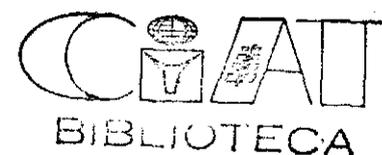


CIAT
SF
395
-66
1978

Serie ES-29
Agosto, 1978

Utilización de las puliduras (Polvillo) de arroz en raciones para cerdos en crecimiento y acabado



GUILLERMO G. GÓMEZ
FABIAN ALVARADO
JESUS CHAMORRO
JEROME H. MANER

1978
59104

SERVICIOS REFERENCIALES Y BIBLIOGRÁFICOS

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

CONTENIDO

	<i>Página</i>
INTRODUCCION	5
Los subproductos de molinería de arroz y su composición química	6
El valor alimenticio de puliduras de arroz para cerdos Factores que pueden afectar su utilización en alimentación porcina	8
Efecto de la cantidad de proteína y de la adición de azúcar en dietas a base de puliduras de arroz	12
Efecto de la calidad de la proteína suplementaria	14
Efecto de la adulteración de las puliduras de arroz con cáscaras de arroz molidas	17
Empleo de niveles crecientes de melaza con dietas a base de puliduras de arroz	20
Resumen	23
BIBLIOGRAFIA	25

UTILIZACION DE LAS PULIDURAS (POLVILLO) DE ARROZ EN RACIONES
PARA CERDOS EN CRECIMIENTO Y ACABADO

Guillermo G. Gómez
Fabían Alvarado
Jesús Chamorro
J. H. Maner

INTRODUCCION

El aumento de la población mundial en general y de América Latina en particular, resulta en una creciente demanda de alimentos para satisfacer las necesidades de consumo. Los cereales, empleados parcialmente en alimentación animal, son actualmente utilizados directamente, en casi su totalidad, en alimentación humana siendo cada vez más reducida su disponibilidad para la alimentación animal.

Además, en los países latinoamericanos, el potencial de aumento de la producción animal es promisorio, en especial, en la especie porcina debido a los parámetros reducidos de productividad (FAO, 1974), los cuales se podrían mejorar fácilmente. Sin embargo, uno de los factores limitantes es la disponibilidad de fuentes de alimentos que puedan ser utilizadas eficientemente. Con base en ello, en América Latina los programas de producción porcina deben buscar la factibilidad de utilizar subproductos agroindustriales derivados de los cultivos agrícolas más importantes de la región, para evitar competencias en la utilización de alimentos convencionales, tales como los cereales.

En América Latina, los cultivos de cereales (especialmente, de arroz), caña de azúcar, yuca y de banano, están ampliamente difundidos. Los subproductos de molinería, la melaza de caña, los residuos de las plantas de extracción de almidón de yuca y los bananos de desecho, son subproductos derivados

Los autores de esta publicación son:

Guillermo G. Gómez
Ph.D., Coordinador Programa Porcinos, CIAT

Fabían Alvarado
M.V., Programa Porcinos, INIAP, Ecuador

Jesús Chamorro
Zoot., Programa Porcinos, CIAT. Actualmente Escuela
Graduados INCAP Guatemala

Jerome H. Maner
Ph.D., Fundación Rockefeller, Universidad Federal da
Bahía, Salvador, B.A. Brasil.

de estos cultivos que son poco o nada utilizados en alimentación humana pero que, sin embargo, constituyen alimentos valiosos para los animales domésticos, en especial, para los cerdos.

Por tales razones, durante los últimos años, el Programa de Porcinos del CIAT ha concentrado sus actividades de investigación en la evaluación de subproductos agroindustriales disponibles en la mayoría de países latinoamericanos con el fin de desarrollar sistemas de alimentación económicos sustituyendo, en casi su totalidad, a los granos de cereales. El arroz (*Oryza sativa* L.) es uno de los cultivos más importantes en el mundo y en América Latina. Después de ser cosechado y sometido a los procesos de molinería, produce varios subproductos los cuales pueden ser utilizados en alimentación porcina; de ellos, el que más se utiliza es el conocido como puliduras, polvillo, semolina o harina de arroz. Hasta la fecha, los trabajos experimentales realizados en el CIAT, han sido orientados a sustituir los granos de cereales, maíz o sorgo, por puliduras de arroz, especialmente en raciones para cerdos en crecimiento y acabado, y a estudiar los factores que pueden afectar la utilización eficiente de este subproducto.

Los subproductos de molinería de arroz y su composición química

El grano de arroz que llega a los molinos es conocido como arroz "paddy" o arroz en cáscara y está constituido por la cáscara, los tegumentos del grano o pericarpio, el endospermo y el embrión o germen. En el proceso de molienda o pulido del grano, el arroz "paddy" es separado en la cáscara, el salvado (normalmente, con germen), las puliduras y el grano de arroz pulido. Las cáscaras o cascarrilla de arroz pueden ser utilizadas como alimento de volumen para ruminantes, como material de combustión o como material de construcción. El salvado y las puliduras son subproductos importantes del proceso de molienda del grano de arroz y son normalmente usados como alimento para ganado, especialmente, para cerdos y aves. El arroz pulido o arroz blanco es utilizado para consumo humano.

El Cuadro 1 muestra la composición química del grano de arroz y de sus subproductos. La cáscara de arroz posee contenidos bajos de proteína y de grasa, pero cantidades apreciables de fibra cruda y de minerales, especialmente de sílice. El salvado con germen y las puliduras de arroz tienen un 12-13 por ciento de proteína cruda y entre 13-12 por ciento de grasa; el salvado normalmente tiene mayores cantidades de fibra (12.5 vs 3.2 por ciento) y de minerales (10.8 vs 6.9 por ciento) que las puliduras de arroz (National Academy of Sciences, 1971). Los resultados de algunos análisis químicos, realizados en los laboratorios del CIAT de muestras de puliduras de arroz procedentes de varios países latinoamericanos, indican una composición similar a las del Cuadro 1. La composición química y el valor alimenticio de las puliduras varían típicamente, dependiendo de la eficiencia del procesamiento de pulido o de la adulteración con cantidades elevadas de cascarrilla. El grano de arroz contiene algo más de 8 por ciento de proteína y cantidades apreciables de almidón expresadas como extracto no nitrogenado (76 por ciento).

Además, las puliduras de arroz aportan cantidades considerables de vitaminas del complejo B, así como de fósforo (Kik, 1957). Este elemento mineral se encuentra casi en su totalidad en la forma de fósforo fítico y por tanto, es de disponibilidad limitada. Debido al alto contenido de grasa, el valor alimenticio de

Cuadro 1. Composición química del arroz y sus subproductos.^{a/}

Alimento	Materia seca		Fibra cruda	ENN ^{c/}	Cenizas	
	Proteína ^{b/}	Grasa				
Porcentajes						
Cáscara de arroz	92.4	2.8	0.8	41.1	29.2	18.4
Salvado, con germen	90.8	12.5	13.1	12.5	42.0	10.8
Puliduras o polvillo	90.4	12.5	11.8	3.2	56.1	6.9
Arroz en grano, sin cáscara	88.2	8.4	1.7	0.9	76.3	1.0

a/ Atlas of Nutritional Data on United States and Canadian Feeds, 1971. National Academy of Sciences, Washington, D.C.

b/ Proteína: N x 6.25

c/ ENN: Extracto no nitrogenado.

Las puliduras de arroz puede disminuir cuando se almacena por períodos prolongados que pueden causar rancidez en las grasas (Arnott y Linn, 1966). Tanto el salvado como las puliduras contienen una enzima lipolítica que es muy activa, cuando estos componentes se separan del grano. En presencia de humedad, los glicéridos del aceite del arroz se hidrolizan en glicerol y una mezcla de ácidos grasos libres. La rancidez de los ácidos grasos puede ser causada por la oxidación o por la acción hidrolítica del aceite y consecuentemente las grasas y los subproductos que las contienen adquieren un olor y sabor que son poco apetecidos por los animales (Arnott y Linn, 1966). Los tratamientos térmicos han mostrado ser efectivos para evitar el aumento de ácidos grasos libres; en cambio, la adición de antioxidantes no parece ser efectiva en prevenir la liberación de los ácidos grasos.

La calidad nutricional de las puliduras puede ser adulterada mediante la adición de cáscaras molidas de arroz. El efecto nocivo de la adición de cáscaras es debido principalmente a su alto contenido de sílice, el cual irrita las paredes gástricas e intestinales. Con la adición de cáscaras molidas, los contenidos de sílice y de fibra cruda aumentan considerablemente y los contenidos de proteína y grasa disminuyen (Arnott y Linn, 1966). La forma más simple y rápida de determinar el grado de adulteración de las puliduras de arroz con cáscaras de arroz, es mediante el análisis de proteína cruda. Las puliduras de buena calidad tienen niveles normales de proteína cruda; conforme aumentan los niveles de adulteración con cáscara de arroz, el contenido de proteína cruda disminuye considerablemente.

El valor alimenticio de puliduras de arroz para cerdos

Factores que pueden afectar su utilización en alimentación porcina

Las recomendaciones para el uso de las puliduras de arroz son del orden del 25-30 por ciento de las raciones (Morrison, 1966). A estos niveles, los aumentos de peso y la eficiencia de conversión alimenticia de cerdos en crecimiento y acabado son similares a las que se obtienen con raciones testigos a base de maíz y de torta de soya (Cunha, 1957; Durán, 1959). Niveles de puliduras de

arroz de 22.5 y 45 por ciento en raciones para cerdos en crecimiento y en acabado, respectivamente, produjeron ganancias de peso similares a las obtenidas con una ración control a base de maíz y torta de soya (Martínez y Bravo, 1971).

Parte de las discrepancias en los resultados experimentales se debe a la falta de uniformidad en la calidad del subproducto utilizado. Algunos artículos publicados se refieren al uso de salvado o afrecho más que de puliduras de arroz. En investigaciones recientes hechas en la Universidad de Florida se utilizó un salvado de arroz con un mínimo de 12 por ciento de proteína, un mínimo de 12 por ciento de grasa y un máximo de 12 por ciento de fibra (Campadabal et al., 1975, 1975a). En estos experimentos, los niveles más altos de salvado fueron de 45 por ciento pero se observó una reducción significativa en los aumentos de peso y del consumo de las dietas, a medida que los niveles aumentaban (Campadabal et al., 1975). La adición de grasa animal (1.19 por ciento) a una dieta con 20 por ciento de salvado de arroz, para hacerla isocalórica con la dieta control, mejoró los rendimientos de los animales (Campadabal et al., 1975a). Las sustituciones de 25, 50, 75 y 100 por ciento del maíz por salvado de arroz, en dietas para cerdos en crecimiento y acabado, disminuyeron el aumento de peso desde el nivel de 25 por ciento, pero los cerdos no produjeron canales o carcasas blandas con el 50 por ciento de salvado de arroz (Noland y Scott, 1963).

La sustitución progresiva de sorgo por puliduras hasta obtener la sustitución total (80 por ciento), en dietas de crecimiento y acabado con suplementación de torta de soya y torta de algodón, produjeron aumentos de peso menores en la medida en que se incrementaban los niveles de puliduras, observándose también una reducción en el consumo de las dietas (Ara et al., 1975). La sustitución progresiva del maíz por puliduras de arroz (Cuadro 2), en dietas para cerdos en crecimiento (20-50 kilogramos), no afectó significativamente los aumentos de peso hasta niveles de 45 por ciento de puliduras de arroz en las dietas pero, la sustitución del 60 por ciento del maíz molido por puliduras, redujo el aumento diario y el consumo de la dieta también disminuyó (Cuadro 3).

Cuadro 2. Utilización de niveles crecientes de puliduras de arroz en dietas para cerdos en crecimiento.

Composición de las dietas experimentales^{a/}

Ingrediente, %	Niveles de puliduras de arroz (%)				
	0	15	30	45	60
Mazú amarillo (10.2) ^{b/}	79.0	65.2	51.4	37.5	23.7
Puliduras de arroz (13.2)	-	15.0	30.0	45.0	60.0
Torta de soya (49.2)	16.2	15.0	13.8	12.7	11.5
Harina de huesos	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Premezcla de minerales	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Premezcla de vitaminas	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3

a/ Dietas isoproteínicas para aportar 16% de proteína.

b/ Los números en paréntesis indican contenido de proteína cruda.

Cuadro 3. Efecto de la utilización de niveles crecientes de puliduras de arroz en dietas para cerdos en crecimiento.

Resultados experimentales (20.4 - 49.5 kg)^{a/}

% Puliduras arroz en dietas	Promedios diarios		Aumento/ganancia
	Aumento peso, kg	Consumo dieta, kg	
0 (Testigo)	.70	1.91	2.71
15	.71	1.85	2.59
30	.70	1.93	2.78
45	.71	1.83	2.57
60	.62	1.81	2.89

a/ Promedios de cinco cerdos por tratamiento alimentados individualmente; período experimental: 42 días.

En general, los resultados experimentales de dietas con altos niveles de puliduras de arroz indican una reducción diaria en el aumento de peso, así como una disminución en el consumo diario. Son varios los factores que pueden ser responsables de estos bajos rendimientos y algunos de ellos han sido estudiados en el CIAT. La calidad de la proteína de las puliduras en relación con la cantidad de proteína en las dietas, la cantidad y calidad de la proteína suplementaria, la adulteración de las puliduras con cáscara de arroz molido, la presencia de altos niveles de fósforo fítico y sus interrelaciones con otros elementos minerales y la palatabilidad o gustosidad de las dietas con niveles elevados de puliduras, son algunos de los factores que pueden afectar la utilización de éstas en la alimentación porcina. Los trabajos experimentales que se presentan a continuación fueron hechos con cerdos en crecimiento y acabado y en la mayoría de ellos, se ha utilizado un 60 por ciento de puliduras en las dietas experimentales. El material designado como puliduras, polvillo o harina de arroz utilizado en las pruebas experimentales en el CIAT, ha sido un producto con un contenido de proteína entre 12.5-14.0 por ciento y con 5-6 por ciento de fibra cruda.

Los animales experimentales utilizados fueron cerdos Yorkshire, destetados a las ocho semanas de edad. Los grupos experimentales fueron machos castrados y hembras, distribuidos con base en camadas, sexo y peso; normalmente, el peso promedio inicial fluctuaba entre 17-20 kilogramos y el peso promedio final entre 90-95 kilogramos. Los cerdos se vacunaron contra el cólera porcino a las seis semanas de edad y se vermifugaron contra parásitos internos, una semana después del destete y antes del inicio del período experimental. Los animales se alojaron en corrales sombreados y con piso de concreto; las dietas experimentales se prepararon en forma de harina y se suministraron en comederos automáticos; el agua de bebida se suministró continuamente en bebederos automáticos. Los animales experimentales se pesaron cada catorce días; la duración del experimento fue la misma para todos los tratamientos. Sin embargo, en algunos, la duración se prolongó hasta que cada tratamiento alcanzara el peso promedio final de beneficio. En aquellos experimentos en los cuales se usaron dos dietas, de crecimiento y de acabado, el cambio de dieta se realizaba cuando el peso promedio por animal del grupo era de aproximadamente 50 kilogra-

mos. En los experimentos con melaza de caña, las dietas se suministraron dos veces al día en comederos abiertos y la cantidad se reguló de acuerdo con el apetito de los animales. En ningún experimento se midieron las canales; por lo tanto, se desconoce el efecto de las dietas sobre la calidad de las mismas.

Efecto de la cantidad de proteína y de la adición de azúcar en dietas a base de puliduras de arroz

La sustitución total de los granos de cereales por puliduras de arroz, manteniendo el resto de los ingredientes en un nivel estable, resulta en dietas con mayores aportes proteínicos que los requeridos debido al mayor contenido de proteína en las puliduras (12-13 vs 10 por ciento) que en los granos de cereales. En el Cuadro 4 se incluye la composición de las dietas experimentales para el período de crecimiento (20-50 kilogramos). En tales dietas se compara la sus-

Cuadro 4. Estudio de dos niveles de proteína y de la adición de azúcar en dietas a base de puliduras de arroz para cerdos en crecimiento y acabado.

Composición de las dietas experimentales para el período de crecimiento

Ingrediente, %	Porcentaje de proteína cruda en las dietas				
	Testigo	Puliduras de arroz			
	16.0	18.85	16.0	18.85	16.0 + azúcar
Puliduras de arroz (13.19) ^{a/}	-	77.0	60.0	60.0	60.0
Mafz amarillo (9.50)	77.7	-	23.2	16.1	-
Azúcar	-	-	-	-	18.7
Torta de soya (49.19)	17.5	17.5	12.0	19.1	16.5
Harina de huesos	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Premezcla de vitaminas	.3	.3	.3	.3	.3
Premezcla de minerales	.5	.5	.5	.5	.5

a/ Los números en paréntesis indican el porcentaje de proteína cruda de los ingredientes, determinados por el método Kjeldahl.

titución total del maíz por puliduras (77.7 por ciento resultando en una dieta con 18.9 por ciento de proteína), con dietas en las cuales se usó el 60 por ciento de puliduras, pero a dos niveles de proteína, 16 y 18.9 por ciento, respectivamente y además, una dieta con la inclusión de 18.7 por ciento de azúcar. Durante el período de acabado, la sustitución total del maíz resultó en un nivel de 86.7 por ciento de puliduras de arroz.

En el Cuadro 5 se incluyen los resultados obtenidos durante los períodos de crecimiento y acabado (20-96 kilogramos) y los niveles de proteína en las dietas. La sustitución total del maíz por puliduras de arroz resultó en disminución de los aumentos diarios de peso, a pesar de que los niveles de proteína de la dieta a base de puliduras y torta de soya fueron superiores a los de la dieta control; el consumo de la dieta a base de puliduras y torta de soya fue inferior al de la dieta control y a los de las dietas con 60 por ciento de puliduras de a-

Cuadro 5. Efecto de dos niveles de proteína y de la adición de azúcar en dietas a base de harina de arroz para cerdos en crecimiento y acabado.

Resumen de resultados sobre períodos de crecimiento y acabado (20.1 - 95.6 kg)^a

Parámetro	Testigo	Puliduras de arroz			
	Maíz + T. soya	+ T. soya	+ T. soya + Maíz	+ T. soya + Maíz	+ T. soya + Azúcar
Niveles de proteína en las dietas ^{b/}	16.0-12.5	18.9-16.8	16.0-12.5	18.9-16.8	16.0-0.12.5
Aumento diario (prom.), kg	.77	.66	.68	.71	.74
Consumo diario (prom.), kg	2.52	1.98	2.16	2.17	2.15
Conversión alimenticia	3.26	3.00	3.17	3.05	2.93

a/ Promedios de ocho cerdos por grupo obtenidos en un período total de 98 días.

b/ Niveles de proteína cruda en dietas de crecimiento y acabado, respectivamente.

roz. El consumo fue mayor cuando se utilizaron dietas con un 60 por ciento de puliduras, dando como resultado mayores aumentos de peso, especialmente, cuando se incluyó azúcar en las dietas.

Estos resultados sugieren que un aumento de la cantidad de proteína en las dietas, a base de puliduras de arroz, no se refleja en incrementos significativos en el aumento de peso, resultando más bien en aumentos más costosos, debido al exceso de proteína, en niveles innecesarios. Además, la inclusión de un agente edulcorante, como lo es el azúcar, así como la utilización limitada del 60 por ciento de puliduras y la inclusión de maíz molido, favorecieron un mayor consumo de las dietas; estas inclusiones en las dietas se reflejaron en tasas de crecimiento más altas. Aunque se han publicado trabajos en los cuales se informa sobre incrementos en las tasas de crecimiento de cerdos alimentados con dietas a base de salvado de arroz con torta de soya (Balderama, et al., 1968) o con harina de pescado (Bistoyong et al., 1968) con niveles crecientes de proteína, los resultados descritos se refieren a períodos experimentales cortos y con niveles de proteína de 11 hasta 20-22 por ciento. Además, en los trabajos publicados en Filipinas (Balderama et al., 1968; Bistoyong, et al., 1968) se empleó, sin darse detalles de composición química, el salvado de arroz y no las puliduras.

Efecto de la calidad de la proteína suplementaria

Los resultados obtenidos con dietas a base de puliduras de arroz y niveles altos de proteína sugieren que la cantidad de proteína no es un factor decisivo pero que tal vez se le debería dar mayor atención a su calidad.

Con el fin de estudiar la mejor forma de complementar las puliduras de arroz con las fuentes o ingredientes proteínicos normalmente disponibles en países latinoamericanos, se hizo un experimento utilizando dietas con 60 por ciento de puliduras de arroz en combinación con torta de soya, harina de pescado, harina de carne o una mezcla de harina de pescado y torta de algodón. La composición de las dietas experimentales para el período de crecimiento se presen-

ta en el Cuadro 6; estas dietas fueron balanceadas con el propósito de aportar 16 por ciento de proteína, mientras que las de acabado (50-92 kilogramos) aportaban 13 por ciento de proteína.

Los resultados para los períodos de crecimiento y acabado (18-90 kilogramos) se presentan en el Cuadro 7. La combinación de 60 por ciento de puliduras de arroz con harina de pescado produjo los mejores resultados, aunque las ganancias de peso fueron ligeramente inferiores a las de la dieta testigo, en comparación con las combinaciones con las otras fuentes proteínicas. Cabe anotar que el consumo diario de la dieta puliduras/harina de pescado fue ligeramente superior al compararla con las otras combinaciones de puliduras de arroz y fuentes proteínicas. La combinación de puliduras de arroz (60 por ciento) y torta de soya resultó ser la de más bajos rendimientos. Los resultados de

Cuadro 6. Utilización de puliduras de arroz en combinación con diferentes fuentes proteínicas, en dietas para cerdos en crecimiento y acabado.

Composición de dietas experimentales de crecimiento^{a/}

Ingrediente, %	Testigo	Puliduras de arroz (60%) +			
	Maíz + T. soya	T. soya	Harina pescado	Harina carne	H. pescado + T. algodón
Puliduras de arroz	-	60.0	60.0	60.0	60.0
Maíz amarillo	79.2	25.7	27.3	29.1	24.7
Torta de soya	16.0	9.5	-	-	-
Harina de pescado	-	-	7.9	-	2.6
Harina de carne	-	-	-	6.1	-
Torta de algodón	-	-	-	-	7.9
Minerales y vitaminas ^{b/}	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8

a/ Dietas calculadas isoproteínicas: 16% proteína.

b/ Todas las dietas contenían: 4% harina de huesos; .3% premezcla de vitaminas y .5% premezcla de minerales.

un experimento, hecho durante el período de crecimiento con una dieta a base de 60 por ciento de puliduras de arroz y torta de soya suplementada con lisina (0.15 por ciento) o metionina (0.15 por ciento) o con la adición conjunta de ambos aminoácidos, sugieren que el aminoácido susceptible de ser limitante en la combinación puliduras de arroz/torta de soya sería la metionina más que la lisina (Cuadro 8).

Los resultados experimentales sugieren que la calidad de la proteína suplementaria es importante y se debe tomar en consideración. La complementariedad de las puliduras de arroz con fuentes proteínicas de origen animal de alta calidad, como la harina de pescado, parece ser más conveniente que la combinación de puliduras con fuentes proteínicas de origen vegetal. Aparentemente la metionina sería el aminoácido susceptible de ser deficiente en las dietas de puliduras de arroz con fuentes proteínicas vegetales; sin embargo, es necesario obtener más información sobre este particular, antes de proponer una conclusión de tipo general.

Cuadro 7. Efecto de diferentes fuentes proteínicas en la utilización de puliduras de arroz, en dietas para cerdos en crecimiento y acabado (18 - 90 kg).

Resultados experimentales ^{a/}

Parámetro	Testigo	60% puliduras de arroz +			
	Mafz + T. soya	T. soya	Harina pescado	Harina carne	H. pescado + T. algodón
Peso final (prom.), kg	91.9	78.0	88.0	81.0	82.1
Aumento diario (prom.), kg	.70	.59	.67	.60	.61
Consumo diario (prom.), kg	2.19	1.80	2.01	1.84	1.94
Alimento/aumento peso	3.12	3.17	3.03	3.06	3.19

a/ Promedios de diez cerdos por grupo. Período experimental: 105 días.
Peso promedio inicial: 18.2 ± .2 kg.

Cuadro 8. Efecto de la suplementación de lisina y de metionina en la utilización de dietas a base de puliduras de arroz, para cerdos en crecimiento. ^{a/}

Tratamiento ^{b/}	Promedio diario, kg		Alimento/ aumento
	Aumento	Consumo	
Testigo: Mafz + T. soya	.65	1.82	2.81
60% Puliduras de arroz + T. soya	.61	1.70	2.81
+ 0.15% lisina	.58	1.66	2.86
+ 0.15% metionina	.63	1.71	2.72
+ 0.15% lisina + 0.15% metionina	.61	1.76	2.89
60% Puliduras de arroz + Harina de pescado	.62	1.61	2.61

a/ Promedios de seis cerdos por tratamiento. Pesos promedios, inicial 17.7 kg y final 49.2 kg. Período experimental: 49 días.

b/ Dietas calculadas isoproteínicas (16% prot.).

Efecto de la adulteración de las puliduras de arroz con cáscaras de arroz molidas

Posiblemente, el aspecto práctico de mayor importancia en la utilización de las puliduras de arroz en alimentación porcina, es la falta de consistencia en su composición química. La falta de uniformidad de la calidad alimenticia de las puliduras se puede deber a causas accidentales relacionadas con la ineficiencia en el proceso de molienda o pulido que no permite una separación efectiva del salvado y de las puliduras; también puede deberse a causas intencionales debido a la inclusión de cáscaras de arroz molidas. Aunque estas anomalías pueden ser detectadas mediante una apreciación macroscópica del producto, el mejor método y el más sencillo sería obtener la determinación de proteína cruda.

Con el fin de estudiar el efecto de la adición de cáscaras de arroz se procedió a preparar diferentes combinaciones de puliduras de arroz de buena calidad con cantidades variables de cáscara de arroz molida, de forma de obtener adulteraciones del 10, 20, 30 y 40 por ciento. Por ejemplo, para obtener una adul-

teración del 30 por ciento se mezclaron 18 kilogramos de cáscara de arroz molida con 42 kilogramos de puliduras de arroz de buena calidad, de manera que en 60 kilogramos de mezcla, el 30 por ciento (18 kilogramos) estaba constituido por las cáscaras de arroz molidas. En el Cuadro 9 se presentan los resultados de los análisis químicos de este tipo de mezclas; como era de esperarse, la inclusión de cantidades crecientes de cáscara de arroz molida resulta en una dilución de los contenidos de proteína y de grasa, y en un aumento progresivo del contenido de fibra cruda y de cenizas.

El Cuadro 10 presenta la composición de las dietas experimentales para el período de crecimiento, con puliduras de arroz que contienen 10, 20, 30 y 40 por ciento de cáscara de arroz molida. El remplazo de las diferentes combinaciones fue hecho peso por peso, sin modificar la contribución de los otros ingredientes y por lo tanto, las dietas de crecimiento variaban en su contenido final de proteína, desde 18.8 hasta 15.8 por ciento para las dietas con 0 hasta 40 por ciento de adulteración de cáscara de arroz, respectivamente. Las dietas de acabado tenían contenidos de proteína del 15.8 hasta 12.8, para los mismos rangos de adulteración con cáscara de arroz. Los resultados de este experimento se presentan en el Cuadro 11, para los períodos de crecimiento y de acabado. La adulteración de las puliduras de arroz con niveles crecientes de

Cuadro 9. Composición química de las puliduras de arroz con niveles crecientes de adulteración con cáscaras de arroz molidas.

Parámetro	Humedad	Porcentajes			
		Proteína (Nx6.25)	Extracto etéreo	Fibra cruda	Cenizas
<u>% cáscaras molidas en puliduras de arroz</u>					
0	11.9	14.1	15.4	3.1	8.1
10	12.5	13.0	15.1	8.7	11.3
20	12.4	12.0	13.7	11.3	12.3
30	11.6	10.9	11.8	15.4	13.1
40	10.9	9.4	10.7	17.2	13.4

Cuadro 10. Adición de varios niveles de cáscara de arroz en dietas a base de puliduras de arroz, para cerdos en crecimiento y acabado.

Composición de dietas experimentales para el período de crecimiento

Ingrediente (%)	% cáscaras de arroz molidas en puliduras				
	0	10	20	30	40
Puliduras de arroz (14.6) ^{a/}	60.0	54.0	48.0	42.0	36.0
Cáscaras de arroz (2.5)	-	6.0	12.0	18.0	24.0
Mazú amarillo (9.5)	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8
Torta de soya (49.9)	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4
Harina de huesos	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Premezcla de vitaminas	.3	.3	.3	.3	.3
Premezcla de minerales	.5	.5	.5	.5	.5
Proteína cruda dieta, %	18.8	18.0	17.3	16.6	15.8

a/ Números en paréntesis indican el porcentaje de proteína cruda en los ingredientes determinados por el método Kjeldahl.

cáscara de arroz molida, no afectó significativamente el aumento de peso de los cerdos en crecimiento y acabado, pero el efecto principal se manifestó en un aumento del consumo de las dietas con mayores contenidos de cáscara de arroz resultando en conversiones alimenticias inferiores, es decir, la cantidad de dieta por un kilogramo de aumento de peso aumentaba conforme se incrementaban los niveles de cáscara de arroz en las puliduras. Un experimento en el cual se prepararon dietas isoproteínicas, con los mismos niveles de adulteración con cáscaras molidas, mostró resultados prácticamente similares a los descritos con niveles de proteína variable.

Los datos obtenidos en la evaluación de puliduras experimentalmente adulteradas con la inclusión de cáscaras de arroz molidas, indican que el cerdo puede soportar niveles relativamente altos de fibra cruda en dietas de crecimiento

Cuadro 11. Efecto de la adición de varios niveles de cáscara de arroz en dietas a base de puliduras de arroz, para cerdos en crecimiento y acabado.

Resultados experimentales (20 - 87 kg) ^{a/}

Parámetro	% cáscara molida en puliduras				
	0	10	20	30	40
Niveles proteína dietas, %					
Crecimiento	18.8	18.0	17.3	16.6	15.8
Acabado	15.8	15.0	14.3	13.6	12.8
Peso final (prom.), kg	87.0	86.2	88.9	85.8	88.5
Aumento diario (prom.), kg	.69	.68	.71	.68	.71
Consumo diario (prom.), kg	2.07	2.12	2.29	2.50	2.68
Alimento/aumento peso	3.00	3.12	3.24	3.70	3.83

a/ Promedios de diez cerdos por grupo. Período experimental : 98 días.

to y acabado, sin que afecte considerablemente su velocidad de crecimiento. El parámetro afectado de importancia económica fue la cantidad de alimento requerido para obtener una determinada ganancia de peso. Los cerdos son obligados a consumir mayor cantidad de alimento para compensar la reducción energética de la ración con altos contenidos de fibra. Nutricionalmente, las puliduras de arroz con alto contenido de fibra y bajo contenido de proteína, deberían de ser más baratas que aquellas de buena calidad.

Empleo de niveles crecientes de melaza con dietas a base de puliduras de arroz

Uno de los factores responsables de los bajos rendimientos producidos en cerdos alimentados con dietas a base de puliduras de arroz es el consumo limitado de éstas, especialmente cuando se comparan con las raciones testigo a base de maíz y torta de soya. Aparentemente, la consistencia física de las dietas o su sabor afectan su consumo por parte de los animales. Se observaron aumen-

tos en el consumo con la adición de azúcar a las dietas a base de puliduras de arroz, pero el precio de dicho producto es muy alto para justificar su uso práctico en raciones para cerdos. La melaza de caña constituye un subproducto disponible en la mayoría de los países latinoamericanos, empleándose normalmente en alimentación animal. La adición de melaza, por su alto contenido de azúcares, mejoraría la gustosidad de las dietas a base de puliduras de arroz y la combinación de estos dos subproductos agroindustriales sustituiría totalmente los granos de cereales.

Un programa de alimentación para cerdos en crecimiento y acabado (20-95 kilogramos), con niveles crecientes de melaza, es normalmente empleado en las granjas porcinas del Valle del Cauca llegando a utilizar, en la fase final de acabado, niveles de 35-40 por ciento de melaza. Con base en esta experiencia se hizo un experimento en el cual se preparó una dieta basal constituida por 77.6 por ciento de puliduras, 16.2 por ciento de torta de soya, más suplementos minerales, vitaminas, sal y DL-metionina (Cuadro 12) para aportar 18 por

Cuadro 12. Utilización de puliduras de arroz con niveles crecientes de melaza, para cerdos en crecimiento y acabado.

Composición de dietas experimentales

Ingrediente, %	Maíz común		Puliduras de arroz ^{a/}
	Crecimiento	Acabado	
Maíz común	77.7	85.3	-
Puliduras de arroz	-	-	77.6
Torta de soya	17.6	10.0	16.2
Harina de huesos	4.0	4.0	5.0
Premezcla comercial	0.2	0.2	0.3
Sal yodada	0.5	0.5	0.6
DL-Metionina	-	-	0.3
Proteína cruda, %	16	13	18

a/ Dieta basal a ser empleada con niveles crecientes, desde 5 hasta 35% de melaza de caña.

ciento de proteína. La adición de niveles crecientes de melaza desde 5 hasta 35 por ciento se hizo en forma progresiva, de acuerdo con rangos de peso de los animales; con este programa se redujeron progresivamente los niveles de proteína de la dieta total, desde 17.1 por ciento al iniciar el experimento hasta 11.7 por ciento al final del mismo (Cuadro 13). Los resultados obtenidos en este experimento se aprecian en el Cuadro 14; para alcanzar el mismo peso final de 94 kilogramos, los cerdos alimentados en el régimen dietético a base de puliduras, melaza y torta de soya necesitaron una semana más que los animales alimentados con la dieta testigo (maíz-torta de soya). Mediante este programa de alimentación se sustituyó totalmente el maíz por puliduras y melaza, ingredientes normalmente más baratos que el maíz o sorgo. La cantidad de torta de soya requerida por los animales alimentados con puliduras de arroz y melaza fue ligeramente superior a la requerida por el grupo testigo, pero la diferencia se justifica ampliamente debido a la sustitución total de los granos de cereales. La adición de melaza permitió un mayor consumo de las puliduras y consecuentemente, las diferencias en aumentos de peso fueron mínimas. Los resultados de otro experimento indican que la adición de grasa animal o sebo (7.5 por ciento) con melaza (15 por ciento) permite también obtener rendimien-

Cuadro 13. Porcentajes de mezclas de melaza y dieta basal (18% proteína) con puliduras de arroz.

Rango peso vivo, kg	Melaza	Dieta basal	Proteína total en mezcla
	%	%	%
20-25	5	95	17.1
25-35	10	90	16.2
35-50	15	85	15.3
50-60	20	80	14.4
60-70	25	75	13.5
70-80	30	70	12.6
80-95	35	65	11.7

tos satisfactorios; sin embargo, el precio del sebo y la dificultad para mezclarlo hacen que la adición de este ingrediente no sea tan práctica como la de melaza.

Cuadro 14. Resultados experimentales obtenidos sobre el efecto de la utilización de puliduras de arroz, con niveles crecientes de melaza para cerdos en crecimiento y acabado.

Parámetros	Variable experimental	
	Testigo Maíz	Puliduras + Melaza
Número de días experimento	119	126
Número de cerdos/grupo	8	8
Aumento peso total/animal, kg ^{a/}	76.4	77.6
<u>Consumo total/animal, kg</u>		
Dieta	227.8	251.6
Maíz o puliduras	188.6	151.8
Melaza	-	56.0
Torta de soya	28.4	31.7
Alimento/aumento peso	2.98	3.24

a/ Pesos promedios iniciales y finales: 17.3 y 93.7; 17.3 y 94.9 kg, respectivamente.

Resumen

En el presente trabajo se describen varios estudios sobre nutrición porcina realizados como parte de las actividades de investigación orientadas a desarrollar programas de alimentación basados en el uso de subproductos agroindustriales, en este caso, de puliduras de arroz.

Los subproductos del proceso de molinería o pulido de arroz tienen variados usos pero las puliduras son normalmente empleadas en alimentación a-

animal, especialmente para cerdos y aves. Las puliduras de arroz de buena calidad pueden constituir la fuente energética principal, en dietas para cerdos en crecimiento y acabado.

El exceso de proteína en dietas a base de puliduras no mejora el crecimiento de los animales; por lo tanto, las dietas deben ser balanceadas para cubrir los requerimientos nutricionales de los cerdos. La calidad de la proteína suplementaria es de mucha importancia, obteniéndose mejores resultados con la combinación de fuentes proteínicas de origen animal de buena calidad, como es la harina de pescado. Se requiere obtener mayor información para conocer mejor el potencial nutricional de combinaciones de puliduras con fuentes proteínicas de origen vegetal.

La calidad nutricional de las puliduras de arroz puede ser afectada por la adulteración con cáscara de arroz molida, resultando un producto alto en fibra y bajo en proteína. Los cerdos en crecimiento y acabado pueden consumir dietas con puliduras altas en fibra, sin afectar significativamente el crecimiento pero el consumo de las dietas es mayor; el resultado es una menor eficiencia de conversión alimenticia.

El empleo de niveles crecientes de melaza en una dieta basal, constituida principalmente de puliduras y de torta de soya, permite sustituir totalmente los granos de cereales por una combinación de estos dos subproductos agroindustriales. Se obtienen resultados similares utilizando grasa animal y melaza de caña.

Los resultados obtenidos hasta la fecha indican que es factible desarrollar programas de alimentación basados en niveles altos (60 por ciento) o exclusivamente en puliduras de arroz para cerdos en crecimiento y acabado. Las regiones productoras de arroz pueden desarrollar programas de producción porcina cuya capacidad de expansión sea directamente proporcional a la disponibilidad de las puliduras en el mercado.

BIBLIOGRAFIA

- Ara, V., Luis, A.A. Owen, J. Buitrago y J. Pineda. 1975. Determinación del valor nutritivo y del nivel óptimo de utilización de la harina de arroz en dietas para cerdos. *Rev. ICA X* (1), pp. 127-137. Bogotá, Colombia.
- Arnott, E.W. y H. K. Linn. 1966. Animal feeding studies in Malaya. 2. Quality of rice bran and polishing. *Agricultural J.* 45:387.
- Balderama, J.S., J.A. Eusebio, R.R. González y P.F. Alcántara. 1968. Rice bran-soybean oil meal combination with varying protein levels for growing-fattening pigs. *Philipp. Agric.* 52:146-153.
- Bistoyong, A.G., J.A. Eusebio, P.L. Alcántara y R.R. González. 1968. Rice-bran fish meal combination with varying protein levels for growing-fattening pigs. *Philipp. Agric.* 52:5.
- Campabadal, C.M., H.D. Wallace y G.E. Combs. 1975. An evaluation of rice bran as a feed ingredient for growing-finishing pigs. *Res. Report AL-1975-9, Dept. Animal Science, Florida Agric. Exp. Sta., Gainesville, Florida.*
- Campabadal, C.M., H.D. Wallace y G.E. Combs. 1975a. Nutrient utilization of swine diets as influenced by various levels of rice bran and the addition of fat. *Res. Report AL-1975-10, Dept. Animal Science, Florida Agric. Exp. Sta., Gainesville, Florida.*
- Cunha, T.J. 1957. Swine feeding and nutrition. Interscience Publishers Inc., New York. p. 182-183.
- Durán, A. 1959. Combinación de maíz amarillo y salvado de arroz para engorde de cerdos. *Acta Agronómica de Colombia* 9, 25-33.
- F.A.O. 1974. Production yearbook. Vol. 28.
- Kik, M.C. 1957. The nutritive value of rice and its by-products. *Bull.* 589. *Agric. Exp. Sta., Univ. of Arkansas, Fayetteville, 24 p.*
- Martínez, R.L. y F.O. Bravo. 1971. Efecto de la sustitución progresiva de maíz con puliduras de arroz como alimento para el cerdo. *Técnica Pecuaria (México)* 15:9.
- Morrison, F.B. 1966. Feeds and feeding. 22nd ed. The Morrison Publishing Co., Ithaca, N. Y. p. 457-458.
- National Academy of Sciences. 1971. Atlas of Nutritional data on United States and Canadian Feeds. *Nat. Acad. Sci.*, 2101 Constitution Av., Washington, D.C.

Noland, P.R. y K.W. Scott. 1963. Substituting various grains and rice milling by-products for corn in rations for growing-finishing swine. Bull. 668. Agric. Exp. Sta., Univ. of Arkansas, Fayetteville. 16 p.