

Desempenho e custo de suínos alimentados com dietas contendo 50% de farelo de arroz integral suplementados com fitase e/ou celulase

F. A. Tenório Fireman, J. López*, A. Kyonara Barbosa
e A. Tenório Fireman

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Facultad de Agronomia. Departamento de Zootecnia
Av. Cel. Aparício Borges, 168/102 90.680 – 570 Porto Alegre - RS
Cx. Postal, 776 Porto Alegre – RS CEP 90001-970. Brasil

Performance and cost of pigs fed 50% rice bran diets with addition of phytase and/or cellulase

ABSTRACT: Animal performance and feed costs were evaluated in pigs fed during growing and finishing phases diets containing 50% rice bran (RB) without enzymes (Treatment T1); or with addition of 1,000 units of phytase (T2); or with 250,000 units of carboxy-methylcellulase (T3); or with both enzymes per kilogram of diet (T4); in addition to a conventional maize and soy-based diet (T5). Eighty-five castrated males, 70 days old and varying in initial weight from 17.5 to 31.1 kg, were subjected to five treatments in six randomized blocks. Animals receiving the conventional diet consumed more feed and gained more weight. However, their feed conversion ratio was similar to that of animals fed the 50% RB diets, with or without enzymes, and feed costs were lower with the latter than with the maize and soy diet.

Key words: Cellulase, feed conversion, feed cost, phytase, pigs, rice bran

©2000 ALPA. Todos los derechos reservados

Arch. Latinoam. Prod. Anim. 2000. 8(1): 18-23

RESUMO: Avaliou-se o desempenho e o custo de suínos na fase crescimento e terminação, alimentados com 50% de farelo de arroz integral (FAI) sem enzima (tratamento T1), ou com adição de 1 000 unidades de fitase ativa (T2), ou com 25 000 unidades de carboximetilcelulase ativa (T3), ou com as duas enzimas combinadas por quilograma de dieta (T4), além de uma dieta convencional a base de milho e farelo de soja (T5). Utilizou-se 85 machos castrados com 70 dias de idade e peso inicial variando de 17.5 a 31.1 kg nos cinco tratamentos em um delimitamento de blocos ao acaso (seis). Animais consumindo a dieta convencional apresentaram um maior consumo e um maior ganho de peso. No entanto, a conversão alimentar foi similar à dos animais que consumiram as dietas com 50% de FAI, com adição ou não de enzimas, e estas tiveram um menor custo do que as dietas a base de milho e farelo de soja.

Palavras chave: Celulase, conversão alimentar, custo de alimentação, farelo de arroz integral, fitase, suínos

Introdução

Cerca de 60 a 80% do custo da produção de suínos provém da alimentação; portanto, torna-se necessário utilizar alimentos alternativos com o intuito de baratear as dietas. O uso de farelo de arroz na dieta de suínos passou a ser uma alternativa em regiões onde há grande produção de arroz, pois seu preço, geralmente, é inferior ao do milho e ao do farelo de soja. O Rio Grande do Sul é um dos estados que mais

produz arroz (IBGE, 1996). Através do beneficiamento do arroz para o consumo humano, surge como subproduto o farelo. O farelo de arroz integral (FAI) apresenta bons níveis de nutrientes (EMBRAPA, 1991). No entanto, o FAI apresenta cerca de 14 a 29% de disponibilidade do seu fósforo para os suínos (Werenko *et al.*, 1997), como também um elevado nível de fibra bruta (8 a 20%), que varia de acordo com a quantidade de casca incorporada a este ingrediente (Gonçalves, 1952). Esta fibra é constituída basicamente por

*E-mail: jlopez@orion.ufrgs.br

Recibido Noviembre 09, 1999.

Aceptado Marzo 27, 2000.

celulose (Vianna, 1988). A adição de enzimas na ração com o intuito de amenizar os efeitos antinutricionais de determinados alimentos alternativos, está crescendo atualmente (Johnson *et al.*, 1993). Este trabalho foi realizado com o objetivo de estudar os efeitos de dietas com 50% de FAI, adicionadas ou não com as enzimas fitase e/ou celulase, com o intuito de amenizar estes fatores antinutricionais, sobre o desempenho dos animais. Determinou-se também o custo total e o custo de alimentação do quilograma do suíno produzido.

Material e Métodos

Local, duração, instalações e animais. O experimento foi conduzido na granja de pesquisa da empresa AVIPAL S. A., Porto Alegre, RS, no período de 17 de junho a 09 de setembro de 1998, totalizando 84 dias, sendo 42 dias na fase crescimento e 42 dias na fase terminação. Os animais foram alojados em baias com piso de concreto, do qual 0.9 m no fundo é ripado. Cada baia era provida de bebedouro tipo chupeta e comedouro de concreto. Foram utilizados 85 machos castrados da linhagem “Camborough 15 e 22” com 70 dias de idade e peso inicial variando de 17.46 a 31.08 kg, distribuídos nos tratamentos com base no peso inicial.

Tratamentos. Os tratamentos utilizados foram: T1 - 50% de FAI, T2 - 50% de FAI + fitase, T3 - 50% de FAI + celulase, T4 - 50% de FAI + fitase e celulase, T5 - milho e farelo de soja (dieta convencional). O preço dos ingredientes e das dietas encontra-se no Quadro 1 e 2, respectivamente.

te. As dietas foram fareladas, sendo isoenergéticas e isoprotéicas (tendo como base as tabelas do NRC, 1988) e, a relação cálcio e fósforo disponível para todos os tratamentos foi mantida em 2.35 (Quadro 2). Os tratamentos T2 e T4 continham 1 000 unidades de fitase ativa (UFA)/kg de dieta e não receberam fosfato bicálcico e, os tratamentos T3 e T4 tiveram 250 000 unidades de carboximetilcelulase ativa (UCA)/kg de dieta.

Variáveis analisadas, delineamento experimental e análise estatística. O consumo alimentar foi determinado semanalmente através da diferença entre a quantidade de alimento fornecido e as sobras no comedouro. O ganho de peso dos animais foi feito através das pesagens a cada 14 dias, totalizando quatro pesagens em cada fase. A conversão alimentar foi calculada a partir dos dados de consumo alimentar e ganho de peso de cada fase. O custo de 1 kg de suíno produzido foi calculado através da fórmula sugerida por Gai *et al.* (1979) e o custo médio da alimentação por 1 kg de peso vivo produzido foi calculado através da fórmula de Bellaver *et al.* (1985).

O delineamento experimental foi de blocos casualizados, sendo cada bloco (formado por animais de peso inicial similar) uma repetição dos tratamentos, e utilizou-se seis blocos. Cada baia era uma unidade experimental. Os dados foram submetidos à análise da variância geral e as médias dos tratamentos foram comparadas por contrastes ortogonais através do programa SANEST (Zonta e Machado, 1984). Cada contraste foi testado pelo teste F de forma independente. Os contrastes foram os seguintes: C1, compara

Quadro 1. Composição (%) das dietas das fases crescimento e terminação e os preços dos ingredientes (R\$)¹.

Ingredientes	Fase crescimento					Fase terminação					Preço R\$/kg
	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5	
Farelo de arroz integral	50	50	50	50	-	50	50	50	50	-	0.10
Milho	30.6	30.6	30.6	30.6	71.0	31.8	31.8	31.8	31.8	64.2	0.15
Farelo de soja	16.6	16.6	16.6	16.6	24.8	15.2	15.2	15.2	15.2	24.0	0.19
Óleo de soja	-	-	-	-	0.94	-	-	-	-	4.4	0.70
Calcário	0.92	0.56	0.92	0.56	1.02	1.08	0.66	1.08	0.66	0.96	0.05
Fosfato bicálcico	0.70	-	0.70	-	1.20	0.82	-	0.82	-	1.22	0.39
Sal	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.09
Premix ²	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	3.37
L-lisina	0.21	0.21	0.21	0.21	0.12	0.13	0.13	0.13	0.13	0.07	3.00
L-treonina	0.11	0.11	0.11	0.11	-	0.07	0.07	0.07	0.07	-	5.00
DL-metionina	0.07	0.07	0.07	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	3.35
Antioxidante	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05
Fitase	-	0.02	-	0.02	-	-	0.02	-	0.02	-	35.00
Celulase	-	-	0.10	0.10	-	-	-	0.10	0.10	-	4.00
Caulin	0.40	1.44	0.30	1.32	0.21	0.44	1.68	0.34	1.57	4.55	0.01

¹Moeda Nacional de Brasil.

²Para cada quilograma de dieta: 60 mg de Fe, 100 mg de Zn, 40 mg de Mn, 10 mg de Cu, 0.15 mg de I, 0.2 mg de Se 3 000 UI vit. A, 600 UI vit. D₃, 6 mg vit. E, 0.6 mg vit. K₃, 1.8 mg vit. B₂, 0.009 mg vit. B₁₂, 4.8 mg Ácido Pantotênico, 9 mg Niacina, 0.03 mg Biotina. O premix adicionado aos tratamentos T1, T2, T3 e T4 não continha Mn (sulfato de manganês).

Quadro 2. Valores nutricionais calculados das dietas da fase crescimento e terminação e seus respectivos preços.

Valores calculados	Fase crescimento					Fase terminação				
	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5
EM, kcal/kg ¹	3.300	3.300	3.300	3.300	3.300	3.300	3.300	3.300	3.300	3.300
P. B., % ¹	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
Cálcio, % ¹	0.71	0.43	0.71	0.43	0.71	0.70	0.37	0.70	0.37	0.70
P total, % ¹	1.56	1.43	1.56	1.43	0.57	1.40	1.24	1.40	1.24	0.60
P disponível, % ¹	0.30	0.18	0.30	0.18	0.30	0.30	0.16	0.30	0.16	0.30
Fibra bruta, % ¹	4.54	4.54	4.54	4.54	2.09	3.79	3.79	3.79	3.79	1.50
FDN, % ¹	17.40	17.40	17.40	17.40	15.97	17.00	17.00	17.00	17.00	13.70
FDA, % ¹	7.59	7.59	7.59	7.59	4.90	7.10	7.10	7.10	7.10	6.00
Preço da dieta, R\$ ² /kg	0.147	0.151	0.151	0.156	0.176	0.142	0.146	0.146	0.150	0.187

¹NCR (1998)²Moeda nacional de Brasil.**Quadro 3.** Média por tratamento, média geral, coeficiente de variação e nível de significância para os contrastes em cada fase da criação para o consumo diário de alimento (kg).

Tratamento	Fase crescimento	Fase terminação	Período total
T1 - FAI ¹	2.08	2.68	2.38
T2 - FAI + fitase	1.96	2.55	2.26
T3 - FAI + celulase	2.05	2.68	2.36
T4 - FAI + fitase + celulase	2.09	2.73	2.42
T5 - Milho+ Farelo de soja	2.36	2.87	2.62
Média geral	2.11	2.70	2.41
Coeficiente de variação (%)	6.47	7.72	6.47

Contrastes	Probabilidade > F		
C1 - (T1 + T2 + T3 + T4) vs. 4(T5)	0.00015	0.03468	0.00169
C2 - 3(T1) vs. (T2 + T3 + T4)	0.56320	0.81799	0.63784
C3 - (T2 + T3) vs. 2(T4)	0.21229	0.27980	0.18611
C4 - T2 vs. T3	0.25743	0.28741	0.25510

¹Farelo de arroz integral.

todos os tratamentos que receberam FAI (T1, T2, T3 e T4) versus o tratamento convencional (T5); C2, compara os tratamentos que receberam FAI com enzimas (T2, T3 e T4) versus o tratamento com FAI sem enzima (T1); C3, compara o tratamento que recebeu as duas enzimas na mesma dieta (T4) versus os tratamentos que receberam as enzimas separadas (T2 e T3); C4, compara o tratamento que recebeu fitase (T2) versus o tratamento que recebeu celulase (T3).

Resultados e Discussão

Desempenho. Os resultados de consumo diário de alimento, ganho de peso diário e conversão alimentar, com a média geral, o coeficiente de variação e o nível de significância para os contrastes, nas fases crescimento, terminação e período total, encontram-se, respectivamente, no Quadro 3, 4 e 5.

O consumo diário apresentou efeito significativo na análise de variância geral para a fase crescimento ($P = 0.00101$) e período total ($P = 0.01136$). Houve efeito significativo apenas para o contraste C1 (Quadro 3) durante a fase crescimento ($P = 0.00015$), terminação ($P = 0.03468$) e período total ($P = 0.00169$), demonstrando que os animais do T5 consumiram mais nas duas fases e durante todo o período, do que os animais dos T1, T2, T3 e T4. Esta redução do consumo pode ser explicada por alguns aspectos físicos inerentes ao FAI, que são citados pelos pesquisadores do CIAT (1976) como: consistência, densidade e palatabilidade. Cromwell (1986) explicou que a natureza volumosa da dieta faz com que diminua o consumo de alimento pelos animais, pois ultrapassa a capacidade do trato digestivo e também reduz a palatabilidade.

O ganho de peso diário médio entre os tratamentos foi significativa na análise de variância geral para a fase cresci-

Quadro 4. Média por tratamento, média geral, coeficiente de variação e nível de significância para os contrastes em cada fase da criação para o ganho de peso diário (kg).

Tratamento	Fase crescimento	Fase terminação	Período total
T1 – FAI ¹	0.88	0.70	0.79
T2 – FAI + fitase	0.84	0.65	0.75
T3 – FAI + celulase	0.88	0.71	0.80
T4 – FAI + fitase + celulase	0.88	0.73	0.81
T5 – Milho + Farelo de soja	1.00	0.77	0.89
Média geral	0.90	0.71	0.81
Coeficiente de variação (%)	5.87	13.49	6.97
Contrastes	Probabilidade > F		
C1 - (T1 + T2 + T3 + T4) vs 4(T5)	0.00011	0.09974	0.00103
C2 - 3(T1) vs (T2 + T3 + T4)	0.53033	0.96036	0.79873
C3 - (T2 + T3) vs 2(T4)	0.62715	0.32003	0.19379
C4 - T2 vs T3	0.15140	0.30676	0.12304

¹Farelo de arroz integral.**Quadro 5.** Média por tratamento, média geral, coeficiente de variação e nível de significância para os contrastes em cada fase da criação para a conversão alimentar (kg/kg).

Tratamento	Fase crescimento	Fase terminação	Período total
T1 – FAI ¹	2.39	4.25	3.32
T2 – FAI + fitase	2.38	4.43	3.41
T3 – FAI + celulase	2.34	4.19	3.27
T4 – FAI + fitase + celulase	2.40	4.03	3.21
T5 – Milho + Farelo de soja	2.40	4.44	3.42
Média geral	2.38	4.27	3.32
Coeficiente de variação (%)	5.61	19.21	12.32
Contrastes	Probabilidade > F		
C1 - (T1 + T2 + T3 + T4) vs. 4(T5)	0.77860	0.58317	0.55453
C2 - 3(T1) vs (T2 + T3 + T4)	0.84902	0.93807	0.91027
C3 - (T2 + T3) vs. 2(T4)	0.58714	0.50740	0.56000
C4 - T2 vs. T3	0.60114	0.62044	0.55748

¹Farelo de arroz integral.

mento ($P = 0.00072$) e no período total ($P = 0.00587$). O contraste C1 (Quadro 4) também foi significativo na fase crescimento ($P = 0.00011$) e durante o período total ($P = 0.00103$). Portanto, os animais do T5 ganharam mais peso do que os animais dos T1, T2, T3 e T4 na fase crescimento e durante o período total, o que é justificado por um maior consumo nesta fase. Tal vez os animais na fase terminação dos tratamentos que consumiram 50% de FAI, com ou sem enzima, adaptaram-se a estas dietas mostrando ganhos mais cercanos aqueles obtidos pelos animais do tratamento com milho e farelo de soja.

Os tratamentos não apresentaram efeito ($P > 0.05$) sobre a conversão alimentar na análise de variância geral nem entre as médias de contrastes (Quadro 5), mostrando que todos os animais tiveram conversão alimentar similares, em-

bora os T2 e T4 tenham recebido apenas cerca de 75% das exigências em Ca. Portanto, apesar dos animais do T5 terem consumido mais alimento e ganhado mais peso o aproveitamento da dieta por aqueles animais foi igual ao dos que receberam a dieta com 50% de FAI com ou sem enzima (T1, T2, T3 e T4). Os tratamentos com enzima (T2, T3 e T4) não apresentaram efeito superior ao tratamento sem enzima (T1). Este fato pode ser justificado, no caso da celulase, talvez por causa do baixo nível de fibra das dietas. Se a fibra bruta na dieta fosse acima de 7% (Kass *et al.*, 1980) ou o FDN fosse superior a 15% (Cromwell, 1986) possivelmente teria prejudicado o desempenho dos animais do T1 e os animais do T3 e/ou T4 teriam sido superiores. No caso da fitase, talvez porque o fósforo disponível nas dietas com 50% de FAI, sem fitase (T1 e T3), atendeu as necessidades

Quadro 6. Média por tratamento, média geral, coeficiente de variação e nível de significância para os contrastes em cada fase da criação para o custo do kg de suíno vivo produzido.

Tratamento	Custo do kg de suíno vivo (R\$) ¹		
	Fase crescimento	Fase terminação	Período total
T1 – FAI ²	18.29	28.96	47.25
T2 – FAI + fitase	18.57	31.23	49.80
T3 – FAI + celulase	18.37	28.96	47.33
T4 – FAI + fitase + celulase	19.41	29.97	49.38
T5 – Milho + Farelo de soja	21.82	36.85	58.67
Média geral	19.29	31.19	50.48
Coeficiente de variação (%)	5.61	10.76	7.12
Contrastes	Probabilidade > F		
C1 - (T1 + T2 + T3 + T4) vs. 4 (T5)	0.00003	0.00033	0.00003
C2 - 3 (T1) vs (T2 + T3 + T4)	0.65499	0.50473	0.63748
C3 - (T2 + T3) vs 2 (T4)	0.09505	0.93830	0.66010
C4 - T2 vs T3	0.75200	0.25391	0.24584

¹Moneda nacional de Brasil.

²Farelo de arroz ingeral.

Quadro 7. Média por tratamento, média geral, coeficiente de variação e nível de significância para os contrastes em cada fase da criação para o custo médio da alimentação por kg de peso vivo produzido.

Tratamento	Custo da alimentação por kg de peso vivo (R\$ ¹ /kg)		
	Fase crescimento	Fase terminação	Período total
T1 - FAI	0.35	0.55	0.45
T2 – FAI + fitase	0.36	0.60	0.48
T3 – FAI + celulase	0.35	0.55	0.45
T4 – FAI + fitase + celulase	0.37	0.57	0.47
T5 – Milho + Farelo de soja	0.42	0.70	0.56
Média geral	0.37	0.59	0.48
Coeficiente de variação (%)	5.43	10.53	7.43
Contrastes	Probabilidade > F		
C1 - (T1 + T2 + T3 + T4) vs. 4(T5)	0.00002	0.00026	0.00005
C2 – 3(T1) vs. (T2 + T3 + T4)	0.32874	0.54778	0.57482
C3 - (T2 + T3) vs. 2(T4)	0.12479	0.93500	0.71400
C4 – T2 vs. T3	0.67206	0.22553	0.27168

¹Moneda nacional de Brasil.

²Farelo de arroz ingeral.

dos animais; portanto, foram similares aos resultados dos tratamentos com fitase e sem fosfato bicálcico (T2 e T4).

Custos. Os valores médios do custo do quilograma do suíno produzido e o custo médio da dieta por quilograma de peso vivo produzido, em reais (R\$) e, a média geral, o coeficiente de variação e o nível de significância para os contrastes, em cada fase da criação e durante o período total encontram-se nos Quadros 6 e 7, respectivamente. Os custos aludidos apresentaram efeito ($P < 0.01$) tanto na análise de variância geral como entre as médias do contraste C1 (Qua-

dros 6 e 7) nas duas fases da criação e no período total. Portanto, as dietas com 50% de FAI com ou sem enzima (T1, T2, T3 e T4) apresentaram custos menores do que a dieta a base de milho e farelo de soja (T5), como também o custo do quilograma do suíno produzido a partir daquelas dietas foi menor.

Nas fases crescimento, terminação e período total a inclusão de 50% de FAI nas dietas proporcionou uma produção do quilograma de suíno vivo 14.5, 19.2 e 17.4%, respectivamente, mais barato do que a dieta de milho e farelo

de soja. O custo da dieta por quilograma de peso vivo produzido foi 14.9, 18.9 e 17.4% mais baixo com 50% de FAI, com ou sem enzima, do que uma dieta convencional. Apesar de não ter havido diferença significativa entre a enzima fitase e celulase (contraste C4), os custos com as dietas com 50% de FAI com celulase (T3) foram similares a das dietas sem enzima (T1).

Os animais que receberam 50% de inclusão de FAI nas dietas consumiram menos e ganharam menos peso, levando, portanto, mais tempo para obterem o mesmo peso de abate dos animais do T5. Desta forma, dependendo do preço do suíno pago pelo abatedouro e do preço de nivelamento obtido no custo da produção, pode ser conveniente abater os animais com um menor peso ou esperar um pouco mais para que eles atinjam um maior peso de abate.

Conclusões

Dependendo do preço do milho e dos objetivos da empresa, pode ser utilizado 50% de FAI com ou sem enzima nas dietas para abaratar o custo da produção, sem afetar a conversão alimentar.

Agradecimento

À empresa AVIPAL S/A, por ceder a infra-estrutura para a pesquisa e a Alltech do Brasil e a BASF Corporation, por fornecerem as enzimas.

Literatura Citada

- Bellaver, C., E. T. Fialho, Jr., S. Protas e P. C. Gomes. 1985. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 20 (8):969.
- CIAT. 1976. *Evaluación de Alimentos Energéticos*. CIA, Cali. p.10-12.
- Cromwell, G. L. 1986. *Fiber. Notes of Course ASC 686 - Advanced Non-ruminant Nutrition*. University of Kentucky, Lexington.
- EMBRAPA. 1991. *Tabelas de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves (3ª Ed.) CNSPA (Documento, 19)*, Concórdia-AM, Brazil.
- Gai, J. N., J. López e J. C. G. L. Silveira. 1979. Farinha de peixe e farinha de carne como suplementos protéicos em ração para suínos em crescimento e terminação. *Revista da SBZ* 8 (1):57.
- Gonçalves, P. A. 1952. O valor do farelo de arroz na alimentação dos animais. *A Lavoura Arrozeira* 66: 11.
- IBGE. Instituto Brasileiro Geográfico Estatístico. 1996. *Produção vegetal. Anuário Estatístico do Brasil*, 56: 3-27. Rio de Janeiro.
- Johnson, R., P. Williams, and R. Campbell. 1993. Use of enzymes in pig production. In: C. Wenk and M. Boessinger. (ed.). *Enzymes in Animal Nutrition. Proc. 1st Symp. Kartause Ittingen, Switzerland*. p. 49-60.
- Kass, M. L., P. J. Van Soest, and W. G. Pond. 1980. Utilization of dietary fiber from alfalfa by growing swine. I. Apparent digestibility of diet components in specific segments of gastrointestinal tract. *J. Anim. Sci.* 50:175.
- Vianna, A. T. 1988. *Os suínos - criação prática e econômica*. (15ª ed.) Nobel. São Paulo, p. 384.
- Weremko, D., H. Fandrewski, T. Zebrowska, K. Han, J. H. Kin, and W. T. Cho. 1997. Bioavailability of phosphorus in feeds of plant origin for pigs - Review. *Asian-Aus. J. Anim. Sci.* 10:551.
- Zonta, E. P. e A. A. Machado. 1984. *SANEST - Sistema de Análise Estatística para Microcomputador*. UFPEL, Pelotas-RS, Brasil.