



## Ractopamina e fitase em dietas para suínos na fase de terminação

Anderson Corassa<sup>1</sup>, Darci Clementino Lopes<sup>2</sup>, Alexandre de Oliveira Teixeira<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Pós-graduando em Zootecnia - UFV.

<sup>2</sup> Departamento de Zootecnia - UFV.

<sup>3</sup> Assistente técnico.

**RESUMO** - O objetivo neste estudo foi avaliar os efeitos da ractopamina e da enzima fitase sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos na fase de terminação. Foram utilizados 354 suínos machos castrados do tipo comercial, de mesma origem e com peso inicial de  $94,1 \pm 5,7$  kg, distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com seis tratamentos e cinco repetições. A unidade experimental continha 11 ou 12 animais. Como tratamentos, avaliaram-se as seguintes dietas: controle, formulada com base na tabela de necessidades nutricionais; dieta A, controle com ajuste nutricional para uso de ractopamina; dieta A com fitase; dieta A com ractopamina; dieta A com ractopamina e fitase; e dieta A com ractopamina e fitase com parte das exigências de cálcio e fósforo disponível atendida pela enzima. O experimento durou 21 dias e ao final os animais foram abatidos para avaliação de carcaças. Os resultados foram comparados por contrastes ortogonais. O consumo de ração não foi influenciado pelas dietas. A dieta com níveis proteico e aminoácido ajustados e sem ractopamina não melhorou o desempenho dos animais em comparação à dieta controle. A ractopamina teve efeito no ganho de peso e na conversão alimentar ao final do período de 21 dias, além do peso pré-abate, peso de carcaça quente, rendimento de carcaça, carne magra total e índice de bonificação. A inclusão de fitase em dietas contendo ractopamina de forma a fornecer cálcio e fósforo disponível acima das exigências de suínos em terminação não alterou o ganho de peso, a conversão alimentar e as características de carcaça. A ractopamina melhora o desempenho e as características de carcaça. A utilização de fitase em dietas contendo ractopamina em substituição parcial a fontes inorgânicas de minerais possibilita manter o desempenho e as características de carcaça dos animais.

Palavras-chave: aditivos,  $\beta$ -adrenérgico, carcaça, enzima, fitato

## Ractopamine and phytase in diets for finishing pigs

**ABSTRACT** - The objective of this study was to evaluate the effects of ractopamine and enzyme phytase on the performance and carcass characteristics of finishing pigs. Three hundred and fifty-four commercial type barrows were used from a single source with  $94.1 \pm 5.7$  kg initial body weight in a randomized complete block design, with six treatments and five replications with 11 or 12 animals per experimental unit evaluated. The following feeds were: control diet based on tables of nutritional requirements; (A) diet control with nutritional adjustment for ractopamine; (FIT) diet A with phytase; (RAC) diet A with ractopamine; (RAC+FIT) diet A with ractopamine and phytase; and (RAC+FITE) diet A with ractopamine and phytase with part of the demands for calcium and available phosphorus met by the enzyme. The experiment lasted 21 days and at the end the animals were slaughtered for carcass evaluation. The results were compared by orthogonal contrasts. Feed intake was not influenced by the diets. The diet with adjusted protein and amino acid levels and without ractopamine did not improve performance compared with the control diet. There was effect of ractopamine on daily gain and feed conversion at the end of the 21-day period, and also on the pre-slaughter weight, hot carcass weight, carcass dressing, total fat-free lean and payment index. Phytase inclusion in diets containing ractopamin for calcium and phosphorus available levels above the finishing pigs' requirements did not effect the weight gain, feed conversion and carcass traits. Ractopamine improved performance and carcass traits. The use of phytase in diets containing ractopamine in partial substitution of inorganic mineral sources made possibly to maintain performance and carcass traits.

Key Words: addictives,  $\beta$ -adrenergic, carcass, enzyme, phytate

### Introdução

O avanço dos índices zootécnicos na suinocultura tem sido atribuído a evoluções genéticas, ao conhecimento

mais preciso das exigências nutricionais de cada categoria animal, ao controle de enfermidades ou patogenias de forma mais segura, bem como ao desenvolvimento de substâncias que potencializam a utilização dos nutrientes nos processos

de digestão e absorção. Além disso, a pesquisa tem demandado respostas que vão além de índices de produção a campo, apontando a necessidade do entendimento da produção animal como produção de alimento e todos os índices que possam estar relacionados neste sentido.

Por isso, melhoradores de desempenho como  $\beta$ -agonistas, que podem agir como repartidores de nutrientes, têm demonstrado significativas melhoras no desempenho e nas características de carcaça dos suínos na fase de terminação (Carr et al., 2005; Armstrong et al., 2004), justamente quando ocorre maior deposição lipídica em detrimento da deposição proteica. Um suposto aumento da massa muscular tem sido atribuído a repartidores como a ractopamina (Mills; 2002), que poderiam melhorar índices como conversão alimentar, rendimento de carcaça e porcentagem de carne magra. Aumentando a síntese proteica no organismo, o uso da ractopamina poderia demandar maiores níveis de nutrientes que compõem este tecido (Schinckel et al., 2001).

Logo, a atenção para níveis de minerais como fósforo é importante, uma vez que os minerais participam na síntese proteica e outras funções. Da mesma forma, ao utilizar-se de dietas à base de cereais, o fósforo se torna o mineral mais oneroso em dietas para suínos (Crenshaw, 2001), interferindo diretamente na rentabilidade da atividade suinícola.

A utilização de enzima exógena fitase para disponibilizar o fósforo fítico presente nos cereais na forma de fósforo disponível também vem sendo investigada com maior interesse. Entre alguns possíveis benefícios referentes ao uso da fitase em monogástricos, pode-se citar a melhoria da digestibilidade da dieta pelo aumento de nutrientes digestíveis, pela redução da participação do fitato como fator antinutricional (Selle & Ravindran, 2006), pela diminuição da inclusão de fonte de cálcio e fósforo inorgânicos, diminuição dos custos das dietas (Maenz, 2001) e pelo menor potencial poluente dos dejetos (Kornegay, 2001).

A exploração de melhorias de desempenho associadas a características de carcaça premiadas nas tipificações pode aumentar o sucesso da atividade. Assim, é necessário avaliar os efeitos da ractopamina e da enzima fitase em dietas sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos no período final de terminação.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido em uma unidade de terminação de suínos no município de Bom Jesus, Santa Catarina, utilizando-se 354 suínos machos castrados do tipo comercial, de mesma origem e com peso inicial de  $94,1 \pm 5,7$  kg, distribuídos em delineamento experimental

de blocos ao acaso, com seis tratamentos e quatro repetições com 12 animais e uma quinta repetição com 11 animais por unidade experimental. Para formação dos blocos, utilizou-se como critério o peso corporal.

Os seis tratamentos usados foram: controle = dieta com 13% de proteína bruta e 0,66% de lisina digestível, formulada com base nas necessidades nutricionais dos animais (Rostagno et al., 2005); dieta A = com ajuste proteico e aminoacídico para 15,5% de proteína bruta e 0,86% de lisina digestível; dieta FIT = dieta A com níveis de cálcio e fósforo disponível aumentados pela inclusão de fitase; dieta RAC = dieta A com inclusão de ractopamina; dieta RAC+FIT = dieta A com inclusão de ractopamina e fitase; dieta RAC+FITE = dieta A com ractopamina e fitase atendendo parte das exigências de cálcio e fósforo disponível em substituição parcial a fontes inorgânicas.

Todas as dietas, à exceção da dieta controle, foram formuladas para conter níveis proteicos e aminoacídicos ajustados para utilização da ractopamina (Schinckel et al., 2001). Nessas dietas estabeleceu-se a relação lisina:energia metabolizável de 3,0 g/Mcal, de acordo com sugestão de Apple et al. (2004) para melhorar o desempenho sem prejudicar as características de carcaça. Esperando-se que todas as dietas fossem isoenergéticas, manteve-se o valor calculado de energia metabolizável da dieta controle igual ao das demais. Utilizou-se o coeficiente de digestibilidade de 88% para cálculo do valor de lisina digestível e a relação aminoácido/lisina segundo Rostagno et al. (2005).

Na dieta com ractopamina e fitase atendendo parte das exigências de minerais, foram computados os valores de 15,5% e 28% das exigências de cálcio e fósforo disponível, respectivamente, atendidos pela enzima, a partir da inclusão de 500 unidades de fitase na formulação e na equivalência de liberação de cálcio e fósforo fíticos da dieta, estabelecidos pelo fabricante da fitase obtida de *Peniophora lycii*.

As composições das dietas experimentais (Tabela 1) foram calculadas com base nos valores nutricionais dos alimentos utilizados, segundo tabelas de composição nutricional de alimentos para aves e suínos de Rostagno et al. (2005).

Os animais foram alojados em galpão de alvenaria com piso de concreto e cobertura com telhas de amianto. Cada unidade experimental foi constituída de uma baia ( $3 \times 4,3$  m) contendo um bebedouro tipo chupeta, comedouro de madeira ( $3 \times 0,30 \times 1$  m) disposto à frente da baia, representando 25 e 27 cm lineares/animal de área para consumo nas baias com 12 e 11 animais/baia, respectivamente. A limpeza das baias foi realizada diariamente com raspagem dos dejetos e escoamento da lâmina d'água.

O experimento teve duração de 21 dias, como forma de observar a máxima resposta em desempenho como sugerido

Tabela 1 - Composição centesimal das dietas experimentais

Ingrediente	Controle	Nível de proteína ajustado e aditivos				
		A	FIT	RAC	RAC+FIT	RAC + FITe
Milho	83,84	77,69	77,69	77,69	77,69	77,69
Farelo de soja	13,51	19,86	19,86	19,86	19,86	19,86
Fosfato bicálcico	0,794	0,790	0,790	0,790	0,790	0,429
Calcário	0,545	0,540	0,540	0,540	0,540	0,540
Premix mineral-vitamínico <sup>1</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Sal+aditivos <sup>2</sup>	0,441	0,441	0,441	0,441	0,441	0,441
L-lisina	0,209	0,273	0,273	0,273	0,273	0,273
L-treonina	0,020	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074
DL-metionina	-	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065
L-triptofano	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Caulim	0,521	0,147	0,137	0,122	0,112	0,470
Ractopamina <sup>3</sup>	-	-	-	0,025	0,025	0,025
Fitase <sup>4</sup>	-	-	0,010	-	0,010	0,010
Composição nutricional						
Energia metabolizável (kcal/kg)	3280	3280	3280	3280	3280	3280
Proteína bruta (%)	13,00	15,50	15,50	15,50	15,50	15,50
Lisina digestível (%)	0,66	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
Treonina digestível (%)	0,44	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
Met+cis digestível (%)	0,41	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
Triptofano digestível (%)	0,13	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
Cálcio (%)	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,38
Liberção de cálcio fitico pela fitase (%)	-	-	0,07	-	0,07	0,07
Cálcio e cálcio fitico liberado pela fitase (%)	0,45	0,45	0,52	0,45	0,52	0,45
Fósforo total (%)	0,46	0,46	0,46	0,46	0,39	0,44
Fósforo disponível (%)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,18
Liberção de fósforo fitico pela fitase (%)	-	-	0,07	-	0,07	0,07
Fósforo disponível + fósforo fitico liberado pela fitase (%)	0,25	0,25	0,32	0,25	0,32	0,25
Sódio (%)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Ractopamina (ppm)	-	-	-	5	5	5
Fitase (unidades)	-	-	500	-	500	500

A = níveis de proteína e aminoácidos ajustados para uso de ractopamina. RAC = ractopamina. FIT = fitase. FITe: fitase atendendo parte das exigências de cálcio e fósforo disponível.

<sup>1</sup> Contém por quilograma do produto: vit. A, 7.000 KUI; vit. D3, 1.600 KUI; vit. E, 40.000 mg; vit. K, 1.200 mg; vit. B1, 1.500 mg; vit. B2, 5.000 mg; vit. B6, 2.500 mg; ácido pantotênico, 40.000 mg; ácido fólico, 1.000 mg; niacina, 25.000 mg; vit. B12, 30.000 µg; Zn, 100.000 mg; Cu, 10.000 mg; Fe, 100.000 mg; Mn, 30.000 mg; I, 1.000 mg; Se, 300 mg; Co, 200 mg.

<sup>2</sup> Sal comum (0,325%); aditivos: sulfato de cobre 25% (0,05%); tilosina premix 40% (0,05%); cloreto de colina 60% (0,016%).

<sup>3</sup> Ractopamina: contém por quilograma do produto: cloridrato de ractopamina, 20 g; veículo q.s.p.

<sup>4</sup> Fitase: contém por quilograma do produto: 5.000 unidades de fitase; 666% de cálcio; e 666% de fósforo disponível; veículo q.s.p.

por Williams et al. (1994) e Armstrong et al. (2004), que observaram redução nas respostas depois desse período, em decorrência do fenômeno chamado *down-regulation* ou dessensibilização dos receptores  $\beta$ -adrenérgicos (Moody et al., 2000).

O registro diário de temperatura foi feito por meio de dois termômetros de máxima e mínima dispostos no corredor entre as baias. O manejo de temperatura, ventilação e concentração de gases no interior do galpão foi realizado pelo manejo de cortinas e aspersão nas linhas dispostas sobre as baias.

O desempenho foi avaliado a partir do consumo de ração médio diário (CRMD), do ganho de peso médio diário (GPMD) e da conversão alimentar a cada semana. Para mensuração desses parâmetros, foram realizadas pesagens dos animais e das sobras de ração no início do experimento e ao final de cada semana (1<sup>o</sup>, 7<sup>o</sup>, 14<sup>o</sup> e 21<sup>o</sup> dias). O controle do desperdício das rações foi realizado diariamente. A

conversão alimentar foi calculada pela relação do consumo com o ganho de peso. Água e ração foram fornecidos à vontade durante todo o período experimental.

Ao final do experimento, todos os animais foram identificados por meio de tatuagem e submetidos a jejum alimentar de 12 horas, com água à disposição para serem transportados até o frigorífico no 22<sup>o</sup> dia. Os animais foram transportados por 417 km até o frigorífico, perfazendo o trajeto em aproximadamente 6 horas. Na chegada, por volta das 20 h, os animais foram pesados novamente e mantidos em jejum pré-abate até as 6 h do dia seguinte para cálculo da perda de peso dos animais ocasionada pelo transporte.

Os animais foram dessensibilizados, abatidos, depilados e eviscerados segundo procedimentos do frigorífico. As carcaças foram pesadas e submetidos à avaliação de tipificação gerando os dados de porcentagem de carne magra e índice de classificação, individualmente. As variáveis rendimento de carcaça e carne magra total foram

calculadas segundo Método Brasileiro de Classificação de Carcaças (ABCS, 1973):  $REND (\%) = \text{peso de carcaça (kg)} \div \text{peso vivo (pré-abate, kg)}$ ; e  $CMT (\text{kg}) = \text{peso de carcaça (kg)} \times \text{carne magra (\%)} / 100$ .

A análise dos dados foi realizada por meio de análise da variância do modelo para o delineamento em blocos casualizados, representado por:  $Y_{ij} = \mu + t_i + b_j + e_{ij}$ , em que:  $Y_{ij}$  = valor observado do tratamento  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, t$ ) no bloco  $j$  ( $j = 1, 2, \dots, r$ );  $\mu$  = constante inerente a todas as observações;  $t_i$  = efeito do tratamento  $i$ ;  $b_j$  = efeito do bloco  $j$ ; e  $e_{ij}$  = efeito do erro experimental associado à observação  $Y_{ij}$ .

A análise do efeito do fornecimento de ractopamina e fitase foi realizada pelo teste F para cinco contrastes ortogonais utilizando-se o programa SAEG (UFV, 1999): 1) dieta controle *versus* dieta com ajuste proteico e aminoacídico (controle *vs* A); 2) dieta ajustada A *versus* dieta ajustada com ractopamina (A *vs* RAC); 3) dieta ajustada com níveis de cálcio e fósforo disponível aumentados pela inclusão de fitase *versus* dieta idêntica mais ractopamina (FIT *vs* RAC+FIT); 4) Dieta ajustada com ractopamina *versus* dieta ajustada com ractopamina e níveis de cálcio e fósforo disponível aumentados pela inclusão de fitase (RAC *vs* RAC+FIT); e 5) Dieta ajustada com ractopamina *versus* dieta ajustada com ractopamina e fitase atendendo parte das exigências de cálcio e fósforo disponível (RAC *vs* RAC+FITe).

## Resultados e Discussão

As temperaturas médias do ar verificadas nos termômetros de mínima e máxima foram  $16,9 \pm 4,3$  e  $25,5 \pm 3,6^\circ\text{C}$ , respectivamente, conferindo temperatura média de  $21,2 \pm 3,6^\circ\text{C}$  durante todo o período experimental. Não houve efeito ( $P < 0,05$ ) da ractopamina e da fitase para peso corporal e consumo médio diário de ração em nenhum dos períodos analisados (Tabela 2).

A dieta com níveis de proteína bruta e de aminoácidos ajustados e sem ractopamina não favoreceu o desempenho dos animais em comparação à dieta controle (contraste 1). Ao contrário, no período de 14 a 21 dias do experimento, os animais mantidos com a dieta A apresentaram piores ( $P < 0,05$ ) ganho de peso e conversão alimentar. A diferença no desempenho entre animais que receberam esta dieta e aqueles que receberam a dieta controle ao final do experimento correspondeu a 3,46%, mas com igualdade estatística ( $P > 0,05$ ). Nenhuma das características de carcaça foi influenciada ( $P > 0,05$ ) pelo aumento dos níveis de proteína e aminoácidos decorrente do ajuste nutricional. Os resultados sugerem que, na ausência de ractopamina, a proteína e os aminoácidos dietéticos acima das exigências do animal não promovem benefícios, mas aumentam os custos anabólicos e o catabolismo desses nutrientes, piorando a eficiência alimentar.

Tabela 2 - Desempenho de suínos em terminação alimentados com dietas contendo ractopamina e fitase por período experimental

	Controle	Nível de proteína ajustado e aditivos					CV (%)
		A	FIT	RAC	RAC + FIT	RAC + FITe	
Peso corporal (kg)							
Inicial	94,51	93,56	93,86	93,68	94,19	94,88	1,78
7 dias	102,4	101,4	101,6	102,0	103,1	103,4	1,75
14 dias	111,0	110,6	111,2	112,4	113,1	113,7	1,92
21 dias	120,7	119,4	120,1	121,9	122,3	123,7	1,90
Consumo médio de ração (g/dia)							
0 a 7 dias	3.107	3.172	3.113	3.090	3.097	3.080	3,66
7 a 14 dias	3.672	3.887	3.879	3.791	3.678	3.792	5,74
14 a 21 dias	4.020	4.032	3.992	4.102	3.911	4.124	5,35
0 a 21 dias	3.600	3.697	3.661	3.662	3.562	3.665	5,09
Ganho de peso médio (g/dia)							
0 a 7 dias <sup>3</sup>	1.128	1.119	1.113	1.185	1.278	1.224	9,18
7 a 14 dias	1.222	1.322	1.371	1.485	1.429	1.468	9,59
14 a 21 dias <sup>1</sup>	1.391	1.249	1.282	1.357	1.307	1.420	7,48
0 a 21 dias <sup>2</sup>	1.247	1.230	1.252	1.343	1.338	1.371	5,95
Conversão alimentar (g/g)							
0 a 7 dias <sup>3</sup>	2,75	2,84	2,81	2,61	2,45	2,55	6,89
7 a 14 dias <sup>2</sup>	3,01	2,96	2,83	2,56	2,59	2,59	8,83
14 a 21 dias <sup>1</sup>	2,91	3,24	3,12	3,02	3,01	2,93	6,90
0 a 21 dias <sup>2,3</sup>	2,89	2,99	2,92	2,74	2,66	2,68	6,45

A = níveis de proteína e aminoácidos ajustados para uso de ractopamina; RAC = ractopamina; FIT = fitase; FITe = fitase atendendo parte das exigências de cálcio e fósforo disponível; CV = coeficiente de variação.

Números sobrescritos indicam efeito ( $P < 0,05$ ) dos contrastes: <sup>1</sup> C *vs* A; <sup>2</sup> A *vs* RAC; <sup>3</sup> FIT *vs* RAC+FIT; <sup>4</sup> RAC *vs* RAC+FIT; <sup>5</sup> RAC *vs* RAC+FITe.

O efeito da inclusão de ractopamina na dieta foi observado pela análise do contraste 2, que apontou melhorias ( $P < 0,05$ ) de 7 a 14 dias para conversão alimentar e de 0 a 21 dias para ganho de peso e conversão alimentar. A inclusão de ractopamina em dietas com maiores níveis de proteína e aminoácidos e níveis de cálcio e fósforo disponível acima das exigências da categoria (contraste 3) também apontou para melhorias no período de 0 a 7 dias no ganho de peso e na conversão alimentar e de 0 a 21 dias para conversão alimentar. No período de 21 dias, ocorreram mudanças ( $P < 0,05$ ) no desempenho com a utilização da ractopamina, com melhorias de 9,2 e 6,9% no ganho de peso e de 8,4 e 8,9% na conversão alimentar nos contrastes 2 e 3 respectivamente.

As dietas contendo ractopamina não influenciaram no consumo de ração, fato que está de acordo com estudos anteriores descritos por Marinho et al. (2007), Neill et al. (2006) e See et al. (2004) ao compararem dietas contendo 0 e 5 ppm. Segundo pesquisas, a influência da ractopamina sobre o consumo de ração é mais evidente quando se utilizam níveis de 10 ou 20 ppm (Carr et al., 2005; Mimbs et al., 2005; Brumm et al., 2004; Moody et al., 2000), melhorando os índices de conversão alimentar.

Resultados similares foram obtidos por See et al. (2004), que compararam 0 e 5 ppm de ractopamina nos primeiros 14 dias de fornecimento de ração. Esses autores não identificaram efeitos sobre o peso corporal e o consumo, mas constataram maior eficiência alimentar nos animais alimentados com a dieta com  $\beta$ -adrenérgico.

Melhorias no ganho de peso médio diário e na conversão alimentar com dietas contendo ractopamina também foram registradas no trabalho Neill et al. (2006) ao avaliarem 5 ppm de ractopamina por 21 dias pré-abate, e Armstrong et al. (2004) ao avaliarem diferentes concentrações e tempos de administração. No entanto, Pozza et al. (2003), ao utilizarem 5 ppm de ractopamina durante 28 dias, não verificaram efeitos sobre peso final e ganho de peso dos animais.

Melhores índices zootécnicos de ganho de peso e conversão alimentar podem estar relacionados ao efeito da ractopamina no aumento da síntese proteica e no bloqueio da lipogênese (Schinkel et al., 2003). Da mesma forma, o aumento da deposição de proteína se associa ao acúmulo de água na carcaça, refletindo o maior ganho de peso e eficiência de utilização de nutrientes (Marinho et al., 2007).

Mesmo não havendo análise estatística comparativa entre os períodos estudados, a magnitude de resposta nos índices de ganho de peso e conversão alimentar deste trabalho esteve de acordo com a curva de resposta identificada por Williams et al (1994), que constataram que

os resultados aumentam rapidamente até alcançarem um platô ao final da segunda semana e logo depois reduzem no decorrer do tempo de uso da ractopamina.

Não houve efeito ( $P > 0,05$ ) da suplementação de fitase em dietas contendo ractopamina em nenhuma característica de desempenho durante todo o experimento (contraste 4). Esta constatação permite inferir que o desempenho de suínos alimentados com dietas contendo ractopamina não se altera com o aumento do conteúdo de cálcio e fósforo disponível quando este for oferecido por meio de fitase exógena nos limites estudados. Resultado diferente foi observado por Lutz & Stahly (2002), que investigaram o efeito de diferentes níveis de fósforo disponível para suínos de 70 a 114 kg em dietas contendo ou não 20 ppm de ractopamina e observaram que aumentando níveis dietéticos de fósforo disponível, houve aumento linear do ganho de peso, do consumo e da eficiência alimentar. A diferença nos resultados entre esses trabalhos pode estar relacionada ao nível de ractopamina utilizado, já que neste trabalho a concentração usada foi quatro vezes menor.

Os animais que consumiram dietas com fitase atendendo parte das exigências de cálcio e fósforo disponível tiveram desempenho semelhante ( $P > 0,05$ ) ao daqueles que consumiram a dieta sem a enzima, e ambas as dietas foram formuladas com ractopamina (contraste 5). Isso sugere maior eficiência na liberação dos nutrientes do complexo fitato, o que é desejável, uma vez que a redução das fontes inorgânicas na dieta diminui o impacto do fitato como antinutriente (Selle & Ravindran, 2006) na eliminação de fósforo para o meio ambiente e o custo relativo da dieta (Crenshaw, 2001).

Apesar da semelhança ( $P < 0,05$ ) nos resultados entre as dietas controle e com ractopamina e fitase atendendo parte das exigências de cálcio e fósforo disponível ao final da avaliação, observaram-se diferenças numéricas de 3,0 kg ou 2,5% no peso final; 9,9% no ganho de peso; e 7,3% na conversão alimentar, sempre em favor dos animais alimentados com a dieta contendo ractopamina e fitase.

Não houve efeito das dietas sobre a perda de peso dos animais durante o transporte ( $P > 0,05$ ), semelhante ao observado por Crome et al (1996) em animais abatidos com 107 e 125 kg depois de transportados por três horas até o abate.

Animais alimentados com dietas contendo ractopamina e fitase apresentaram ( $P < 0,05$ ) maiores pesos pré-abate em comparação aos submetidos à dieta com fitase, com diferença de 2,7%. A dieta contendo ractopamina propiciou peso pré-abate dos animais 1,9% acima daquele apresentado pela dieta com ajuste dos níveis de proteína e aminoácidos, porém sem diferença estatística.

A ractopamina teve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) sobre o peso de carcaça quente e o rendimento de carcaça em comparação às dietas com 0,45% de cálcio e 0,25% de fósforo disponível (contraste 2) e às dietas com níveis 0,52 e 0,32% desses minerais (contraste 3). Houve melhoria de 3,5 e 1,3% nos valores de peso de carcaça quente e rendimento de carcaça, respectivamente, nos animais alimentados com dietas contendo ractopamina.

Os aumentos nos valores de peso de carcaça quente pelo uso de ractopamina observados neste trabalho confirmam estudos publicados por Xiong et al. (2006), See et al. (2005), Pérez et al. (2005), Marchant-Forde et al. (2003) e Crome et al. (1996). De outro modo, contradizem resultados de Carr et al. (2005) e Armstrong et al. (2004) que trabalharam com níveis similares aos deste trabalho e Aallhus et al. (1990) usando níveis superiores a 5 ppm e não obtiveram resposta significativa na mesma variável.

Respostas positivas nos animais alimentados com ractopamina, quanto ao rendimento de carcaça, foram apontadas por Pérez et al. (2005) usando 10 ppm de ractopamina em animais de 93 a 119 kg, Crome et al. (1996) e Williams et al. (1994). No entanto, Marinho et al. (2007), Xiong et al. (2006) e Marchant-Forde et al. (2003) não registraram efeito da ractopamina sobre o rendimento de carcaças ao trabalharem com 5, 10 e 20 ppm, respectivamente.

Uma das justificativas para a melhora do rendimento de carcaça é o aumento do peso dos animais ao abate, que diminui a importância relativa das vísceras e aumenta o valor relativo da massa muscular (Pérez et al., 2005). A porcentagem de carne magra não foi influenciada ( $P > 0,05$ ) pelo fornecimento de ractopamina, o que está de acordo com o observado por Marinho et al. (2007). Melhorias nesta variável decorrentes do uso de ractopamina foram registradas com níveis maiores de administração como 10 ou 20 ppm de acordo com as publicações de Pelger et al. (2006);

Xiong et al. (2006); Armstrong et al. (2004), Groesbeck et al. (2004), Moody et al. (2000) e Xiao et al. (1999).

Na avaliação de carne magra total e do índice de bonificação, a dieta contendo ractopamina mostrou-se melhor ( $P < 0,05$ ) em comparação àquelas sem  $\beta$ -adrenérgico (contraste 2), quando ambas possuíam 0,45% de cálcio e 0,25% de fósforo disponível. No entanto, este efeito não foi observado entre as dietas com maiores níveis desses minerais oferecidos pela inclusão de fitase (contraste 3). Em relação ao uso de ractopamina, Armstrong et al. (2004) não observaram efeito da inclusão de 5 ppm de ractopamina por 20 ou 27 dias no valor de carne magra total.

Não houve efeito ( $P > 0,05$ ) da inclusão de fitase nem do aumento das concentrações de cálcio e fósforo disponível, acima das exigências, nas características de carcaça. Apenas o índice de bonificação foi maior ( $P < 0,05$ ) nos animais alimentados com as dietas com ractopamina, mas sem causa evidente. Lutz & Stahly (2002) também não observaram efeito do maior nível de fósforo em dietas contendo ractopamina sobre área do músculo *Longissimus*, espessura de toucinho, porcentagem de carne magra e conteúdo de gordura.

Considerando a liberação de cálcio e fósforo disponível a partir da inclusão de fitase na dieta contendo ractopamina, as respostas foram semelhantes ( $P > 0,05$ ), para todas as características de carcaça, às obtidas com a dieta com ractopamina, o que evidencia que a enzima na concentração avaliada permitiu manter os índices das características de carcaças desses animais. O resultado deste estudo ratifica observações de Peter et al. (2001), que não registraram diferença no desempenho e nas características de carcaça de suínos de 84 a 123 kg mantidos com dietas contendo 300 ou 500 UF (0,6 g/kg de Pd) ou com 1,6 g/kg de fósforo inorgânico.

Nos pesos de carcaça quente e nos índices de bonificação dos suínos alimentados com a dieta controle e

Tabela 3 - Peso pré-abate, perda no transporte, características de carcaças de suínos alimentados com dietas contendo ractopamina ou fitase<sup>1</sup>

	Controle	Nível de proteína ajustado e aditivos					CV (%)
		A	FIT	RAC	RAC + FIT	RAC + FITe	
Peso pré-abate (kg) <sup>3</sup>	112,1	111,7	112,0	113,8	115,0	115,1	1,82
Perda ao transporte (kg)	8,59	7,65	8,11	8,09	7,33	8,58	12,97
Perda ao transporte (%)	7,10	6,41	6,76	6,65	5,98	6,94	12,27
Peso carcaça quente (kg) <sup>2, 3</sup>	81,40	81,06	81,59	83,72	84,70	84,48	1,91
Carne magra (%) <sup>4</sup>	53,76	53,81	53,90	54,88	53,55	54,87	1,68
Rendimento de carcaça (%) <sup>2, 3</sup>	72,61	72,53	72,79	73,57	73,67	73,39	0,56
Carne magra total (kg) <sup>2</sup>	43,76	43,55	43,98	45,93	45,35	46,33	2,49
Índice de bonificação <sup>2, 4</sup>	108,46	108,80	108,48	110,81	108,44	110,75	1,34

A = níveis de proteína e aminoácidos ajustados para uso de ractopamina; RAC = ractopamina. FIT = fitase; FITe = fitase atendendo parte das exigências de cálcio e fósforo disponível.

Números sobrescritos indicam efeito ( $P < 0,05$ ) dos contrastes: <sup>1</sup> C vs A; <sup>2</sup> A vs RAC; <sup>3</sup> FIT vs RAC+FIT; <sup>4</sup> RAC vs RAC+FIT; <sup>5</sup> RAC vs RAC+FITe.

CV = coeficiente de variação.

a dieta contendo ractopamina e fitase atendendo parte das exigências de cálcio e fósforo disponível, observaram-se diferenças de 3,8 e 2,3%, respectivamente, porém sem diferença estatística ( $P>0,05$ ).

### Conclusões

Suínos alimentados três semanas antes ao abate apresentam melhor desempenho e características de carcaça se receberem 5 ppm de ractopamina na dieta. A inclusão de fitase em dietas contendo ractopamina para atender parte das exigências de cálcio e fósforo disponível, em substituição parcial a fontes inorgânicas ou visando aumentar os níveis desses minerais na dieta de suínos em terminação, não altera o desempenho e as características de carcaça dos animais.

### Literatura Citada

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS - ABCS. Método brasileiro de classificação de carcaças. Estrela: ABCS, 1973. 17p.
- AALLHUS, J.L.; JONES, S.D.; SCHAEFER, A.L. et al. The effect of ractopamine on performance, carcass composition and meat quality of finishing pigs. *Canadian Journal Animal Science*, v.70, p.943-952, 1990.
- APPLE, J.K.; MAXWELL, C.V.; BROWN, D.C. et al. Effects of dietary lysine and energy density on performance and carcass characteristics of finishing pigs fed ractopamina. *Journal of Animal Science*, v.82, p.3277-3287, 2004.
- ARMSTRONG, T.A.; IVERS, D.J.; WAGNER, J.R. et al. The effect of dietary ractopamine concentration and duration of feeding on growth performance, carcass characteristics and meat quality of finishing pigs. *Journal of Animal Science*, v.82, p.3245-3253, 2004.
- BRUMM, M.C.; MILLER, P.S.; THALER, R.C. Response of barrows to space allocation and ractopamina. *Journal of Animal Science*, v.82, p.3373-3379, 2004.
- CARR, S.N.; RINCKER, P.; KILLEFER, J.J. et al. Effects of different cereal grains and ractopamine hydrochloride on performance, carcass characteristics, and fat quality in late-finishing pigs. *Journal of Animal Science*, v.83, p.223-230, 2005.
- CRENSHAW, T.D. Calcium, phosphorus, vitamin D, and vitamin K in swine nutrition. In: LEWIS, A.J.; SOUTHERN, L.L. (Eds.) *Swine nutrition*. Florida: CRC Press, 2001. p.187-212.
- CROME, P.K.; MCKEITH, F.K.; CARR, T.R. et al. Effect of ractopamine on growth performance, carcass composition and cutting yields of pigs slaughtered at 107 and 125 kilograms. *Journal of Animal Science*, v.74, p.709-716, 1996.
- GROESBECK, C.N.; GOODBAND, R.D.; TOKACH, M.D. et al. Interactive effects between ractopamine HCl (Paylean) and pantothenic acid in grow-finish pigs. In: ASAS Midwest Meeting. Des Moines, IA. 2004. *Journal of Animal Science*, v.82, suppl.2, p.78, 2004 (Abst.).
- KORNEGAY, E.T. Digestion of phosphorus and other nutrients: the role of phytases and factors influencing their activity. In: BEDFORD, M.R.; PARTRIDGE, G.G. (Eds.) *Enzymes in farm animal nutrition*. Wallingford: CAB International, 2001. p.237-271.
- LUTZ, T.R.; STAHLY, T.S. *Effect of ractopamine on the optimum dietary phosphorus regimen for pigs*. Iowa State University Nutrition. 6p. Research Report. ASL-R1796. 2002. Disponível em: <<http://www.ipic.iastate.edu/reports/02swinereports/asl-1796.pdf>>. Acesso em: 18/9/2006.
- MAENZ, D.D. Enzymatic characteristics of phytases as they relate to their use in animal feeds. In: BEDFORD, M.R.; PARTRIDGE, G.G. (Eds.) *Enzymes in farm animal nutrition*. Wallingford: CAB International, 2001. p.61-84.
- MARCHANT-FORDE, J.N.; LAY, JR; PAJOR, D.C. et al. The effects of ractopamine on the behavior and physiology of finishing pigs. *Journal of Animal Science*, v.81, p.416-422, 2003.
- MARINHO, P.C.; FONTES, D.O.; SILVA, F.C.O. et al. Efeito da ractopamina e de métodos de formulação de dietas sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos castrados em terminação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, n.4, p.1061-1068, 2007 (supl.).
- MILLS, S.E. Biological basis of the ractopamine response. *Journal of Animal Science*. v.80, suppl.2, p.28-32, 2002.
- MIMBS, K.J.; PRINGLE, T.D.; AZAIN, M.J. et al. Effects of ractopamine on performance and composition of pigs phenotypically sorted into fat and lean groups. *Journal of Animal Science*, v.83, p.1361-1369, 2005.
- MOODY, D.E.; HANCOCK, D.L.; ANDERSON, D.B. Phenethanolamine repartitioning agents. In: D'Mello, J.P.F. (Ed.) *Farm animal metabolism and nutrition*. New York: CAB International, 2000. p.65-95.
- NEILL, C.R.; DRITZ, S.S.; TOKACH, M.D. et al. Lysine requirement of pigs fed ractopamine HCl in a commercial facility. *Journal of Animal Science*, v.84, suppl.2, p.98, 2006 (Abst.).
- PELGER, G.; ARMSTRONG, T.; PARKS, C. et al. Evaluation of the performance response in different genotypes to ractopamine supplementation. *Journal of Animal Science*, v.84, suppl.2, p.116, 2006 (Abst.).
- PÉREZ, A.; OBISPO, N.E.; PALMA, J.E. et al. Efectos de la ractopamina y el nivel de lisina sobre la respuesta productiva de cerdos magros en la fase de engorde. *Zootecnia Tropical*, v.23, n.4, p.429-445, 2005.
- PETER, C.M.; PARR, T.M.; PARR, E.N. et al. The effects of phytase on growth performance, carcass characteristics, and bone mineralization of late-finishing pigs fed maize-soyabean meal diets containing no supplemental phosphorus, zinc, copper and manganese. *Animal Feed Science and Technology*, v.94, p.199-205, 2001.
- POZZA, P.C.; NUNES, R.V.; SANTOS, M.S. et al. Efeito da ractopamina sobre o desempenho e características de carcaça de suínos machos castrados na fase de terminação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 11., 2003, Goiânia. *Anais... Goiânia: ABRAVES*, 2003. p.289-290.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. *Tabelas Brasileiras para aves e suínos*. Composição de alimentos e exigências nutricionais. 2.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186p.
- SEE, M.T.; ARMSTRONG, T. A.; MATZAT, P.D. et al. Effect of ractopamine feeding level on growth performance and carcass composition. *Journal of Animal Science*, v.83, suppl.2, p.57, 2005 (Abst.).
- SEE, M.T.; ARMSTRONG, T.A.; WELDON, W.C. Effect of a ractopamine feeding program on growth performance and carcass composition in finishing pigs. *Journal of Animal Science*, v.82, p.2474-2480, 2004.
- SELLE, P.H.; RAVINDRAN, V. Microbial phytase in poultry nutrition. *Animal Feed Science and Technology*, v.135, p.1-41, 2006.
- SELLE, P.H.; RAVINDRAN, V.; CADOGAN, D.J. et al. The role of microbial phytases in poultry and pig production. In: AUSTRALIAN POULTRY AND FEED CONVENTION, 10., 1996, Melbourne. *Proceedings...* Melbourne: APFC, 1996. p.219-224.
- SCHINCKEL, A.P.; RICHERT, B.T.; HERR, C.T. et al. Efeitos da ractopamina sobre o crescimento, a composição da carcaça e a

- qualidade dos suínos. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 2., 2001, Concórdia, SC. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2001. p.324-335.
- SCHINCKEL, A.P.; RICHERT, B.T.; HERR, C.T. et al. Development of a model to describe the compositional growth and dietary lysine requirements of pigs fed ractopamine. **Journal of Animal Science**, v.81, p.1106-1119, 2003.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistema para Análises Estatísticas e Genética - SAEG**. Versão 8.0. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 142p.
- WILLIAMS N.H.; CLINE, T.R.; SCHINCKEL, A.P. et al. The impact of ractopamine, energy intake, and dietary fat on finisher pig growth performance and carcass merit. **Journal of Animal Science**, v.72, p.3152-3162, 1994.
- XIAO, R.; XU, Z.; CHEN, H. Effects of ractopamine at different dietary protein levels on growth performance and carcass characteristics in finishing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v.79, p.119-127, 1999.
- XIONG, Y.L.; GOWER, M.J.; LI, C. et al. Effect of dietary ractopamine on tenderness and postmortem protein degradation of pork muscle. **Meat Science**, v.73, p.600-604, 2006.