

## EFFECTO DEL PROCESAMIENTO DE YUCARROZ SOBRE LA RESPUESTA PRODUCTIVA DE CERDOS EN CRECIMIENTO-FINALIZACION

Juventino Luna Figueroa <sup>a</sup>

Irma Tejada de Hernández <sup>b</sup>

Armando S. Shimada Miyasaka <sup>c</sup>

### RESUMEN

Con objeto de estudiar el efecto de algunos procesos térmicos como el pastillado y extrusado de yucarroz (harina de raíz de yuca-puliduras de arroz 60:40) sobre la respuesta productiva de cerdos en crecimiento-finalización se realizó este trabajo. Se utilizaron 24 cerdos de una cruce Landrace-Yorkshire-Duroc del mismo origen, con un peso promedio inicial de  $27 \pm 3.1$  kg, los cuales fueron distribuidos con un diseño de bloques al azar a tres tratamientos con cuatro repeticiones y dos cerdos por repetición. Las dietas estudiadas contenían 78.9% y 81% de yucarroz procesado y sin procesar durante las etapas de crecimiento y finalización respectivamente. Los animales fueron pesados al inicio y cada 14 días hasta que alcanzaron el peso al mercado (100 K). Al final del experimento se acrificaron los animales y se midió el espesor de la grasa dorsal. Los resultados obtenidos, en la ganancia de peso promedio diaria mostraron diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ ) 0.661<sup>a</sup>, 0.793<sup>b</sup>, 0.633<sup>a</sup> Kg para pastillado, extrusado y harina respectivamente. Los cerdos ganaron más rápidamente peso 2.5% pastillado y 4.9% con el extrusado en comparación con la harina. El consumo de alimento también mostró diferencias entre tratamientos ( $P < 0.05$ ), 2.113<sup>a</sup>, 2.435<sup>b</sup> y 2.055<sup>a</sup> Kg para pastillado, extrusado y harina respectivamente; 18.6% más alto para extrusado y pastillado comparado con la harina. Grosor de la capa de grasa dorsal y eficiencia alimenticia no mostraron diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ). Yucarroz procesado es aparentemente una buena alternativa para alimentación de cerdos.

Téc. Pec. Méx. Vol. 30 No. 2 (1992)

La necesidad de producir carne para alimentación del hombre a bajo costo, ha provocado una corriente de investigación, dirigida a la búsqueda de productos potencialmente utilizables como alimento para animales. En los países tropicales se ha usado con buen éxito la raíz de yuca (*Manihot utilissima*) como sustituto de cereales<sup>9</sup>. La harina de yuca como alimento para animales aunque se usa ampliamente en países tropicales tiene dos grandes desventajas, la toxicidad de los glucósidos cianogénicos que contiene, su bajo contenido

y pobre calidad de la proteína y lo pulverulento de la harina<sup>2</sup>. Para mejorar su valor se ha intentado enriquecer adicionando diversas fuentes de proteína como harina de pescado y pasta de soya<sup>1,11</sup>, gallinaza, cáscaras de piña, pasta de cacahuate<sup>14</sup>. La aplicación de algunos procesos tecnológicos como secado, ebullición, pastillado, extrusado mejoran el valor nutritivo porque disminuyen el efecto tóxico de los glucósidos cianogénicos y mejoran la disponibilidad de almidones y proteínas<sup>2,3,11,13</sup>.

El cocimiento por extrusión es una técnica que se utiliza cada vez más para alimentos de animales, ya que tiene dos ventajas principales, la primera es tener el potencial para mejorar la digestibilidad del alimento alterando los componentes de la proteína, almidón, grasa y otros, así como la de inactivar por calor algunos factores

a Finado

b Proyecto Micotoxinas-Centro nacional de Investigaciones Disciplinarias en Microbiología INIFAP. Apdo. Postal 41-682 México, D.F. 01100.

c Centro Nacional de Investigaciones Disciplinarias en Fisiología y Mejoramiento Animal-INIFAP Apdo. Postal 29-A Querétaro, Qro.

antinutricionales, proteínas y glucócidos. Este proceso consiste en forzar el alimento bajo diferentes condiciones de humedad, temperatura y presión, a través de un orificio o ranura, con lo que se provocan modificaciones físicas y químicas<sup>8</sup>. El pastillado es un proceso que se aplica para alimentos de animales desde hace por los menos 40 años y consiste en pasar el alimento a través de un dado cilíndrico; también se pueden cambiar las condiciones de humedad y presión y se pueden adicionar al alimento sustancias que ayuden a la compactación. el pastillado de los alimentos mejora la digestibilidad del almidón y proteína contenidas en ellos<sup>2,4,15</sup>.

Del arroz destinado al consumo humano se obtienen como subproductos las pulidoras del grano, las cuales han demostrado tener buen valor nutritivo como sustituto de maíz en raciones para cerdos, se encontró que niveles de 22.5% para la etapa de crecimiento y 45% en desarrollo eran comparables a los de la dieta testigo<sup>7</sup>. El valor nutritivo de la combinación de yuca y pulidoras de arroz (yucarroz) fue estudiado como sustituto de maíz en dietas para pollos y cerdos, encontrando que la combinación 60-40% yuca-pulidora de arroz podía sustituir del 50 al 100% del maíz de las dietas para pollos, no detectándose diferencias en la ganancia de peso de los animales, aún cuando se incrementó el consumo de alimento y por lo tanto la conversión alimenticia. En cerdos en crecimiento no hubo efecto por la substitución parcial o total del maíz por yucarroz. En cerdos en finalización la mejor substitución fue la del grano 50% del grano<sup>6</sup>. El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto del extrusado y pastillado del yucarroz en raciones para cerdos en crecimiento-finalización, sobre su respuesta productiva.

El yucarroz se preparó mezclando harina de yuca variedad papa procedente de Huimanguillo, Tabasco y puliduras de arroz adquiridas comercialmente en el estado de Morelos. La proporción fue de 60:40 yuca-puliduras de arroz. La harina de yuca se preparó lavando los tubérculos antes de secarlo al sol. El análisis químico proximal

del pulido de arroz demostró que contenía 13.1% de proteína cruda, 41.5% de extracto etéreo y 6.2% de fibra cruda<sup>12</sup>. El pastillado del yucarroz se realizó en una pastilladora de laboratorio (California Pellet Mill) con las siguientes condiciones. humedad de la mezcla 15%, preacondicionamiento con vapor a 60 C, diámetro del dado 1.4 cm, secado por aire forzado a 50 C. La extrusión se realizó en un extrusor de producción comercial (Sproud-Waldrow modelo 775) bajo las condiciones siguientes; humedad de la mezcla, 9.0%, velocidad del gusano extrusor 320 rpm, presión vapor en cocineta 0.422 Kg/cm<sup>2</sup>, agua en extrusor 5.678 lts/min, diámetro de la boquilla 0.9 cm. El Cuadro 1 describe la composición de las dietas. El yucarroz procesado y sin procesar constituyó el 78.9% en la etapa de crecimiento y el 81% en la de finalización. El yucarroz procesado se trituró a un tamaño de partícula de 0.5 cm antes de mezclarlo con los otros ingredientes.

Se utilizaron 24 cerdos híbridos de una cruce Landrace-Yorkshire-Duroc (18 machos castrados y 6 hembras), de la misma edad y con un peso inicial promedio de 27 ± 3.1 Kg. Los cerdos se distribuyeron a los tratamientos bajo un diseño en bloques al azar<sup>10</sup>; donde los criterios de bloque fueron: peso inicial y sexo, con tres tratamientos y cuatro repeticiones con dos animales en cada una. Los animales se alojaron en corrales con piso de cemento y asoleadero, comederos de tolva y bebederos automáticos de chupon en donde se les proporcionó diario alimento y agua a voluntad. Al inicio del experimento los animales fueron desparasitados interna y externamente, así como vacunados contra fiebre porcina clásica. Los animales se pesaron al inicio del experimento y después cada 14 días hasta el término del mismo, cuando los cerdos alcanzaron 100 K de peso. Se llevó registro del alimento consumido; al final del experimento se sacrificaron todos los cerdos y en la canal se midió el grosor de la capa de grasa dorsal. Las variables estudiadas, ganancia de peso, consumo de alimento y grosor de la capa dorsal fueron analizadas

CUADRO 1. COMPOSICION DE LAS RACIONES EXPERIMENTALES CON BASE EN YUCARROZ PARA CERDOS DE ABASTO.

%	E t a p a s					
	Crecimiento			Finalización		
	1	2	3	1	2	3
Yucarroz sin procesar (PC 6.7%)	--	--	78.9	--	--	81.0
Yucarroz pastillado	78.9	--	--	81.0	--	--
Yucarroz extrusado	--	78.9	--	--	81.0	--
Harina de pescado (PC 63.0%)	17.1	17.1	17.1	15.0	15.0	15.0
Mezcla de minerales y vitaminas <sup>1</sup>	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Análisis calculado%						
Proteína cruda <sup>2</sup>	16.0	--	--	--	14.6	--
Lis. Total	1.01	--	--	--	0.92	--
Met + Cis	0.55	--	--	--	0.50	--
Trp	0.16	--	--	--	0.15	--
Ca	0.77	--	--	--	0.69	--
P	0.59	--	--	--	0.55	--
E.M. (Kcal/kg)	3081	--	--	--	3.102	--

<sup>1</sup> Cada Kg de premezcla aportó: Mn, 5.71 g; Mg, 2.70 g; Zn, 28.5 g; Fe, 25.5 g; Cu, 2.20 g; I, 0.10 g; Co, 0.21 g; Se, 0.02 g; K 0.09 g; NaCl 715 g. Vitamina A, 3,300,000 UI; Vitamina B<sub>12</sub> 330,000 UI; Vitamina E, 22,000 UI, Riboflavina, 1.10 g; Vitamina B<sub>12</sub>, 17.6 mg; Niacina, 27 g; D-Pantotenato de Calcio, 6.58 g; Cloruro de Colina, 175 g.

<sup>2</sup> Determinado.

estadísticamente por medio de un análisis de varianza con una comparación de medias según Duncan<sup>10</sup>.

La ganancia de peso (diferencia de peso/No. de días), consumo de alimento, eficiencia alimenticia y grosor de la capa de grasa dorsal de los animales consumiendo las dietas con yucarroz se muestran en el Cuadro 2. Para las etapas de crecimiento-finalización, la ganancia de peso promedio diaria mostró diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ) 0.661<sup>a</sup>, 0.793<sup>b</sup>, 0.630<sup>a</sup> Kg para pastillado, extrusado y harina respectivamente, observándose que los

cerdos ganaron más rápidamente peso (2.5%) con la dieta con yucarroz extrusado y 4.9% con el pastillado en comparación con la harina. El consumo de alimento mostró diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos 2,113<sup>a</sup>, 2,439<sup>b</sup>, 2,055<sup>a</sup> Kg para pastillado, extrusado y harina respectivamente; observándose en la dieta con el yucarroz extrusado un incremento del 18.7% con respecto a la harina. Entre este último tratamiento y el pastillado la diferencia fue de únicamente 2.8% y no fue significativo ( $P > 0.05$ ). La eficiencia alimenticia y el grosor de la capa de grasa dorsal no mostraron

CUADRO 2. GANANCIA DE PESO Y CONSUMO DE ALIMENTO PROMEDIO Y CONVERSION ALIMENTICIA DE CERDOS DE ABASTO ALIMENTADOS CON DIETAS CON BASE EN YUCARROZ PASTILLADO, EXTRUSADO Y EN HARINA.

	Tratamientos			E.S.
	Pastillado	Extrusado	Harina	
Ganancia diaria de peso (Kg)	0.661 <sup>a</sup>	0.793 <sup>b</sup>	0.630 <sup>a</sup>	0.011
Consumo de alimento diario (Kg)	2.113 <sup>a</sup>	2.439 <sup>b</sup>	2.055 <sup>a</sup>	0.044
Eficiencia alimenticia	0.31	0.32	0.31	0.007
Grosor de la capa de grasa dorsal cm	2.22	2.48	2.16	0.100

<sup>a,b</sup> Para cada una de las variables cifras con distinta letra son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ).  
E.S. Error estándar de la media.

diferencias significativas entre tratamientos ( $P > 0.05$ ); aunque el valor más alto se obtuvo con los animales que consumieron la dieta con yuca extrusado.

Las diferencias observadas en la ganancia de peso entre los tratamientos procesados y en la harina coinciden con lo descrito por diferentes autores<sup>4,5</sup>, quienes observaron un incremento en la ganancia diaria de peso y en el consumo diario de alimento, así como un decremento en la eficiencia de conversión de cerdos en crecimiento-finalización; aunque esto último no se observó en este trabajo. El extrusado ha probado ser un proceso más eficiente<sup>8,15</sup> que el pastillado debido esencialmente al tiempo de permanencia mayor del alimento a temperatura y presión superiores, efecto que se observó al extrusar el yuca, ya que mostró diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) con el pastillado y harina. El desperdicio de alimento si bien no se midió fue aparentemente menor en los tratamientos extrusado y pastillado. Los resultados finales de ganancia de peso promedio diaria, indican que puede acortarse el tiempo dedicado a las etapas de crecimiento-finalización en la engorda de cerdos por el procesamiento de las dietas, abatiendo con esto el costo de mantenimiento de instalaciones y pago de mano de obra. Podría considerarse que el incremento en la

densidad en las raciones con yuca extruido o pastillado tiene un valor positivo sobre su aprovechamiento, además de disminuir los desperdicios.

El yuca constituye una alternativa valiosa para alimentación de cerdos en países tropicales, donde se cultiva yuca y los hábitos alimenticios de la población dejan como subproducto de la industria del arroz a las pulidoras. Aplicando procesos térmicos como el extrusado y pastillado es posible mejorar su valor nutritivo y usarlo con mayor eficiencia.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a las siguientes personas su participación en la realización del trabajo: Dr. Níger Colorado e Ing. M.C. Juventino Contreras Guillén, la donación de la yuca empleada. Ing. Manuel Cruz, Alimentos Balanceados de México-Guadalajara, su asesoría en el proceso de extrusión.

Este trabajo fue realizado mediante el apoyo de la Fundación Internacional para la Ciencia (240MB20).

## SUMMARY

To study the effect of extruding and pelleting yuca (Cassava meal-rice polishing 60:40) on performance of growing-finishing swine was conducted this work.

24 Landrace-Yorkshire-Duroc crossbreed pigs,  $27 \pm 3.1$  Kg initial weight, were distributed with a random block design to three treatments with four replicates and two pigs per pen. Diets contained 78.9% and 81% of yucarroz during growing and finishing phases respectively. Animals were weighted at the beginning and every 14 days until pigs reached market weight (100 K). At the end of the trial were slaughtered and back fat was measured. Weight gain showed statistical differences ( $P < 0.05$ ) between thermal process of yucarroz  $0.61^a$ ,  $0.793^b$ ,  $0.633^a$  Kg for pelleting, extruding and as a meal respectively; pigs increased more rapidly their weight with extruded and pelleted yucarroz (2.5 and 4.9% respectively) than yucarroz meal. Feed intake showed also statistical differences ( $P < 0.05$ )  $2.113^a$ ,  $2.439^b$ ,  $2.055^a$  Kg for pelleting, extruding and yucarroz meal; 18.6% and 2.6% higher for extruding and pelleting compared as a meal. Feed efficiency and back fat did not showed any statistical differences ( $P > 0.05$ ). Processed yucarroz seems to be a good alternative to feed swine.

#### LITERATURA CITADA

1. COLLINS, J.J. and TEMALILWA, C.R. 1981. Cassava (*Manihot esculenta crantz*) flour fortification with soy flour. *J. Food Sci.* 46:1025.
2. COOKE, R.D. and MADUAGWU, 1978. The effects of simple processing on the cyanide content of cassava chips. *J. Fd. Technol.*, 13:299.
3. HUTAGALUNG, R.I. and TAN, P.H. 1974. Utilization of nutritionally improved cassava in poultry and pig diet. tropical root crops symposium. International Institute of Tropical Agriculture. Ibadan Nigeria.
4. JENSEN, A.H. 1966. Pelleting rations for swine. *Feedstuff*, 38:24.
5. LAIRD, R. and ROBERTSON, J.B., 1963. A comparison of cubes and meal for growing and fattening pigs. *Anim. Prod.* 5:97.
6. MANJARREZ M, B. ARTEAGA F, C. ROBLES C, A. AGUIRRE C, M. AVILA G, E. and SHIMADA M, A.S. 1973. Valor nutritivo de una combinación de harina de

yuca (*Manihot esculenta*) con puliduras de arroz como sustituto de maíz en la alimentación de pollos y cerdos. *Téc. Pec. Méx.*, 25:58.

7. MARTINEZ R,L. and BRAVO B,F,O. 1971. Efecto de la sustitución progresiva de maíz con puliduras de arroz como alimento para el cerdo. *Téc. Pec. Méx.*, 15-16:9.
8. MING-JONG, K. 1990. La extrusión como herramienta para mejorar el valor nutritivo de los alimentos. Memorias del Seminario Extrusión en alimentos balanceados. Guadalajara, Jal. México 6 de diciembre Asociación Americana de la Soya.
9. SHIMADA M, A.S. 1971. Utilización de la yuca en la alimentación animal. *Téc. Pec. Méx.* 25:50.
10. STEEEL R.G. and TORRIE, J.M. 1982. bioestadística. Principios y procedimientos. 2a ed. *Mc. Graw Hill*, México.
11. TEJADA DE H, I. y BRAMBILA S. 1969. Investigaciones acerca del valor nutritivo de la yuca para el pollito. *Téc. Pec. Méx.* 12:14-5.
12. TEJADA DE H, I. 1983. Manual de Técnicas de Análisis de Ingredientes para Alimentación Animal. Patronato de apoyo para la Investigación y Experimentación Pecuaria en México, A.C.
13. TEJADA DE H, I. 1984. Algunos aspectos sobre la utilización de la yuca (*Manihot utilissima*) para la alimentación animal en México. Taller de Trabajo sobre el Tema Valor Nutritivo de Recursos Alimenticios Alternativas destinadas a Animales, Fundación Internacional para la Ciencia, Santo Domingo, República Dominicana, 3-9 de septiembre de 1984.
14. VARGUESE, G. THAMBERAJOH, J.J. and WONG, F.M. 1974. Protein enrichment of cassava by fermentation with microfungi and the role of natural nitrogenous supplements. tropical root crops symposium. International Institute of Tropical Agriculture. Ibadan, Nigeria.