

CIAT/COI
000/66e

Serie ES — No. 7
Noviembre, 1974



~~La yuca en~~ la alimentación de cerdos

Análisis económico
de dos experimentos

Néstor Gutiérrez

Centro Internacional de Agricultura Tropical

El CIAT es una organización sin ánimo de lucro, dedicada al desarrollo agrícola y económico de las tierras bajas tropicales. El Gobierno de Colombia proporciona su apoyo como país sede del CIAT y el terreno en que se encuentran localizadas sus principales instalaciones, una finca experimental de 522 hectáreas cerca de la ciudad de Cali. Se llevan a cabo proyectos cooperativos con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), principalmente en los Centros Experimentales de Turipaná y Carimagua. El CIAT está financiado por varios miembros institucionales del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional. Durante el año en curso estos donantes son la Agencia Estadinense para el Desarrollo Internacional (USAID), la Fundación Rockefeller, la Fundación Ford, la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (CIDA), la Fundación W. K. Kellogg, el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF) por medio de la Agencia Internacional del Desarrollo (IDA), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), y los Gobiernos de Holanda y Suiza. Varias de las entidades mencionadas, junto con el Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (CIID) del Canadá y la Administración para el Desarrollo de Ultramar (ODA) de la Gran Bretaña, proporcionan también fondos para proyectos especiales. La información y conclusiones de esta publicación no reflejan necesariamente la posición de ninguna de las agencias, fundaciones o gobiernos mencionados.

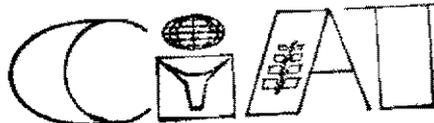
CIAT
SB
211
.e3
G89
1974



Serie ES - No. 7
Noviembre, 1974

~~La~~ yuca en la alimentación de cerdos

Análisis económico
de dos experimentos


BIBLIOTECA

44346

Néstor Gutiérrez

//
4892

Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT
Apartado Aéreo 67-13. Cali, Colombia, S. A.
Cables: CINATROP



LA YUCA EN LA ALIMENTACION DE CERDOS

Análisis económico de dos experimentos*

Néstor Gutiérrez **

La yuca constituye una de las principales fuentes de carbohidratos del trópico. Su producción mundial es de 87 millones de toneladas, aproximadamente $\frac{1}{2}$. América Latina produce el 37 por ciento de la producción mundial $\frac{2}{3}$.

La yuca se cultiva como producto comercial pero también como medio de subsistencia en una buena parte de la zona tropical, especialmente en fincas pequeñas. Posiblemente la mayor parte de la producción es destinada al consumo humano. Se consume principalmente en dos formas: fresca y seca. Su rápido deterioro y su bajo valor unitario dificultan su acceso a los grandes centros de acopio e inducen al productor a utilizarla en forma intensiva dentro de la finca.

La elevada cantidad y excelente calidad de carbohidratos en la yuca, hacen de esta un importante alimento energético para la alimentación de animales domésticos. Una de las formas de incrementar el uso de la yuca en las fincas puede ser su conversión en carne de cerdo, especie animal que tiene la característica de requerir cantidades apreciables de energía, con relación a las cantidades de proteína en su período de ceba.

* Este trabajo fue posible gracias a la gentileza de los integrantes del Programa de Porcinos del ICA, quienes proporcionaron la información de dos experimentos realizados por ellos y que sirvieron de base para éste análisis económico. Agradezco especialmente la colaboración del Dr. G. Gómez en la parte descriptiva de los experimentos, así como a los Dres. P. Pinstrup-Andersen, J. H. Maner y A. Valdés.

** Investigador Asociado, Economista, Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Apartado Aéreo 67-13, Cali, Colombia, S. A.

1/ Gutiérrez, N. y P. Pinstrup-Andersen "La importancia relativa del frijol, maíz, arroz y yuca en la zona tropical". CIAT, Departamento de Economía Agrícola, Cali, 1972. p.17

2/ Idem p. 17.

La producción de cerdos compite con alimentos utilizados en la dieta humana, especialmente granos de cereales. Por lo tanto, una forma de aumentar la producción de cerdos en las zonas tropicales, sería la intensificación del uso de productos relativamente abundantes en las regiones agrícolas marginales, como es la yuca, ya sea en forma fresca o como subproducto (harina).

Varios trabajos experimentales sobre el empleo de la yuca en la alimentación de cerdos han sido realizados conjuntamente entre el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Parte de estos resultados y una exhaustiva descripción del valor nutricional de la yuca en la alimentación de cerdos han sido informados por Maner ^{1/}.

El objetivo del presente trabajo es examinar la conveniencia de remplazar maíz común por yuca fresca o harina de yuca en la alimentación de cerdos en las etapas de crecimiento y acabado. Para este fin se han utilizado los resultados de dos experimentos con los cuales se han estimado las posibles ganancias monetarias bajo diferentes precios relativos de la yuca con respecto al precio del maíz común.

Resultados experimentales

En los estudios experimentales que a continuación se describen, se usaron mezclas de raíces de diferentes variedades de yuca, normalmente utilizadas para el consumo humano, que fueron obtenidas de la Estación Experimental del ICA en Palmira. La yuca fue cosechada dos o tres veces por semana con el fin de prevenir el proceso normal de necrosamiento y fermentación y así asegurar un alimento aceptable por los cerdos. Luego de cosechada, la yuca fue lavada y picada diariamente. En el caso del uso de harina de yuca, la yuca fresca, luego de picada fue secada al sol o al horno (aire forzado) a una temperatura de 82° C por 24 a 36 horas. La yuca seca fue previamente molida antes de incorporarla en las raciones experimentales.

En el primer experimento ^{2/}, 15 cerdos Duroc, con un peso inicial promedio de 17.8 kg, fueron divididos al azar en tres grupos de cinco cada uno, teniendo en cuenta

^{1/} Maner, J.H. "La yuca en la alimentación de cerdos", Seminario sobre sistemas de producción de porcinos en América Latina. CIAT, Palmira, 1972.

^{2/} ICA. Programa de Porcinos, Palmira. Experimento P-P-2-2-6. Citado por Maner, J. H., J. Buitrago y J. Jiménez, Utilization of yuca in swine feeding. Proceedings of the International Symposium on Tropical Root Crops. April 2-8, 1967. St. Augustine, Trinidad.

sexo y camada. Cada grupo fue mantenido en confinamiento en corrales con piso de concreto y el agua y alimento fueron ofrecidos a voluntad en bebederos y comederos automáticos. Los tratamientos experimentales fueron los siguientes:

- 1) Dieta control a base de maíz, torta de soya, torta de algodón, harina de huesos y una premezcla de minerales y vitaminas.
- 2) Yuca fresca, picada a voluntad, mas un suplemento proteínico ofrecido también a voluntad.
- 3) Yuca fresca, picada a voluntad, mas el suplemento proteínico ofrecido en cantidades suficientes para cubrir los requerimientos mínimos.

La yuca picada que no consumieron los cerdos en 24 horas fue recogida, pesada y descartada. La composición de la dieta control y del suplemento proteínico usados se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Composición de la dieta control y del suplemento proteínico.

Ingrediente	Dieta control		Suplemento proteínico
	Porcentaje		
Torta de soya	10.59		61.50
Torta de algodón	3.53		20.53
Maíz	81.33		-
Harina de huesos	2.00		7.90
Premezcla de vitaminas y minerales-trazas ^{1/}	2.55		10.07
Total	100.00		100.00

^{1/} Contribuyó con: 2500 UI de vitamina A; 250 UI de vitamina D; 2.5 mg de riboflavina; 12.5 mg de niacina; 7.5 mg de ácido pantoténico; 125 mg de cloruro de colina; 16.5 mg de vitamina B₁₂; 50 mg de clorotetraciclina; 51.5 mg Mn; 2 mg Co; 4.4 mg Cu; y 45.4 mg Zn por kilogramo de la dieta control; aproximadamente 4 veces esta cantidad fue adicional al suplemento proteínico.

Los resultados obtenidos en este experimento se presentan en el Cuadro 2. La ganancia de peso del grupo alimentado con la dieta control y del alimentado con yuca fresca más suplemento proteínico a voluntad, fueron muy similares, 0.843 y 0.834 kg de ganancia diaria de peso, respectivamente. La eficiencia de conversión alimenticia fue igualmente similar para ambos grupos. El grupo alimentado con yuca fresca más una cantidad controlada del suplemento proteínico consumió menos yuca fresca y un promedio de sólo 0.73 kg diario del suplemento cuando se ofreció a voluntad. Las ganancias de peso fueron menores, pero la eficiencia alimenticia fue superior (Cuadro 2) al de los otros dos grupos. De acuerdo a estos resultados cualquiera de las dos formas de suplementar la yuca fresca da resultados satisfactorios, aunque la suplementación diaria controlada implica mayor necesidad de mano de obra.

Una forma más práctica de utilizar la yuca en la alimentación de cerdos podría ser incluyéndola en las dietas en forma de harina. El segundo experimento ^{*}/ estudió la in-

Cuadro 2. Comportamiento de cerdos alimentados con dieta control o yuca fresca y suplemento proteínico.

Parámetro	1	2	3
	Dieta Control	Yuca fresca + suplemento a voluntad	Yuca fresca + suplemento controlado
Prom. aumento diario, kg ^{1/}	0.843	0.834	0.794
Prom. cons. diario yuca fresca, kg	-	4.05	3.89
Prom. cons. diario yuca seca, kg ^{2/}	-	1.63	1.57
Prom. cons. diario suplemento, kg	-	1.17	0.73
Prom. cons. diario total, kg ^{2/}	2.89	2.80	2.30
Eficiencia alimenticia	3.43	3.36	2.90

^{1/} Cinco cerdos por tratamiento; duración del experimento, 98 días; peso promedio inicial 17.8 kg; peso promedio final 98.6 kg.

^{2/} Total expresado sobre un 10% de humedad, aproximadamente.

corporación de harina de yuca en dietas balanceadas con el objeto de medir su valor como fuente energética y como un sustituto del maíz, en raciones de cerdos durante los periodos de crecimiento y acabado. La harina de yuca substituyó el 33, 66 y 100 por ciento del maíz de la ración control con un contenido total de 16 por ciento de proteína cruda. El nivel de torta de algodón fue mantenido constante, 7 por ciento de la dieta, para evitar problemas de toxicidad de gósipol. Puesto que la harina de yuca tiene una consistencia polvorienta, los mismos tratamientos fueron repetidos con la adición de 10 por ciento de melaza. La composición de las dietas experimentales se presenta en el Cuadro 3.

Cuarenta y ocho cerdos destetos, con un peso promedio inicial de 18.5 kg, fueron distribuidos de acuerdo a peso, sexo y camada y ocho grupos experimentales. Los cerdos fueron mantenidos en confinamiento sobre piso de concreto y recibieron agua y dieta a voluntad durante los 111 días del periodo experimental.

Cuadro 3. Composición de dietas experimentales conteniendo diferentes niveles de harina de yuca.

Ingredientes	Dietas							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Yuca seca molida ^{1/}	-	25.72	48.65	69.25	-	21.70	41.04	58.26
Maíz amarillo molido	81.31	51.43	24.33	-	69.00	43.38	20.52	-
Torta de soya	7.69	11.85	16.02	19.75	10.00	13.92	17.45	20.74
Torta de algodón	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
Melaza	-	-	-	-	10.00	10.00	10.00	10.00
Harina de huesos	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Premezcla de vitaminas y minerales-trazas ^{2/}	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Totales	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

^{1/} Secada en horno de aire forzado a 82° C.

^{2/} Contribuyó con la misma concentración de vitaminas y minerales trazas como en la premezcla del Cuadro 1.

El resumen de los resultados obtenidos en este experimento se presenta en el Cuadro 4. Cada aumento en el nivel de yuca seca resultó en una disminución de la ganancia diaria promedio de peso con o sin la adición de 10 por ciento de melaza. La adición de 10 por ciento de melaza aumentó el consumo de alimento y se tradujo en prácticamente un 10 por ciento más en las ganancias de peso, al compararlas con los grupos correspondientes sin melaza. Los resultados de este experimento demuestran la factibilidad de uso de harina de yuca en remplazo parcial o total del maíz en dietas balanceadas y su posibilidad de empleo en raciones comerciales.

Análisis estadístico

Se empleó análisis de varianza para establecer si había diferencia significativa en la respuesta entre los tratamientos en cada uno de los dos experimentos.

En el Experimento I se tomó la variable incremento de peso como variable dependiente y como fuente de variación las tres dietas. Se observó que no existía diferencia estadística significativa en la ganancia de peso entre las tres dietas. En el Experimento II, se plantearon tres modelos para el análisis de varianza, de acuerdo con el dise-

Cuadro 4. Influencia del nivel de harina de yuca en el comportamiento de cerdos en crecimiento y acabado ^{1/}

Tratamientos	Prom. aum. diario, kg.	Prom. cons. diario, kg.	Eficiencia Alimenticia
1. Dieta control	0.772	2.68	3.47
2. 25.72% yuca	0.744	2.66	3.57
3. 48.65% yuca	0.743	2.79	3.76
4. 69.25% yuca	0.708	2.48	3.49
5. Dieta control + 10% melaza	0.888	3.38	3.84
6. 21.70% yuca + 10% melaza	0.827	2.95	3.56
7. 41.04% yuca + 10% melaza	0.777	3.00	3.85
8. 58.26% yuca + 10% melaza	0.767	2.73	3.54

^{1/} Seis cerdos por tratamiento; duración del experimento: 111 días; peso promedio inicial 18.5 kg; peso promedio final 104.8 kg.

ño del experimento ^{1/}: el primero incluyó las dietas como la única fuente de variación, al segundo se le agregó la variable sexo y al tercero se le incluyó en término de interacción entre sexo y dieta. Se observó que sí había diferencia estadística significativa entre sexo y la variable incremento de peso para las cuatro dietas del experimento; el término de interacción no resultó significativo.

No debe olvidarse sin embargo que se trata de dos experimentos en que el número de repeticiones fue probablemente insuficiente, condicionado por las instalaciones y el presupuesto disponible en la época de los experimentos.

Análisis Económico

Después de comprobar si existía o no diferencia significativa en los incrementos de peso entre los tratamientos; en ambos experimentos, se procedió a evaluar la eficiencia económica de cada una de las dietas por medio de un sencillo modelo económico.

Se trató de establecer la ganancia monetaria relativa de cada dieta definida como la diferencia entre los ingresos adicionales (desde la etapa de crecimiento) y los costos parciales de cada dieta.

El ingreso adicional (I) se determinó por el aumento de peso, dado el precio del cerdo en la época de venta.

$$(1) \quad I = (W_f - W_i) P_c$$

en donde I representa ingreso adicional, W_f es peso final en kilos, W_i es peso inicial en kilos, y P_c representa el precio del cerdo por kilos.

En el Experimento I, como no se encontró diferencia significativa entre las ganancias de peso de los tres tratamientos, se optó por tomar un promedio igual para las tres dietas.

La diferencia en costo parcial de alimentos (CV) de las dietas isoprotéicas alternativas (conservando teóricamente el mismo valor alimenticio) proviene de la sustitución entre fuentes alimenticias; para su cálculo se consideraron únicamente los alimentos que varían entre las dietas:

^{1/} En el Apéndice I se presentan los modelos empleados. La significación se calculó al .95 por ciento de probabilidad.

$$(2) \quad CV = \sum_{i=1}^n X_i P_i,$$

en donde: CV = costo parcial de alimentos

X_i = cantidad del alimento i

P_i = precio del alimento i

No se consideraron aquellos gastos comunes y constantes para todos los experimentos, esto es gastos fijos principalmente y parte de las dietas, ya que ellos no inciden en la comparación entre los tratamientos en cuestión.

La ganancia relativa para cada tratamiento (U) se mide entonces por la diferencia entre los ingresos adicionales y los costos parciales de los alimentos.

(3) $U = I - CV$, o sea

$$U = (W_f - W_i) P_c - \sum_{i=1}^n X_i P_i$$

Dado los precios P_c y P_i , constantes para todos los tratamientos, se puede calcular cuál es la dieta en cada experimento que genera la mayor ganancia monetaria.

Resultados

En el Cuadro 5 se presentan las estimaciones de las ganancias relativas de los experimentos I y II. Con el objeto de medir la sensibilidad de los resultados ante variaciones en la razón de precios yuca : mafz $\frac{1}{/}$, se calculó la ganancia (U) para un rango de razón de precios que va de 20 a 150 por ciento.

El Cuadro 5 muestra, por ejemplo, en la primera columna, que cuando el precio unitario de la yuca fresca equivale al 20 por ciento del mafz, todo lo demás constante, el tratamiento de mayor ganancia relativa es el número 3 en el experimento I, en que se emplea solamente yuca fresca y suplemento controlado. Esta situación se mantiene hasta que el precio de la yuca fresca alcanza el 49 por ciento del valor del mafz; de ahí en adelante, resulta mejor emplear mafz solamente, como en la dieta número 1. Los valores negativos de los cuadros indican pérdidas relativas.

1/ Excepto para harina de yuca el resto de los ingredientes fue valorizado a los precios vigentes en el Valle del Cauca durante agosto de 1973. Ver Apéndice II.

Cuadro 5. Cambio de utilidad para nueve relaciones de precios, yuca; mafz ^{a/}
en los experimentos I, II.

Dietas	Relaciones de precios, Py/Pm, porcentajes								
	20	30	50	60	70	80	90	100	150
(Pesos)									
<u>Experimento I (Yuca fresca)</u>									
1	282	282	282	282	282	282	282	282	282
2	554	375	18	-161	-339	-518	-697	-875	-1768
3	788	616	273	102	-70	-241	-413	-584	-1442
<u>Experimento II (Harina de yuca)</u>									
1	-46	-46	-46	-46	-46	-46	-46	-46	-46
2	164	129	61	27	-7	-41	-75	-110	-280
3	344	276	141	73	5	-63	-131	-199	-538
4	539	453	282	186	110	24	-61	-147	-575
5	-39	-39	-39	-39	-39	-39	-39	-39	-39
6	302	270	206	174	142	110	78	46	-113
7	387	325	202	141	79	17	-44	-105	-413
8	637	558	399	319	240	160	81	2	-396

a/ Para seleccionar la dieta óptima el lector debe primero identificar en la parte superior la relación esperada de precios; luego, comparar verticalmente cuál tratamiento genera mayor utilidad.

En la parte inferior del Cuadro 5 puede observarse el comportamiento de las ganancias relativas con la introducción de harina de yuca (Experimento II). El tratamiento 8 resultó ser el mejor hasta cuando el precio de la harina de yuca equivale al 90 por ciento del precio del mafz, luego es mejor usar la dieta número 6, que tiene menor contenido de harina de yuca, hasta el 130 por ciento, de este precio en adelante es mejor emplear la dieta número 5 a base de mafz solamente.

Conclusiones

De los resultados experimentales y del análisis económico puede preverse un magnífico futuro de la utilización de yuca para la alimentación de cerdos. Se obtuvieron ganancias relativas mayores con el empleo de este producto que con el empleo de maíz.

La yuca fresca más suplemento proteico ofrecido en cantidades suficientes para cubrir los requerimientos mínimos, reemplaza económicamente a la dieta a base de maíz y suplemento proteico, solamente si el precio de la yuca equivale al 49 por ciento o menos del precio del maíz (a precios de 1973)¹. Mientras el precio unitario de la harina de yuca sea igual o inferior al precio unitario del maíz, éste puede ser económicamente reemplazado por harina de yuca.

A los precios vigentes en el Valle del Cauca, durante el mes de agosto de 1973, la relación de precios yuca fresca : maíz alcanzó el 20 por ciento. Por esta razón, el tratamiento número 3 del Experimento I en el que sólo se empleó yuca fresca, genera la mayor ganancia relativa. Considerando harina de yuca (Experimento II) resulta una relación de precios de 60 por ciento, con una mayor ganancia relativa para el tratamiento número 8, en el que tampoco se utilizó maíz.

Para febrero de 1974 las relaciones de precios cambiaron al 30 y 90 por ciento respectivamente sin cambiar los tratamientos óptimos. Esto es, a la relación de precios vigentes en agosto de 1973 y febrero de 1974 en el Valle del Cauca, emplear yuca da una ración de menor costo, por unidad de ganancia de peso que el maíz.

Además, puede concluirse que a dicha razón de precios, emplear yuca fresca es relativamente más rentable que emplear harina de yuca. Esto variaría con la razón de precios.

Con el uso de esta técnica de análisis, el productor puede encontrar las proporciones de mezcla más económica para una dieta cuando dispone de dos alimentos sustitutos.

1/ Este resultado es válido bajo las condiciones que existieron al momento de hacer el análisis.

Apéndice 1

Modelos empleados para el análisis de varianza

$$Y_{jk} = U + R_j + E_k \quad (1)$$

J = 1, 2, ..., 4 tratamientos

K = 1, 2, ..., 6 Animales/canal

$$Y_{ijk} = U + S_i + R_j + E_{k(i,j)}$$

i = 1, 2

$$Y_{ijk} = U + S_i + R_j + SR_{ij} + E_{k(i,j)}$$

en donde: Y = Incremento de peso

R = Tratamiento o ración o dieta

E = Error experimental

S = Sexo

SR = Interacción sexo/tratamiento

Para el cálculo de la varianza dentro del tratamiento, la unidad de observación fue cada cerdo individual.

Apéndice 2

Precios vigentes en el Valle del Cauca, a nivel mayorista

	<u>Agosto 1973</u>		<u>Febrero 1974</u>
Torta de soya	5.300	\$/ton	6.990.00
Torta de algodón	2.700	"	4.500.00
Mafz Amarillo	4.500	"	3.200.00
Harina de hueso	2.400	"	3.000.00
Premezcla de vitaminas y minerales	30.000	"	60.000.00
Melaza	650	"	1.000.00
Cerdo	21.000	"	23.500.00
Yuca fresca	1.000	"	1.000.00
Harina de Yuca	3.000	*/	3.000.00
Sorgo	3.100	"	2.800.00

*/ Estimado.

BIBLIOGRAFIA

GUTIERREZ, N. Y PER PINSTRUP-ANDERSEN, . La importancia relativa del fríjol, maíz, arroz y yuca en la zona tropical. CIAT Departamento de Economía Agrícola, Cali 1972. p. 17.

MANER, J. H. , "La yuca en la alimentación de cerdos". Seminario sobre sistemas de producción de porcinos en América Latina. CIAT, Palmira 1972.

MANER, J. H. , J. BUITRAGO Y J. JIMENEZ, Utilization of Yuca in Swine Feeding. Proceedings of the International Symposium on Tropical Root Crops. April 2-8, 1967. St. Augustine, Trinidad.

2

1



2

1

