

## DETERMINACION DEL VALOR NUTRITIVO Y DEL NIVEL OPTIMO DE UTILIZACION DE LA HARINA DE ARROZ EN DIETAS PARA CERDOS\*

Luis Ara V.  
Arthur A. Owen  
Julián Buitrago  
Jaime Pineda\*\*

### 1. INTRODUCCION

En la explotación porcina los gastos en alimentación representan aproximadamente 60-65% de los costos de producción, de tal manera que una reducción en el precio de la ración influiría directamente en la disminución de dichos costos de producción. Los granos de cereales constituyen una elevada proporción en la dieta de los cerdos y debido a una insuficiente producción así como a la fuerte demanda para la alimentación humana y avícola, alcanzan precios muy altos que cada día van haciendo más prohibitivo su empleo en la alimentación porcina. Esto hace necesario buscar otros alimentos que los puedan sustituir total o parcialmente en la ración, tratando de obtener ventaja económica sin afectar la calidad nutritiva de la dieta.

En el trópico en general, y particularmente en Colombia, se cuenta con la harina de arroz que es un subproducto del procesamiento industrial a que es sometido el grano de arroz para acondicionarlo al consumo humano, susceptible de emplearse en alimentación animal y especialmente en la alimentación del cerdo. Debido a los diferentes procesos seguidos en su obtención, los subproductos del arroz muestran una composición muy variable, por lo cual es de suma importancia conocer la composición y el valor nutritivo del alimento particular que se produce en un país o zona así como su comportamiento al suministrarlo a los animales, antes de recomendar su empleo a los productores.

Con el presente trabajo se aspira a cubrir la necesidad del conocimiento de los aspectos mencionados anteriormente, empleando la harina de arroz como alimento para el cerdo.

---

\* Contribución del Programa de Estudios para Graduados en Ciencias Agrarias UN-ICA y del Programa de Porcinos (División de Ciencias Animales). Adaptación y resumen de la Tesis de Grado presentada por el autor principal al Programa de Graduados, como requisito parcial para optar al título de Magister Scientiæ.

\*\* Respectivamente: Ingeniero Agrónomo, M.S., Urbanización José Gálvez No. B-5, Cajamarca, Perú; Ingeniero Agrónomo, Ph.D., Jefe Programa Porcinos, ICA, Palmira; Médico Veterinario, Ph.D., CIAT, Cali; y Médico Veterinario, Ph.D., exjefe Programa Ganado de Leche del ICA.

Los autores agradecen la colaboración de los Médicos Veterinarios Alberto Moncada y Héctor Obando, del Programa de Porcinos.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

En el proceso de industrialización del arroz que se efectúa en los molinos para adaptarlo al consumo humano, se obtienen diferentes subproductos del mismo, siendo uno de ellos, y quizá el más importante, el de la harina de arroz. La cantidad de este subproducto representa 8% del arroz paddy\* y teniendo en cuenta una producción de 1.060.000 toneladas para el año 1972\*, podemos estimar una disponibilidad de 84.800 toneladas anuales de harina de arroz.

Los distintos subproductos del arroz son conocidos con muchos nombres en los diferentes países, siendo también su composición química muy variable. Se conoce como polvillo de arroz en Perú, semolina de arroz en Centroamérica, pulidoras de arroz en México y salvado de arroz en otros países. La harina de arroz está constituida por partículas de grano quebrado, algo de pica y algo de germen pero en su mayoría es pulimento de arroz (Moncada y Maner, 1966).

Algunos esfuerzos se han realizado para el empleo de los subproductos del arroz en la alimentación del cerdo; los resultados obtenidos son un tanto diferentes como consecuencia de la mencionada diferencia en composición del producto en los distintos países.

Con relación al salvado de arroz, se recomienda su empleo en proporciones de hasta 30% de la ración para cerdos en crecimiento y acabado. Se ha reportado que a este nivel tiene un valor nutritivo igual y a veces superior al maíz, pero que a niveles mayores su valor es inferior al del maíz (Cunha, 1960 y Durán, 1959). Sin embargo Thrasher *et al.* (1966) reportan que a los niveles de 20 y 30% el salvado de arroz fue equivalente al 95 y 90% del valor del maíz, respectivamente; además Nugara, (1966), encuentra las mejores ganancias de peso y eficiencia alimenticia con 60% de salvado de arroz en la dieta de crecimiento y acabado. La inclusión de este subproducto en las raciones del cerdo afecta la calidad de la grasa de la carcasa, produciendo carcasas con grasa blanda cuando se emplea en proporciones mayores al 60% (Cunha, 1960).

Moncada y Maner, (1966), recomiendan el empleo de las harinas de arroz en proporciones máximas de un 40% en raciones para crecimiento y acabado.

Los mismos investigadores no encontraron ventajas económicas ni nutritivas al comparar en estas raciones fuentes proteicas vegetales y animales.

Martínez y Bravo, (1971), empleando niveles diferentes de pulidoras de arroz en crecimiento y acabado, concluyeron que el crecimiento y el consumo de alimentos fueron reducidos con la dieta que tenía 30% en crecimiento y 60% en acabado, permaneciendo similares las eficiencias alimenticias en todos los tratamientos.

Ultimamente se ha notado cierta relación entre el empleo de salvado de arroz y una pobre utilización de parakeratosis en cerdos alimentados con dietas de harina de yuca-salvado de arroz, los cuales desaparecían al suplementar las raciones con 52 p.p.m. de Zn. en forma de  $\text{CO}_3\text{Zn}$ . (Maust *et al.*, 1972).

Con respecto a la evaluación del contenido energético de alimentos para cerdos, en condiciones prácticas el término más apropiado es la energía metabolizable (EM) que está definida como la energía bruta (EB) del alimento menos la energía perdida en heces, orina y gases de la digestión; pero debido a las dificultades inherentes en la determinación de la energía en la orina, la energía digestible (ED) se convierte en el término más práctico debido a su facilidad de determinación (Buitrago, 1973). La conversión de valores de NDT a términos de ED y EM empleando factores de conversión, en el caso de cerdos no ofrece seguridad debido a la gran variabilidad encontrada en el valor de 1 kg de NDT (Agudelo, 1973).

### 2.1. INTERRELACIONES NUTRITIVAS FIBRA-ENERGIA-PROTEINA

El contenido de fibra cruda de un alimento o ración hace variar la utilización de los diferentes componentes químicos así como de ella misma; así vemos que la mayoría de investigadores reportan que el incremento de fibra reduce la digestibilidad de materia seca, proteína, extracto no nitrogenado y extracto etéreo así como los valores de ED y EM (Bowland *et al.*, 1970). Dinsson *et al.*, 1961; y Lloyd y Cramton, 1956).

Sin embargo existen diferencias respecto a los niveles de fibra a los cuales se nota el efecto adverso de ella, ya que mientras algunos investigadores encuentran efectos adversos con 8-9%

---

\* Comunicación Personal de Jorge Beltrán sobre producción e industrialización del arroz. Bogotá (Octubre de 1973)..

(Dinussen *et al.*, 1961; y Lloyd y Crampton, 1956). Otros reportan no haber observado ningún efecto detrimento empleando hasta el 13% de fibra en la ración (Baird *et al.*, 1970). La digestibilidad de la fibra por los cerdos es muy variable entre los distintos tipos de fibra (Baird *et al.*, 1970) como consecuencia de su diferente composición y contenido en las diferentes fracciones que la componen, las cuales tienen diferente grado de utilización por los cerdos (Forbes y Hamilton, 1952 y Keys *et al.*, 1970), habiéndose estimado en 52, 35 y 5% la digestibilidad de hemicelulosa, celulosa y lignina, respectivamente, para cerdos de 50-70 kg de peso vivo (Buitrago, 1973).

La digestibilidad de la proteína aumenta a medida que se incrementa su nivel en la dieta, situación que se ve favorecida si paralelamente se incrementa también el contenido calórico de la ración (Skitsko y Bowland, 1970; Zivkovic y Bowland, 1963). Esto mismo se ha observado cuando se mejora la calidad de la proteína al incorporar maíz opaco en la ración (Sihombing, 1969).

Con referencia al nivel energético de la ración, la mayoría de investigadores están de acuerdo en que la inclusión de grasa animal, sebo o aceite a las raciones de cerdos para aumentar su contenido energético, aumenta la digestibilidad del extracto etéreo (Greeley y Hanson, 1964; Lowrey *et al.*, 1962 y Zivkovic, 1964). Sin embargo existen discrepancias con relación al efecto sobre los otros nutrientes ya que mientras algunos reportan que la adición de sebo a la ración no afectó la digestibilidad de las otras fracciones (Boenker, *et al.*, 1969 y Lowrey *et al.*, 1962), en cambio otros investigadores manifiestan que con la adición de grasa a la ración se aumenta la digestibilidad de la fibra cruda y se reduce la de materia seca y ENN (Zivkovic, 1964; Zivkovic y Bowland, 1963).

### 3. MATERIALES Y METODOS

En la Sección de Porcicultura del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias - Tibaitatá, localizado en el Municipio de Mosquera, a una altura de 2.640 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura promedio de 13°C y una precipitación pluvial media anual de 625 mm, se llevaron a cabo dos experimentos empleando la harina de arroz.

En el primero de ellos se realizó una evaluación de la harina de arroz, como reemplazo del millo, para cerdos en crecimiento y engorde. Se emplearon 57 cerdos destetados, de las razas Duroc (D), Landrace (L) y D x L con un peso promedio inicial de 18 kg que fueron distribuidos en un diseño completamente al azar entre seis tratamientos. Los animales fueron alojados en corrales de 2 x 8 metros, techados en un 50% de su área, que contaban con bebedero y comedero automático, de tal manera que se suministró agua y alimento a voluntad. Las raciones de los seis tratamientos fueron diseñadas para incluir harina de arroz en proporciones de 0, 20, 40, 60, 80% y 80% + lisina. Además se utilizaron tortas de soya y algodón solas o mezcladas como fuentes proteicas. Durante la etapa de acabado se eliminó la adición de lisina, la ración con 80% de harina de arroz. Todas las raciones fueron isoproteicas, calculándose 16 y 14% de proteína para las fases de crecimiento y acabado respectivamente. La composición de las raciones para crecimiento y acabado se muestran en las Tablas 1 y 2.

Los animales recibieron la ración de crecimiento hasta que alcanzaron un peso promedio de 50-55 kg, momento en el cual se les cambió a las raciones de acabado. Se llevaron controles de peso y consumo de alimento cada 14 días lo cual permitió calcular el aumento diario de peso, consumo diario de alimento y la respectiva eficiencia alimenticia por periodos. Los animales permanecieron en experimentación hasta alcanzar un peso promedio final de 90 kg, momento en el cual se realizó una determinación del espesor de grasa dorsal así como se extrajo, por biopsia, una muestra de grasa dorsal de dos animales por tratamiento para estimar la calidad de ella mediante la determinación del índice de yodo empleando el método de Hanus descrito por A.O.A.C. (1965).

En el segundo experimento se determinó la digestibilidad y energías digestibles y metabolizable de la harina de arroz en raciones para cerdos, para lo cual se emplearon 24 cerdos destetados Duroc (D), Landrace (L) y D x L de un peso promedio inicial de 15-18 kg que fueron distribuidos en un diseño completamente al azar entre cuatro tratamientos. Los tratamientos fueron: tres dietas de la fase crecimiento del experimento anterior que tenían 40, 60 y 80% de harina de arroz

y además una dieta formada por harina de arroz (96.8%) adicionada de vitaminas y minerales (3.2%). Los animales fueron alojados individualmente en jaulas metabólicas de metal, y recibieron una cantidad diaria de alimento equivalente al 3% de su peso vivo que fue suministrada en dos comidas: a las 8 y 15 horas, proporcionándose luego agua a voluntad.

Se tuvo un período pre-experimental al de ocho días y un período experimental de ocho días durante los cuales se realizó la colección de heces siguiendo el método de colección total, tomándose una muestra representativa de las heces de cada animal para su análisis posterior. Las muestras de alimento y heces fueron sometidas al análisis proximal según el método A.O.A.C. (1965). El análisis calorimétrico se llevó a cabo en un calorímetro adiabático de Parr. La ED se obtuvo por diferencia entre la energía bruta (EB) del alimento y la EB de las heces. La EM fue estimada empleando las ecuaciones de Nehring *et al.* citado por De Alba (1971) y de Hoffman citado por Jiménez, (1972).

TABLA 1. Composición (%) de las raciones para la fase crecimiento del experimento 1.

Ingredientes	Raciones					
	I	II	III	IV	V	VI
Milo	78.0	59.5	42.0	24.5	7.0	6.87
Harina de arroz	—	20.0	40.0	60.0	80.0	80.0
Torta de soya	17.0	6.5	4.5	2.0	—	—
Torta de algodón	—	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Harina de huesos	4.0	3.0	2.0	1.5	0.5	0.5
Caliza	—	—	0.5	1.0	1.5	1.5
Premezcla (Vit. Min.)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Lisina - HCl	—	—	—	—	—	0.13
<b>Total</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>
<b>Composición calculada</b>						
Proteína total %	16.0	16.13	16.20	16.03	16.10	16.19
Energía digestible (Kcal/kg)	3.224	3.166	3.155	3.126	3.114	3.110

TABLA 2. Composición (%) de las raciones para la fase acabado del experimento 1.

Ingredientes	Raciones				
	I	II	III	IV	V
Miilo	83.0	66.0	48.5	31.0	13.0
Harina de arroz	—	20.0	40.0	60.0	80.0
Torta de algodón	—	4.0	4.0	4.0	4.0
Torta de soya	12.0	6.0	4.0	2.0	—
Harina de huesos	4.0	3.0	2.5	2.0	2.0
Premezcla (Vit. Min.)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Composición calculada:					
Proteína total%	14.18	14.02	14.09	14.16	14.18
Energía digestible (Kcal/kg)	3.230	3.210	3.198	3.186	3.157

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

##### 4.1. EVALUACION DE LA HARINA DE ARROZ. COMO REEMPLAZO DEL MILLO, PARA CERDOS EN CRECIMIENTO Y ENGORDE

Los resultados obtenidos en este experimento, considerando las fases de crecimiento y acabado conjuntamente, se detallan en la Tabla 3.

El promedio de incremento diario de peso disminuyó a medida que se aumentó el contenido de harina de arroz en la ración, sin embargo estadísticamente ( $P < 0.05$ ) no se reveló superioridad de la ración millo-soya (testigo) sobre las de 20, 40 y 60% de harina de arroz con torta de algodón como fuente proteica, con la excepción de que durante la fase crecimiento sí hubo superioridad de la ración testigo sobre la de 60% de harina de arroz. Las ganancias diarias de peso de 686, 585 y 527 gramos para las dietas con 0, 20, 40 y 60% de harina de arroz respectivamente, son inferiores a las obtenidas por Moncada y Maner (1966) y superiores a los obtenidos por Martínez y Bravo (1971); así como también superiores a las reportadas por diversos investigadores al emplear salvado de arroz en la ración (Balderrama *et al.*, 1968; Bistoyong *et al.*, 1968; Durán, 1959 y Trasher *et al.*, 1966). Los aumentos de peso diarios de las dietas con 80% de harina de arroz con y sin suplementación de lisina durante el crecimiento fueron significativamente inferiores ( $P < 0.05$ ) a los de las raciones testigo y con 20% pero no diferentes a los de 40 y 60% de harina de arroz. La suplementación de lisina a la ración con el más alto contenido de harina de arroz (80%) no mostró respuesta a la suplementación del aminoácido.

El consumo de alimento aumentó ligeramente en la ración con 20% para luego disminuir a medida que aumentaba el contenido de harina de arroz en la ración, observándose que en las raciones con 80% de harina de arroz el consumo promedio diario fue significativamente menor ( $P < 0.05$ ) que el de las raciones testigo y con 20%, no siendo diferentes los consumos de las raciones con 0, 20, 40 y 60% de harina de arroz. Estos resultados concuerdan con los reportados por Moncada y Maner (1966) en cuanto a la tendencia mostrada ya que son inferiores en cantidad absoluta; sin embargo son superiores a los obtenidos por Martínez y Bravo (1971).

La eficiencia alimenticia no fue estadísticamente diferente ( $P < 0.05$ ) entre los distintos tratamientos, a pesar de la gran diferencia existente entre tratamientos con el tiempo empleado para alcanzar el peso de sacrificio.

El espesor de grasa dorsal aumentó conforme aumentaba la harina de arroz en la dieta hasta llegar a un máximo de 4,32 cm con 60% de harina de arroz en la ración, para luego disminuir en las raciones con 80% posiblemente debido a la reducción en el consumo de alimento de los animales que recibían esas dietas. Esta situación puede deberse en parte al incremento en el contenido de grasa de las raciones como resultado de la inclusión de la harina de arroz; sin embargo el máximo espesor de grasa mostrado no es muy alto.

La calidad de la grasa medida por el número de yodo, muestra una tendencia similar al espesor de grasa dorsal.

Finalmente anotamos que el menor rendimiento obtenido con las raciones que tuvieron el mayor nivel de harina de arroz se debe en buena parte al menor consumo de alimento, así como también podría deberse a una baja calidad de la proteína de la harina de arroz, cuyo efecto se hace más notorio a estos niveles.

#### 4.2. DIGESTIBILIDAD Y ENERGIAS DIGESTIBLE Y METABOLIZABLE DE LA HARINA DE ARROZ EN RACIONES PARA CERDOS

Los resultados obtenidos en este experimento se muestran en la Tabla 4. Estos resultados indican que no hubo diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ ) en la digestibilidad de fibra, proteína y extracto etéreo entre las diferentes dietas.

El valor de 72,16% para la digestibilidad de la proteína de la harina de arroz es ligeramente inferior al de la cebada (Skipitaris *et al.*, 1957) y maíz (Sihombing *et al.*, 1969), indicando que la proteína de este subproducto parece ser de inferior calidad que la de los granos de cereales. La digestibilidad de la fibra de 40,13% fue satisfactoria e indica que el contenido de fibra de la harina de arroz es bastante digestible por el cerdo. El valor de 67,93% obtenido para la digestibilidad del extracto etéreo de la harina de arroz se debe a su alto contenido de este nutriente, lo cual está de acuerdo a lo reportado por otros investigadores (Boenker *et al.*, 1969; Lowrey *et al.*, 1962; y Zivkovic y Bowland, 1963).

En la digestibilidad de M.S. y ENN se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, observándose una reducción en la digestibilidad a medida que aumenta el contenido de harina de arroz en la ración, a excepción de la dieta 4 con el 100% de harina de arroz en la cual vuelve a incrementarse la digestibilidad de estas fracciones. Lo sucedido en las raciones 1, 2 y 3 podría explicarse por el aumento en el contenido de grasa en la dieta (Zivkovic, 1964; Zivkovic y Bowland, 1963) ya que esta interfiere con la digestibilidad de la M.S. y el E.N.N.; pero este argumento no explica el aumento de la digestibilidad de estas fracciones cuando los cerdos recibieron la dieta 4, que era 100% de harina de arroz.

Sin embargo los valores 72,16 y 84,90% para la digestibilidad de M.S. y ENN de la harina de arroz, respectivamente, comparados con los valores reportados por otros investigadores para la digestibilidad de estas fracciones (Boenker *et al.*, 1969 y Sihombing *et al.*, 1969) son similares.

Con respecto a la energía no se encontraron diferencias entre los distintos tratamientos en su contenido de EDy EM ni tampoco en la digestibilidad de la energía. Tomando en cuenta el valor de E.B. de la harina de arroz determinada en bomba calorimétrica (4.989,33 kcal/kg M.S.) así como la digestibilidad de la energía en la ración a base de ella (74,10%) se obtuvo un valor de ED de 3.697 kcal/kg M.S. y de 3.338,12 kcal/kg en base fresca para la harina de arroz. El valor de EM de la harina de arroz fue de 3.523,13 kcal/kg M.S. y 3.180,89 kcal/kg en base fresca que representa un promedio del valor determinado con ambas ecuaciones de regresión y que corresponde al 95,29% de la ED. Estos valores de energía para la harina de arroz son superiores a los de cebada (Cornejo *et al.*, 1973) y avena (May y Bell, 1971), y son similares a los valores de energía de maíz, trigo, mijo, (Diggs *et al.*, 1965), triticale (Cornejo *et al.*, 1973) y harina de plátano verde con cáscara (Agudelo, 1973).

TABLA 3. Rendimiento de los cerdos consumiendo diferentes niveles de harina de arroz en la ración durante el período crecimiento-acabado.

	Tratamientos					
	I (0)*	II (20)*	III (40)*	IV (60)*	V (80)*	VI (80)*
Número de animales	10	10	10	10	8	9
Número de días en experimento	105	112	126	140	159	159
Peso promedio inicial, kg	18.15	18.15	18.15	18.10	18.38	17.83
Peso promedio final, kg	90.20	91.30	91.90	91.90	90.27	92.50
Aumento promedio diario, kg	0.686	0.653	0.585	0.527	0.452	0.470
Consumo promedio diario, kg	2.412	2.461	2.329	2.128	1.811	1.980
Eficiencia alimenticia	3.60	3.80	4.10	4.13	4.01	4.24
Espesor grasa dorsal, cm.**	2.62	3.10	3.38	4.32	3.51	3.61
Número de yodo	49.76	42.98	52.47	61.16	61.29	56.45

\* Los números entre paréntesis indican % de harina de arroz en la ración.

\*\* Valores ajustados a 90 kg de peso vivo.

TABLA 4. Promedio de digestibilidad, nutrientes digestibles y contenido de energía digestible y metabolizable de las raciones experimentales en base seca.

	Raciones			
	1 (40)*	2 (60)*	3 (80)*	4 (100)*
Digestibilidad de M.S.%	75.24	72.76	67.26	72.16
Digestibilidad de P.C.%	73.91	72.53	74.56	72.16
Digestibilidad de E.E.%	67.32	72.82	68.47	67.93
Digestibilidad de F.C.%	38.02	30.48	32.75	40.13
Digestibilidad de ENN.%	85.31	83.95	78.64	84.90
NDT.%	80.31	80.32	77.21	82.10
ED, Kcal/kg	3.468.79	3.478.12	3.329.97	3.586.02
ED, % de E.B.	75.71	75.06	70.34	74.10
EM, kcal/kg según ecuación**	3.342.36	3.324.47	3.184.98	3.371.21
EM, kcal/kg según ecuación***	3.379.84	3.385.87	3.277.26	3.450.06

\* Los números entre paréntesis indican % de harina de arroz en la ración

\*\*  $EM (kcal) = P.D. (4.50) + ED (4.0) + GD (8.62) + ENND (4.17)$

\*\*\*  $EM (kcal) = P.D. (4.88) + FD (3.38) + GD (9.50) + ENND (4.06)$

## 5. CONCLUSIONES

Se recomienda el empleo de 40% de harina de arroz en las raciones para cerdos durante las fases de crecimiento y acabado teniendo en cuenta el precio comparativo con los granos de cereales (maíz o mijo) y el costo del suplemento proteico que se puede economizar. Cuando el costo de la harina de arroz sea muy bajo en comparación con los granos de cereales o sea muy abundante, se puede emplear hasta 60% de la ración durante la fase de acabado, teniéndose presente que los animales se demorarán mayor tiempo (28 días) el alcanzar el peso de sacrificio, en comparación con la ración de granos de cereales.

El pobre rendimiento obtenido con las raciones con 80% de harina de arroz se debe al bajo consumo de alimento posiblemente debido a la baja palatabilidad de la misma, así como a la baja calidad de su proteína aún cuando la suplementación con lisina no mostró efecto benéfico.

La calidad de la grasa de los cerdos está estrechamente relacionada con la calidad de la grasa del alimento, no existiendo peligro de carcasas con grasa blanda empleando la harina de arroz hasta 60% de la ración.

El valor promedio de energía bruta (EB) de la harina de arroz fue de 4.989,33 kcal/kg de materia seca y de 4.504,89 kcal/kg en base fresca, mientras que la energía digestible (ED) fue de 3.697,09 kcal/kg de materia seca y de 3.338,12 kcal/kg en base fresca que corresponde al 74,10% de la energía bruta. El valor de la energía metabolizable fue de 3.523,13 kcal/kg de materia seca y de 3.180,89 kcal/kg en base fresca, correspondiente al 95,29% de la ED.

Con base en estos resultados es evidente que la harina de arroz es un alimento que tiene un alto potencial como ingrediente en la preparación de alimentos concentrados para cerdos, con lo cual se estaría contribuyendo en parte a solucionar el problema de la poca disponibilidad de materias primas ricas en energía para la alimentación porcina en Latinoamérica en general y particularmente en Colombia.

Con la finalidad de tener una mejor información acerca del valor de la harina de arroz en la alimentación de cerdo, se recomienda continuar los estudios empleando niveles altos de ella en la ración, acompañados con algún otro ingrediente que mejore la palatabilidad de la dieta; así como también trabajos tendientes a determinar la calidad de la proteína de la harina de arroz.

## 6. RESUMEN

Se realizaron dos experimentos con harina de arroz, el primero de los cuales tuvo por objeto hacer una evaluación de este alimento como reemplazo del mijo para cerdos en crecimiento y engorde. Se utilizaron 57 cerdos Duroc (D) y Landrace (L) y D x L con un peso inicial promedio de 18 kg que fueron distribuidos en un diseño completamente al azar entre seis tratamientos. Los tratamientos empleados fueron: raciones con 20, 40, 60, 80% y 80% + lisina, de harina de arroz, con torta de algodón como fuente proteica y una ración control a base de mijo-soya durante la etapa de crecimiento. Las mismas dietas fueron utilizadas durante la fase de acabado a excepción de la dieta suplementada con lisina. Las raciones tenían 16% de proteína durante crecimiento y 14% durante el acabado, con vitaminas y minerales necesarios. Los animales permanecieron en experimentación hasta alcanzar un peso promedio final de 90 kg, momento en el cual se realizó la determinación del espesor de grasa dorsal y se extrajo una muestra de grasa para analizar su calidad mediante la determinación del índice de yodo. Los aumentos de peso diario y las eficiencias alimenticias para el período crecimiento-acabado fueron respectivamente:

Tratamiento I (Control)	0,686 kg y 3,6
Tratamiento II (20% harina de arroz)	0,653 kg y 3,8
Tratamiento III (40% harina de arroz)	0,585 kg y 4,1
Tratamiento IV (60% harina de arroz)	0,527 kg y 4,1
Tratamiento V (80% harina de arroz)	0,452 kg y 4,0
Tratamiento VI (80% + lisina, harina de arroz)	0,470 kg y 4,2

Estos resultados y los obtenidos en el espesor de grasa dorsal y su calidad, indicaron que la harina de arroz puede utilizarse hasta 40% de la ración para cerdos en crecimiento y acabado, pudiendo emplearse hasta 60% durante la fase de acabado cuando su precio sea muy bajo en comparación con los granos de cereales o sea abundante. A niveles mayores se reduce la ganancia de peso como consecuencia de la baja en el consumo diario de alimento y la mala calidad de su proteína, aunque la suplementación con lisina no produjo efectos benéficos. La eficiencia alimenticia fue similar en los distintos tratamientos.

En el segundo experimento se determinó la digestibilidad y energías digestibles y metabolizable de la harina de arroz para lo cual se utilizaron 24 cerdos Duroc (D), Landrace (L) y D x L de un peso promedio inicial de 15-18 kg distribuidos en un diseño completamente al azar entre cuatro tratamientos, los cuales eran las dietas que tenían 40, 60 y 80% de harina de arroz del experimento anterior y una dieta a base exclusivamente de harina de arroz más vitaminas y minerales. Se encontró que las digestibilidades de M.S. y ENN disminuían a medida que aumentaba el contenido de harina de arroz en la dieta, posiblemente a consecuencia del incremento en el nivel de grasa de la ración, y que las digestibilidades de proteína, fibra, extracto y energía así como los contenidos de energía digestible y metabolizable no fueron afectados por el nivel de harina de arroz en la dieta. El contenido de energía digestible de la harina de arroz fue de 3.697,09 kcal/kg de M.S. y 3.338,12 kcal/kg en base fresca que representa el 74,10% de la energía bruta. La energía metabolizable estimada fue de 3.523,13 kcal/kg de M.S. y 3,180,89 kcal/kg en base fresca, correspondiente al 95,29% de la energía digestible.

## 7. SUMMARY

### Evaluation of the nutritive value and optimal level of utilization of rice polishings in swine diets

Two experiments utilizing rice polishing (RP) were conducted. The first to evaluate RP as the substitute of sorghum in rations for growing finishing pigs. Fifty seven crossbred (D x L) pigs with an initial weight of 18 kg were allotted at random to six treatments (trts) in a completely randomized design experiments. The experiments (trts) in a completely randomized design experiment. The experiments were divided in a growing and a finishing phase. In the growing phase treatments were as follows: a mill-soybean oil meal (SBOM) control, trts II, III, IV and V were a ten percent cottonseed oil meal (COM) based diet, milo been substituted by 20, 40, 60 and 80% RP respectively: trt. VI was the same as trt V with the addition of 0,13% of lisine-HCl. The diets of all trts, were formulated to contain 16% total protein, no effort was made to keep the different dietary treatments isocaloric, nor were the diets balanced for essential amino acid content. The trts. (II, III, IV and V) for the finishing phase were the same as for the growing phase except that the diets were formulated to contain 14% total protein and all contained 4% COM. The control (trt. I) was a milo-SBOM diet containing 14% total protein and trt. VI was the same as trt V and its purpose was to study the carry over effect from the previous phase which had supplemental lisine. The growing phase was considered terminated when the pigs reached aprox. 50 kg the finishing phase when they reached 90 kg at wich time back fat measurements was taken for all pigs; in addition two pigs per trt were biopsied to collect fat tissue from the loin area for iodine number determination.

The pigs in the first experiment (G-F) had an average daily gain (ADG) of 0,686; 0,653; 0,585; 0,527; 0,452; and 0,470 kg and a feed efficiency of: 3,6; 3,8; 4,1; 4,0 and 4,2 for trts. I, II, III, IV, V and VI respectively. These results and those of the back fat measurements and iodine number indicate that RP can be used up to 40% of the ration for growing-finishing pigs: a level of 60% can be used during the finishing phase if the price ratio of RP to cereal grains is low. Pigs fed 60 and 80% RP gain less per day and take longer to reach marked weight than those fed the control ration due to lower daily feed intake and to the poor protein quality of RP. Addition of lisine-HCL to the 80% RP diet was of little benefit.

In the second experiment twenty crossbred (D x L) pigs with an initial weight of 15-18 kg were used to determine digestible and metabolizable energy content of RP. Pigs were housed in metabolic crates especially design for faeces and urine collection. Pigs were allated individually per cage, 4 per trt. A completely randomized design with 4 trat was used, trts were: a mil=COM base diets containing 440, 60 and 80% RP substituting milo and a fourth diet composed exclusively of RP. All diets were fortified with the required vitamins and minerals. The results show that the digestibility of dry matter (DM) and nitrogen-free extract (NFE) decreased with increasing levels of ether extract. Digestibility of protein, fiber, ether extract and energy were not affected by increasing levels of RP in the diet: digestible and metabolizable energy content were not affected either. The digestible energy value of RP was determined as 3.697,09 kcal/kg D.M and 3.338,12 kcal/kg as fed which represents 74,10% of the gross energy. The estimated metabolizable energy value was 3.523,13 kcal/kg D.M. and 3.180,89 kcal/kg as fed corresponds to 95,29% of the digestible energy content.

## 8. BIBLIOGRAFIA

1. AGUDELO, L. 1973. Digestibilidad, valor nutritivo y energético del plafano (*Musa paradisiaca* L.) en cerdos. Tesis M.S. Bogotá. Universidad Nacional. Instituto Colombiano Agropecuario. 88 p.
2. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Washington. 1965. Official methods of analysis. 7ed. Washington. Board. 910 p.
3. BAIRD, D.M.; H.C. McCAMPBELL and J.R. ALLISON. 1970. Levels of crude fiber with constant energy levels for growing-finishing swine using computerized rations. *Jour. Ani. Sci.* 31:518-525.
4. BALDERRAMA, J.S.; J.A. EUSEBIO; R.R. GONZALEZ and P.F. ALCANTARA. 1968. Rice brand-soybean oil meal combination with varying proteins levels for growing pigs. *Philippine agriculturist.* 52:146-153.
5. BISTOYONG, A.G.; J.A. EUSEBIO; P.F. ALCANTARA and R.R. GONZALEZ. 1968. Rice bran-fish neak combination with varying protein levels for growing pigs rations. *Philippine Agriculturist.* 52:287-296.
6. BOENKER,D.E.; L.F. TRIBBLE and W.H. PFANDER. 1969. Energy and nitrogen evaluation of swine diets containing added fat or corn cobs. *Jour. Ani. Sci. (EE.UU.)* 28:615-619.
7. BOWLAND; J.P.; H. BICKEL; H.P. FFIRTER; C.P. WENK and A. SCHURCH. 1970. Respiration calorimetry studies with growing pigs fed diets containing from three to twelve percent crude fiber. *Jour. Ani. Sci.* 31:494-501.
8. BUITRAGO, J. 1973. Interrelaciones nutritivas fibra-energía-proteína 1 en raciones para aves y cerdos. *Revista ICA (Colombia)* 8:47-59.
9. CORNEJO, S.J.; POCOCNJAK; J.H.G. HOLMES and D.W. ROBINSON. 1973. Comparative nutritional value of triticales for swine. *Jour. Ani. Sci.* 36:87-89.
10. CUNHA, T.J. 1960. Alimentación del cerdo. Zaragoza. Acribia. 172 p.
11. DE ALBA, J. 1971. Alimentación del ganado en América Latina. 2ed. México, Fournier. 475 p.
12. DIGGS, B.G.; D.E. BECKER; A. H. JENSEN and H.W. NORTON. 1965. Energy value of various feeds for the young pig. *Jour. Ani. Sci.* 24:555-558.
13. DINUSSON, W.E.; D.W. BLIN and D.L. McILROY. 1961. Fiber energy protein relationships in rations for swine. *Jour. Ani. Sci.* 20:930.
14. DURAN, C.A. 1959. Combinación de maíz amarillo y salvado de arroz para engorde de cerdos. *Acta Agronomía (Colombia)* 9:25-33.
15. FORBES, R.M. and T.S. HAMILTON. 1952. The utilization of certain cellulosic materials by swine. *Jour. Ani. Sci.* 11:480-490.
16. GREELEY, M.G. and L.E. HANSON. 1964. Energy and protein intakes by growing swine. I. Effects on rate and efficiency of gain and on nutrient digestibility. *Jour. Ani. Sci.* 23:808-815.
17. JIMENEZ, I. 1972. Energy utilization by young pigs. M.S. Thesis Ames, Iowa. State University of Science and Technology. 60 p.
18. KEYS, J.E., Jr.; P.J. SOEST and E.P. YOUNG. 1970. Effect of increasing dietary cell wall content on the digestibility of hemicellulose and cellulose in swine and rats. *Jour. Ani. Sci.* 31:1172-1177.

19. LOWRE, R.S.; W.G. POND; J.K. LOOSLI and J.H. MANER. 1962. Effects of dietary fat level on apparent nutrient digestibility by growing swine. *Jour. Ani. Sci. (EE.UU.)* 27:746-750.
20. LLOYD, L.E. and C.W. CRAMTON. 1956. The apparent digestibility of the crude protein of the pig ration as a function of its crude protein and crude fiber content. *Jour. Ani. Sci.* 14:693-699.
21. MARTINEZ, R.L. y F.O. BRAVO. 1971. Efecto de la sustitución progresiva de maíz con pulidoras de arroz como alimento para el cerdo. *Técnica Pecuaria en México.* 15:9-13.
22. MAUST, L.E.; W.G. POND and M.L. SCOTT. 1972. Energy value of a cassava rice bran diet with and without supplemental zinc for growing pigs. *Jour. Ani. Sci. (EE.UU.)* 35:953-957.
23. MAY, R.W. and J.M. BELL. 1971. Digestible and metabolizable energy values of some feeds for the growing pig. *Can. Jour. Ani. Sci.* 51:271-278.
24. MONCADA, A. y J.H. MANER. 1966. Valor de la harina de arroz en dietas para cerdos en crecimiento y acabado. *In*. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Departamento de Ciencias Animales. Resumen de Investigaciones. Programa Nacional de Porcinos. Bogotá. pp. 5-6.
25. NUGARA, D.S. 1966. The use of rice bran in pig rations. *Ceylan Vet. J.* 14:15-17. (Res. *In*. Nutrition abst. and Rev. 37:620).
26. SIHOMBING, D.T.H.; G.L. CROMWELL and V.W. HAYS. 1969. Nutritive value and digestibility of opaque-2 and normal corn for growing pigs. *Jour. Ani. Sci.* 29:921-926.
27. SKIPITARIS, C.N.; R.G. WARNER and J.K. LOOSLI. 1957. The effect of added sucrose on the digestibility of protein and fiber by swine. *Jour. Ani. Sci. (EE.UU.)* 16:55-61.
28. SKITSKO, P.J. and J.P. BOWLAND. 1970. Energy and nitrogen digestibility and retention by pigs as influenced by diet, sex, breeding group and replicate. *Can. Jour. Ani. Sci.* 50:685-691.
29. THRASHER, D.M.; A.M. MULLINS and V.B. SCOTT. 1966. Re-evaluation of rice bran in modern pig rations. *Jour. Ani. Sci. (EE.UU.)* 25:258.
30. ZIVKOVIC, S. and J.P. BOWLAND. 1963. Nutrient digestibilities and comparison of measures of feed energy for gilts fed rations varying in energy and protein level during growth, gestation and lactation. *Can. Jour. Ani. Sci.* 43:86-97.
31. ----- 1964. Effect of added fat on digestibility of rations for growing with reference to total digestible nutrients and digestible and productive energy. *Veterinaria. Sarajevo.* 13:441-448. (res. in Nutrition abst. and Rev. 36:261).