

VALOR NUTRITIVO DE UNA COMBINACIÓN DE HARINA DE YUCA (*Manihot esculenta*) CON PULIDURAS DE ARROZ, COMO SUBSTITUTO DE MAÍZ EN LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS Y CERDOS

M.V.Z. BARTOLOMÉ MANJARREZ MUÑOZ^{1,3}
ING. AGR. COSME ARTEAGA FERNÁNDEZ^{2,3}
M.V.Z. ALBERTO ROBLES CABRERA^{1,3,4}
Q.F.B. MANOLA AGUIRRE CARRETERO¹
M.V.Z., M.S. ERNESTO AVILA GONZÁLEZ²
M.V.Z., M.S., PH. D. ARMANDO S. SHIMADA¹

Resumen

Se efectuaron dos experimentos con objeto de estudiar el valor nutritivo de una combinación de harina de yuca y pulido de arroz (*yucarroz*) como sustituto de maíz en raciones para pollos de engorda y cerdos de abasto. En el caso de las aves, la sustitución parcial (50%) y total de maíz por *yucarroz* no tuvo efecto significativo ($P < 0.05$) en ganancia de peso; sin embargo, tanto el consumo de alimento como el índice de conversión fueron mayores y siguieron una tendencia lineal significativa ($P < 0.01$), lo cual pudo haberse debido a que la energía metabolizable de la *yucarroz* es menor a la del maíz (3.02 vs. 3.37 Kcal/g, respectivamente). El estudio con cerdos se dividió en dos etapas: en la fase de crecimiento, la sustitución parcial o total de maíz por *yucarroz* no tuvo efecto significativo ($P < 0.05$) en ninguno de los parámetros estudiados. En la fase de finalización, la sustitución del 50% del grano por *yucarroz* dio los mejores resultados; la sustitución total del grano produjo respuestas significativamente inferiores ($P < 0.01$). Las características de la canal no fueron influenciadas significativamente por el tipo de energético empleado. El punto de fusión de las grasas dorsal y perirrenal tampoco fue diferente entre tratamientos ($P < 0.05$).

Introducción

En los últimos años, una parte de las investigaciones en nutrición tanto en cerdos como en aves, ha sido encaminada a la búsqueda de productos con potencial alimenticio, que puedan ser empleados como alternativas de los granos para la explotación de las especies mencionadas. De los ingredientes hasta ahora estudiados, la yuca (*Manihot esculenta*) y el pulido de arroz han sido los que presentan mejores perspectivas desde el punto de vista nutricional (Tejada y Brambila, 1969; Shimada, Peraza y Cabello, 1971; Martínez y Bravo, 1971). Las investigaciones iniciales realizadas sugirieron que estos

alimentos solamente podían substituir a una parte de los granos de las raciones balanceadas, ya que tanto la yuca como el pulido de arroz son ya sea deficitarios o excedentarios en proteína y grasa.

La posibilidad de combinar ambos ingredientes fue estudiada en forma preliminar por Maust, Pond y Scott (1972) en un experimento realizado en cerdos. Sin embargo, los resultados obtenidos por dichos autores fueron poco satisfactorios, ya que la ganancia de los animales que recibieron harina de yuca con pulido de arroz en sustitución de maíz, fue un 60% menor.

Se realizaron dos experimentos, uno con pollos y otro con cerdos en el Centro Experimental Pecuario de Paso del Toro, Ver., con objeto de determinar el valor nutritivo de una combinación de harina de yuca con pulido de arroz, como sustituto de maíz en raciones balanceadas para dichas especies.

Material y métodos

La yuca empleada fue de la variedad ITU y la harina fue preparada triturando al tu-

Recibido para su publicación el 19 de diciembre de 1974.

^{1, 2} Departamentos de Nutrición Animal y de Avicultura, Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. Apdo. Postal No. 41-652, México 10, D.F.

³ Centro Experimental Pecuario "La Posta", Paso del Toro, Ver., Apdo. Postal No. 898, Veracruz, Ver.

⁴ Department of Animal Science, Iowa State University, Ames, Iowa, U.S.A.

bérculo recién cosechado, desecándolo al sol durante varios días y posteriormente pulverizándolo en un molino de martillos. El pulido de arroz fue adquirido comercialmente en la ciudad de Orizaba, Ver.

La combinación de ambos ingredientes fue planeada con base tanto en datos de composición química como en resultados biológicos obtenidos a partir de experimentos *in vivo* efectuados con anterioridad (Martínez y Bravo, 1971; Shimada, Peraza y Cabello, 1971). El producto contenía 60% de harina de yuca y 40% de pulido de arroz y fue denominado *yucarroz*. Sus características de composición química son tales que se compensan la escasa proteína y grasa de la harina de yuca, con la cantidad moderada de proteína y el elevado contenido de grasa del pulido de arroz, resultando un producto con 7.25% de proteína y 6.0% de grasa, valores comparables a los encontrados en el maíz (8.6% y 3.7%, respectivamente; N.R.C., 1968).

Experimento 1. Pollos.

Se utilizaron 90 pollos de engorda Van-tress - Cross de 1 semana de edad, sin sexar, con un peso promedio inicial de 92 g. Las aves fueron divididas en grupos de 10 y alojadas en criadoras eléctricas de batería hasta la cuarta semana de edad; a partir de esta fecha fueron transferidas a lotes con piso de cemento y cama de viruta de madera. El diseño experimental empleado fue completamente al azar con 3 tratamientos, cada uno por triplicado. Los tratamientos estudiados consistieron en la sustitución de 0, 50 y 100% del maíz de la dieta base por *yucarroz*. La composición de las dietas experimentales empleadas durante la fase de iniciación y finalización se muestran en el cuadro 1. Todas las dietas fueron isoproteicas, a expensas de un incremento de las pastas de soya y de ajonjolí en las dietas que incluyeron la *yucarroz*. Agua y alimento se ofrecieron *ad*

CUADRO 1

Composición de raciones basadas en la sustitución del maíz por *yucarroz*^a para pollos de engorda. Experimento 1.

| Edad Tratamiento | 1 - 5 semanas | | | 6 - 9 semanas | | |
|--------------------------------|---------------|--------|--------|---------------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| | % | % | % | % | % | % |
| Maíz amarillo | 55.500 | 27.750 | ----- | 63.000 | 31.500 | ----- |
| Yucarroz ^a | ----- | 27.750 | 55.500 | ----- | 31.500 | 63.000 |
| Harina de pescado | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 9.000 | 9.000 | 9.000 |
| Pasta de ajonjolí | 14.300 | 14.725 | 15.150 | 11.000 | 11.500 | 12.000 |
| Pasta de soya | 14.300 | 14.725 | 15.150 | 11.000 | 11.500 | 12.000 |
| Harina de hueso | 2.000 | 2.000 | 2.000 | 2.000 | 2.000 | 2.000 |
| Premezcla ^b | 0.500 | 0.500 | 0.500 | 0.500 | 0.500 | 0.500 |
| Sal | 0.400 | 0.400 | 0.400 | 0.400 | 0.400 | 0.400 |
| Sacarosa | 3.000 | 2.150 | 1.300 | 2.650 | 1.550 | 0.450 |
| Pigmento | ----- | ----- | ----- | 0.400 | 0.500 | 0.600 |
| Cocciondiostato ^c | ----- | ----- | ----- | 0.050 | 0.050 | 0.050 |
| <i>Análisis calculado</i> | | | | | | |
| Proteína | 23.41 | 23.42 | 23.43 | 20.57 | 20.60 | 20.63 |
| Energía metabolízate Kcal/g | 2.90 | 2.83 | 2.75 | 2.96 | 2.87 | 2.79 |

a Formada por 60% de harina de yuca y 40% de pulido de arroz.

b Cuca y Avila (1972).

c Cortesía de Merck Shavp and Dohme de México, S. A. de C. V.

libitum. Durante cada semana de las ocho de duración del experimento, se registraron datos de consumo de alimento y ganancia de peso.

Experimento 2. Cerdos.

Se emplearon 18 lechones (9 machos castrados y 9 hembras) de la raza Hampshire, con un peso promedio inicial de 18.6 kg. Los animales fueron alojados por pares en corraletas con piso de cemento y con comedero y bebedero de pila. Los tratamientos experimentales consistieron en la substitución progresiva de maíz por *yucarroz* (Cuadro 2). Se empleó un diseño completamente al azar con tres repeticiones por tratamiento. El experimento fue dividido en dos etapas: el período de crecimiento que tuvo una duración

de 56 días y el período de finalización, que se prolongó hasta que el peso promedio de los cerdos de cada lote alcanzó los 90 kg. Posteriormente los machos fueron llevados hasta los 100 kg y sacrificados con objeto de realizar las siguientes mediciones de canal: rendimiento, largo y grosor de capa de grasa. De cada cerdo, se obtuvieron muestras de grasa tanto dorsal como perirrenal, las cuales fueron congeladas para posteriormente determinarles el punto de fusión (A. O.A.C., 1965).

Resultados y discusión

Experimento 1. Pollos.

Los resultados promedio obtenidos se presentan en el cuadro 3. No se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre

CUADRO 2

Composición de raciones basadas en la substitución de maíz por *yucarroz*^a, para cerdos de abasto. Experimento 2.

| Etapa Tratamiento | Crecimiento | | | Finalización | | |
|--------------------------------|-------------|------|-------|--------------|------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| | % | % | % | % | % | % |
| Maíz molido | 81.0 | 40.5 | ----- | 83.2 | 41.6 | ----- |
| <i>Yucarroz</i> ^a | ----- | 39.4 | 78.9 | ----- | 40.4 | 81.0 |
| Harina de pescado ^b | 15.0 | 16.1 | 17.1 | 12.8 | 14.0 | 15.0 |
| Premezcla ^c | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 |
| Proteína calculada | 16.0 | 16.0 | 16.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 |

a Ver cuadro 1.

b Las harinas empleadas para las fases de crecimiento y finalización contenían 60.0 y 54.0% de proteína, respectivamente.

c Shimada et al. (1974).

CUADRO 3

Efecto de la substitución de maíz por *yucarroz*^a en el crecimiento y la conversión alimenticia de pollo de engorda. Experimento 1.

| % de substitución del maíz | Peso final ^b 9a. semana g | Consumo de alimento g | Consumo/ Ganancia |
|-------------------------------|--|-----------------------------|----------------------|
| 0 | 1739 ^c | 3972 ^c | 2.41 ^c |
| 50 | 1677 ^c | 4078 ^d | 2.57 ^d |
| 100 | 1732 ^c | 4808 ^e | 2.93 ^e |

a Ver Cuadro 1.

b Peso promedio de machos y hembras.

c, d, e Para cada parámetro, valores con diferente literal son estadísticamente desiguales ($P < 0.01$).

Las desviaciones estándar para los tres parámetros fueron: 43.85, 13.1 y 0.05, respectivamente.

tratamientos en cuanto a ganancia de peso. El consumo de alimento y la conversión alimenticia aumentaron a medida que fue incrementando el nivel de *yucarroz* en la dieta; este efecto siguió una tendencia lineal positiva ($P < 0.01$). El mayor consumo de alimento e incremento en la conversión alimenticia con las dietas que incluyeron *yucarroz* pudo deberse al hecho de que esta combinación es más baja que el maíz en Kcal de energía metabolizable por g (3.02 vs. 3.37). El haber encontrado que la *yucarroz* puede satisfactoriamente reemplazar a todo el maíz de las dietas para pollos de engorda sin efectos detrimentales en el crecimiento no es sorprendente, ya que Montilla, Méndez y Wiedenhöfer (1970) usaron niveles de 30% de *yuca* en dietas para pollos de engorda sin encontrar efectos adversos. Algunos otros investi-

gadores señalan resultados satisfactorios con niveles de 50% (Tejada y Brambila, 1969; Armas y Chicco, 1973). En este estudio la *yucarroz* aportó de un 34 a un 37% de *yuca* en las dietas. Con respecto a el pulido de arroz, Arteaga y Cuca (1973) mostraron que éste puede substituir hasta un 40% del maíz en una dieta para pollos de 0 - 8 semanas sin ningún problema; niveles más altos reducen el crecimiento y causan diarrea en las aves. Nuestros datos están de acuerdo a este respecto ya que de la combinación, el 40% lo constituyó el pulido.

Experimento 2. Cerdos.

Los resultados obtenidos en este experimento se resumen en el cuadro 4.

Etapa de crecimiento. Los datos de ganancia de peso y conversión alimenticia obte-

CUADRO 4

Efecto de la substitución de maíz por *yucarroz*^a en la ganancia de peso, índice de conversión y características de la canal y de la grasa de cerdos de abasto. Experimento 2.

| | Maíz | Maíz <i>yucarroz</i> | <i>Yucarroz</i> | D. E. |
|---|--------------------|----------------------|--------------------|--------|
| <i>Etapa de crecimiento</i> ^b | | | | |
| Ganancia diaria, kg | 0.714 | 0.712 | 0.720 | 22.950 |
| Índice de conversación | 3.065 | 3.128 | 3.087 | 0.071 |
| <i>Etapa de finalización</i> ^c | | | | |
| Ganancia diaria, kg | 0.767 ^e | 0.825 ^e | 0.660 ^f | 25.300 |
| Índice de conversación | 4.686 ^e | 4.368 ^e | 5.538 ^f | 0.148 |
| <i>Características de la canal</i> | | | | |
| Rendimiento, % | 74.7 | 72.8 | 73.1 | 1.720 |
| Largo, cm | 80.0 | 79.8 | 79.0 | 0.647 |
| Grosor de la capa de grasa, cm ^d | 3.6 | 3.6 | 3.3 | 0.163 |
| <i>Punto de fusión, °C</i> | | | | |
| Grasa dorsal | 40.33 | 40.75 | 40.33 | 1.220 |
| Grasa perirrenal | 45.95 | 46.02 | 46.32 | 1.115 |

a Ver cuadro 1.

b Comprendió de los 18.6 a los 58.6 kg.

c Comprendió de los 58.7 a los 92.2 kg.

d Promedio de tres mediciones.

e, f Para cada parámetros, valores con diferente literal son estadísticamente desiguales ($P < 0.01$)

nidos durante los 56 días de duración de esta etapa, no mostraron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$) atribuibles al tipo de energético alimenticio empleado lo cual sugiere que la *yucarroz* puede substituir ya sea a una parte o al total del maíz de raciones balanceadas para cerdos de los 20 a los 60 kg, sin afectar el desarrollo ni la eficiencia de los animales.

Etapa de finalización. La substitución de un 50% del maíz por *yucarroz* dio resultados satisfactorios; sin embargo, el empleo de *yucarroz* como substituto total del grano resultó inferior tanto en la ganancia como en la conversión alimenticia ($P < 0.01$). La causa de la depresión mencionada no es muy clara, pues ésta no fue observada durante la fase de crecimiento; sin embargo, aparenta ser un efecto acumulativo ya que se hizo más obvio durante las últimas semanas del estudio. Aunque la variedad de yuca empleada fue de las consideradas "dulces" o bajas en ácido cianhídrico (Tejada y Brambila, 1969) y solamente contenía 54.8 ppm de HCN, la presencia del tóxico durante un período prolongado pudo haber ocasionado el efecto detrimental observado. Por otra parte, Maust, Pond y Scott (1972) informaron de la presentación de síntomas de deficiencia de zinc en cerdos alimentados con harina de yuca y pulido de arroz. Aunque en el presente estudio las dietas contenían dicho mineral en cantidades adecuadas para cubrir el requerimiento mínimo establecido por el N.R.C. (1968) y no se observaron los síntomas dérmicos típicos de una deficiencia del mineral, la depresión tanto en ganancia como en la eficiencia alimenticia sugiere la posibilidad de que la cantidad de zinc no haya sido suficiente como para permitir el máximo desarrollo de los animales.

Características de la canal. No se observó diferencia significativa ($P < 0.05$) en ninguno de los parámetros estudiados (rendimiento, largo, grosor de la capa dorsal), de lo que se puede inferir que la calidad de las canales no es afectada por el empleo de *yucarroz*.

Punto de fusión. No se observó efecto significativo ($P < 0.05$) atribuible a tratamiento en el punto de fusión ni de la grasa dorsal ni de la perirrenal, lo cual hace suponer que el porcentaje de grasas insaturadas propor-

cionadas por los diferentes alimentos fue comparable y el empleo de *yucarroz* no da como resultado el problema de "canales blandas".

Conclusiones

En general, los datos de estos estudios permiten concluir que la combinación de 60% de harina de yuca con 40% de pulido de arroz (*yucarroz*) es un substituto satisfactorio de la totalidad del grano de raciones balanceadas para pollos de engorda y cerdos jóvenes de hasta 60 kg, y del 50% del maíz de raciones para cerdos en finalización. La factibilidad de su empleo en escala comercial estará sujeta a factores de disponibilidad y precio de los productos mencionados.

Summary

Two experiments were conducted to determine the nutritive value of a cassava meal-rice polishings (CR) combination as a substitute of corn, for broiler chicks and growing-finishing swine. In the case of broilers, the partial (50%) or total substitution of corn did not significantly affect weight gain; however, both feed consumption and feed/gain ratio were linearly ($P < 0.01$) increased, probably due to the lower metabolizable energy of CR as compared to corn (3.02 vs. 3.37 Kcal/g, respectively). The pig study was divided in growing and finishing periods. In the first, the level of substitution (0, 50 or 100%) of CR for corn did not affect performance ($P < 0.05$). For the finishing pig, the 50% substitution resulted in the best performance; the total substitution depressed both growth and feed utilization ($P < 0.01$). Carcass characteristics were not affected by the type of energy feed used. The melting point of backfat and kidney fat was not affected by the dietary treatments ($P < 0.05$).

Literatura citada

- A.O.A.C., 1965, Official Methods of Analysis, Association of Official Agricultural Chemists, 10th. Ed. Washington, D. C., U.S.A.
ARMAS, A. E. y C. F. CHICCO, 1973, Evaluación de la harina de yuca en raciones para pollos de engorda. *Memorias de la Asociación Latino-*

- americana de Producción Animal*, ALPA IV Reunión celebrada en Guadalajara, México del 25 al 30 de junio de 1973.
- ARTEAGA, F. C. y M. CUCA, G., 1974. Utilización de pulido de arroz en la alimentación del pollo de engorda, *Téc. Pec. Méx.*, 26 (en prensa).
- CUCA, M. y E. AVILA G., 1972, La alimentación de las aves de corral, *Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias, S. A. G.*, Boletín s/n.
- MARTÍNEZ, L. R. y F. O. BRAVO, 1971, Efecto de la sustitución progresiva de maíz con puliduras de arroz como alimento para el cerdo. *Téc. Pec. Méx.*, 15-16: 9-13.
- MAUST, L. E., W. G. POND and M. L. SCOTT. 1971, Energy value of a cassava-rice bran diet with and without supplemental zinc for growing pigs, *J. Anim. Sci.*, 35: 953-957.
- MONTILLA, J. J., C. R. MÉNDEZ y H. WIEDENHOFER, 1970. Utilización de la harina de tubérculo de yuca (*Manihot esculenta*) en raciones para pollos de engorda. *Comunicaciones científicas XIV Congreso Mundial de Avicultura*. España.
- N.R.C., 1968, Nutrient Requirements of Swine, National Academy of Sciences, *National Research Council*, Publ. 1599, Washington, D. C.
- SHIMADA, A. S., C. PERAZA y F. T. CABELLO, 1971, Valor alimenticio de la harina de yuca (*Manihot utilissima pohl*) para cerdos. *Téc. Pec. Méx.*, 15-16: 31-35.
- SHIMADA, A. S., J. M. ZAMORA, M. AGUIRRE C. y L. MARTÍNEZ R., 1975, Alimentación de cerdos con garbanzo (*Cicer arietinum*) y su efecto sobre las características de la canal y de la carne, *Téc. Pec. Méx.* (en prensa).
- TEJADA DE H. I. y S. BRAMBILA, 1969, Investigaciones acerca del valor nutritivo o de la yuca para el pollito, *Téc. Pec. Méx.*, 12-13: 5-11.