.S., 1970, Alimentación de cerdos en el trópico, memorias IV día del Ganadero C.E.P. "La Posta", INIP-SAG, Paso del Toro Veracruz, México.
- SISTEMA ALIMENTARIO MEXICANO, 1981, Lineamientos estratégicos sobre alimentación animal. Memorias segundo congreso Nacional de la Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Animal. p. 3-5, Veracruz, México.
- SHEERAMAMURTHY, V.V., 1945, Indian J. Med. Res. 33:229.
- VOGT, H., 1966, The use of tapioca meal in poultry rations, world's Poultry Sci. J. 22 (2), 113
- YOUNGKEN, H.W., 1951, Plantas cianogénicas, En tratado de Farmacología, 2a. Edición Atlante, S.A., México, p. 676.
- ZITNAK, A., 1973, Chronic cassava toxicity. Proceeding of an Interdisciplinary workshop. Nestel and Mc. Intire Editor.