



Efeito da ractopamina e de métodos de formulação de dietas sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos castrados em terminação¹

Paula Cambraia Marinho², Dalton de Oliveira Fontes³, Francisco Carlos de Oliveira Silva⁴,
Martinho de Almeida e Silva³, Francisco Alves Pereira⁵, Cláudio Luiz Corrêa Arouca⁵

¹ Parte da tese de Mestrado da primeira autora. Projeto apoiado pela Elanco.

² Mestre em Zootecnia - Escola de Veterinária da UFMG.

³ Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG.

⁴ EPAMIG/CTZM - Viçosa - MG.

⁵ Pós-Graduação - Escola de Veterinária da UFMG.

RESUMO - Foi realizado um experimento com o objetivo de avaliar o efeito de métodos de formulação e da suplementação de ractopamina (RAC) na dieta sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos castrados em terminação. Foram utilizados 60 suínos distribuídos em delineamento de blocos ao acaso, em esquema fatorial 2×3 , com dois níveis de RAC e três métodos de formulação das dietas. A suplementação de RAC melhorou o peso final, o ganho de peso diário (GPD) e a conversão alimentar (CA) dos animais. A adição de RAC melhorou também as características de carcaça por reduzir a espessura de toucinho no ponto P₁ e aumentar a taxa de deposição diária de carne magra. Dietas formuladas com base no conceito de proteína ideal ou pelo aumento do farelo de soja proporcionaram melhores resultados de CA, mas não influenciaram significativamente o consumo diário de ração, o GPD e as características de carcaça. Suínos machos castrados em terminação sob suplementação com RAC durante 21 ou 28 dias apresentaram melhor desempenho e qualidade de carcaça. Dietas formuladas para atender o nível de lisina digestível pela inclusão de L-lisina-HCl com o ajuste dos demais aminoácidos para relação ideal (proteína ideal) ou pela maior inclusão de farelo de soja (aumento do teor de PB) proporcionam melhores resultados de conversão alimentar em suínos machos castrados em terminação sob suplementação com RAC durante 28 dias.

Palavras-chave: aditivos, aminoácidos, carne magra, exigência nutricional, nutrição, proteína ideal

Effect of ractopamine and the methods of diet formulation on the performance and carcass characteristics of finishing barrows

ABSTRACT - An experiment was conducted with the objective of evaluating the effects of diet formulation methods and supplementation of ractopamine (RAC) on the performance and carcass characteristics of finishing barrows. Sixty commercial hybrid swines were used, distributed in a randomized experimental block design, in a 2×3 factorial arrangement, with two levels of RAC and three methods of diet formulation. Supplementation with RAC improved the final weight, daily weight gain (DWG) and feed conversion (FC) of the finishing barrows. Addition of RAC improved also the carcass characteristics by reducing the backfat thickness in point P₁ and increase daily lean meat deposition rate. Diets formulated based in the concept of ideal protein or by the increase of soybean meal provided better results on FC, but did not influence significantly daily feed intake, DWG and carcass characteristics. Finishing barrows supplemented with RAC during 21 or 28 days showed better performance and carcass quality. Diets formulated to attend the levels of digestible lysine by the inclusion of L-lysine HCL with the adjustment of other amino acids for ideal protein relation (ideal protein) or by the greater inclusion of soybean meal (increase of CP) provided better results of feed conversion in finishing borrows supplemented with RAC during 28 days.

Key Words: additives, amino acids, ideal protein, lean meat, nutritional requirements, nutrition

Introdução

Grandes empresas produtoras de suínos têm enfatizado a maximização da deposição de tecido magro por meio de programas de seleção genética. Além disso, pesquisas sobre nutrição têm sido desenvolvidas no intuito de dimi-

nuir a deposição de gordura e aumentar a deposição de músculo nas carcaças dos suínos melhorados geneticamente como forma de atender o mercado consumidor e permitir o abate de animais pesados.

Assim, diversas alternativas nutricionais têm sido avaliadas. A ractopamina (RAC), alternativa como repartidora

de nutrientes, tem proporcionado melhora significativa no desempenho e nas características de carcaças de suínos em terminação, por aumentar a taxa de deposição e a eficiência do tecido muscular (Watkins et al., 1990; Moody et al., 2000; Schinkel et al., 2003).

Segundo Schinckel et al. (2003), a concentração de lisina na proteína depositada em suínos alimentados com dieta suplementada com RAC aumenta de 6,80 para 7,15%. Desse modo, a relação de aminoácidos proposta para proteína ideal pode não ser suficiente para atender às exigências de suínos alimentados com dietas contendo RAC (Webster et al., 2002; Schinckel et al., 2003), o que exige alguns ajustes nutricionais, principalmente o de PB e aminoácidos. Neste contexto, espera-se que as formulações de dietas mais utilizadas para suínos possam limitar as ações da ractopamina.

Nesta pesquisa, avaliaram-se os efeitos de diferentes métodos de formulação de dietas (formulação com 16,1% de PB e 0,87% de lisina digestível, obtida pela inclusão de L-lisina-HCL, com ajuste dos demais aminoácidos para relação ideal; formulação com 16,1% de PB e 0,87% de lisina digestível, obtida pela inclusão de L-lisina-HCL, sem ajuste dos demais aminoácidos para relação ideal; e formulação com 19,4% de PB e 0,87% de lisina digestível, obtida pela maior inclusão de farelo de soja) e dos níveis de ractopamina (0 e 5 ppm) sobre o desempenho, a composição corporal e as características de carcaça de suínos machos castrados em terminação.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Suinocultura da Fazenda Experimental Vale do Piranga (EPAMIG), localizada no município de Oratórios, Minas Gerais. Os animais foram alojados em galpão de alvenaria com piso de concreto, coberto com telhas de amianto. As baias continham comedouros semi-automáticos, bebedouros tipo chupeta e dispunham de área de 1,87 m²/animal. Foram utilizados termômetros, de máxima e mínima, colocados no interior do galpão para registro diário da temperatura durante todo o período experimental. As temperaturas mínimas e máximas do período foram, respectivamente, 19 ± 2°C e 28 ± 2,8°C.

Foram utilizados 60 suínos machos castrados, híbridos comerciais originados de linhagens selecionadas geneticamente para deposição de carne magra, com peso inicial de 85,12 ± 0,37 kg, distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso em arranjo fatorial 2 × 3, composto de dois níveis de adição de ractopamina (0,0 e 5,0 ppm) e três métodos de formulação de dieta para obtenção do nível de 0,87% de lisina digestível (com adição de aminoácidos

sintéticos e ajuste para proteína ideal; com adição de lisina, sem ajuste dos demais aminoácidos para proteína ideal; ou com aumento do nível de farelo de soja com alto nível de PB), cinco repetições e dois animais por unidade experimental. Na distribuição dos animais, adotou-se como critério o peso inicial dos animais, cuja identificação foi individual, por meio de brincos.

As dietas experimentais (Tabela 1), à base de milho e farelo de soja, suplementadas com vitaminas, minerais e aminoácidos, foram formuladas segundo exigências mínimas descritas por Rostagno et al. (2000) para apresentar 0,87% de lisina digestível. O nível de 0,87% de lisina digestível foi estabelecido porque os animais tratados com RAC devem consumir 30% a mais de lisina para atingirem resultados significativos de desempenho e qualidade de carcaça (Mitchell et al., 1991; Xiao et al., 1999).

Nas dietas formuladas utilizando-se o conceito de proteína ideal, foram utilizadas as relações de 62, 57 e 18%, respectivamente, para treonina, metionina+cistina e triptofano com a lisina digestível (PIC, 1999). Às dietas formuladas, foi adicionada ou não a RAC (0,0 e 5,0 ppm) (Tabela 1). Durante todo o período experimental, as rações e a água foram fornecidas à vontade, sendo que as rações foram pesadas periodicamente. Os animais foram pesados, individualmente, no início, aos 21 e aos 28 dias (final do período experimental) para determinação do ganho de peso diário, da conversão alimentar, do consumo diário de ração e do consumo diário de lisina digestível.

As medidas ultra-sônicas *in vivo* das carcaças foram tomadas no início, aos 21 dias e aos 28 dias de experimento, após a pesagem dos animais, utilizando-se um equipamento portátil de ultra-som (PigLog-105[®]). As medidas de espessura de toucinho, profundidade de lombo e porcentagem de carne magra foram tomadas de acordo com Arouca et al. (2004). Ao final do experimento, os animais com 121,31 ± 4,00 kg foram encaminhados ao Frigorífico Industrial Vale do Piranga (FRIVAP), localizado em Ponte Nova – MG, para determinação das seguintes características de carcaça: peso da carcaça quente, rendimento de carcaça, peso de carcaça fria, rendimento de pernil, rendimento de carré, espessura de toucinho, profundidade de lombo e porcentagem de carne magra.

Os dados de desempenho e das características de carcaça foram analisados utilizando-se o pacote computacional SAEG (UFV, 2000). Para os resultados das medidas ultra-sônicas *in vivo* (espessura de toucinho, profundidade de lombo e porcentagem de carne magra), utilizaram-se como covariável os valores correspondentes da mesma variável no início do experimento. Quando houve interação significativa, procedeu-se à comparação do nível

Tabela 1 - Composições centesimal e calculada das dietas experimentais (%)

Table 1 - Percentage and calculated compositions of the experimental diet

Ingrediente (%) Ingredient	Dieta Diet					
	Proteína ideal <i>Ideal protein</i>	Proteína ideal + RAC <i>Ideal protein + RAC</i>	Sem ajuste de AA <i>Without adjustment of AA</i>	Sem ajuste de AA + RAC <i>Without adjustment of AA + RAC</i>	Alta proteína <i>High protein</i>	Alta proteína + RAC <i>High protein + RAC</i>
Milho (<i>Corn</i>)	75,63	75,63	75,63	75,63	66,33	66,33
Farelo de soja (<i>Soybean meal</i>)	21,11	21,11	21,11	21,11	30,20	30,20
Fosfato bicálcico (<i>Dicalcium phosphate</i>)	1,19	1,19	1,19	1,19	1,13	1,13
Calcário (<i>Limestone</i>)	0,82	0,82	0,82	0,82	0,79	0,79
Sal (<i>Salt</i>)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Óleo de soja (<i>Soybean oil</i>)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,30
Suplemento vitamínico ¹ (<i>Vitamin mix</i>)	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Suplemento mineral ² (<i>Mineral mix</i>)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Tylan 100	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Suplemento de cobre ³ (<i>Copper supplement</i>)	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Paylean®	0,00	0,025	0,00	0,025	0,00	0,025
Inerte (<i>Inert</i>)	0,037	0,012	0,069	0,044	0,325	0,30
L-lisina HCl (<i>L-lysine</i>)	0,261	0,261	0,261	0,261	0,00	0,00
L-treonina (<i>L-threonine</i>)	0,026	0,026	0,0	0,0	0,00	0,00
DL-metionina (<i>DL-methionine</i>)	0,005	0,005	0,0	0,0	0,00	0,00
Composição calculada ⁴ <i>Calculated composition</i>						
Ca (%)	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700
EM (kcal/kg) (<i>ME</i>)	3,182	3,182	3,182	3,182	3,182	3,182
PB (%) (<i>CP</i>)	16,098	16,098	16,098	16,098	19,439	19,439
P disponível (%) (<i>Available P</i>)	0,320	0,320	0,320	0,320	0,320	0,320
Lisina digestível (%) (<i>Digestible lysine</i>)	0,875	0,875	0,875	0,875	0,875	0,875
Met + cis dig. (%) (<i>Digestible meth plus cys</i>)	0,498	0,498	0,493	0,493	0,565	0,565
Treonina digestível (%) (<i>Digestible threonine</i>)	0,542	0,542	0,516	0,516	0,629	0,629
Triptofano digestível (%) (<i>Digestible tryptophan</i>)	0,159	0,159	0,159	0,159	0,207	0,207
Ractopamina (ppm) (<i>Ractopamine</i>)	0,0	5,0	0,0	5,0	0,0	5,0

¹ Composição por kg de produto (*Composition/kg of product*): ácido fólico (*folic acid*) - 116,55 mg; ácido pantotênico (*pantothenic acid*) - 2.333,5 mg; biotina (*biotin*) - 5,28 mg; niacina (*niacin*) - 5.600 mg; piridoxina (*pyridoxine*) - 175 mg; riboflavina (*riboflavin*) - 933,3 mg; tiamina (*thiamin*) - 175 mg; vit. A - 1.225.000 U.I.; vit. D₃ - 315.000 U.I.; vit. E - 1.400 mg; vit. K₃ - 700 mg; vit. B₁₂ - 6.825 mg; Se - 105 mg; antioxidante (*antioxidant*): 1.500 mg.

² Composição por kg de produto (*Composition/kg of product*): Ca - 98.800 mg; Co - 185 mg; Cu - 15,750 mg; Fe - 26.250 mg; I - 1.470 mg; Mg - 41.850 mg; Zn - 77.999 mg.

³ Composição por kg de produto (*Composition/kg of product*): Cu - 150 mg; Zn - 100 mg.

⁴ Segundo (*according to*) Rostagno et al. (2000).

de RAC dentro de cada método de formulação de dieta e à comparação do método de formulação, dentro de cada nível de RAC pelo teste Duncan a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Os resultados de peso final, ganho de peso, conversão alimentar, consumo de ração e de lisina diário de suínos em terminação suplementados ou não com RAC aos 21 e 28 dias de experimento encontram-se na Tabela 2. Não ocorreu interação ($P > 0,10$) métodos de formulação de ração \times RAC (Tabela 2).

A suplementação de RAC durante 21 dias proporcionou aumento ($P < 0,05$) de 3,42 kg no peso final, correspondente a um aumento de 2,98% no peso corporal final de suínos em terminação em relação aos animais do grupo controle. Esse

resultado foi similar ao encontrado por Gu et al. (1991a), que, ao utilizarem dietas com 18,5% de PB, 0,95% de lisina e 20 ppm de RAC para suínos em terminação, observaram aumento de 3,93 kg no peso final.

A administração de 5,0 ppm de RAC proporcionou aumento ($P < 0,05$) de 163 g/dia no GPD, equivalente a um acréscimo de 11,54% no ganho de peso diário, o que pode explicar o maior peso corporal dos animais aos 21 dias. Resultados semelhantes de GPD foram observados por Xiao et al. (1999). Entretanto, GPD superior foi obtido por Gu et al. (1991a), que encontraram aumento de aproximadamente 400 g/dia no GPD.

Animais tratados com RAC durante 28 dias apresentaram maior ($P < 0,05$) GPD, ou seja, aqueles alimentados com dietas contendo RAC depositaram mais 168 g/dia em comparação aos do grupo controle, o que corresponde a um

Tabela 2 - Peso final e desempenho, aos 21 e 28 d de experimento, de suínos em terminação alimentados com dieta suplementada ou não com RAC

Table 2 - Final weight and performance, at 21 and 28d of experiment, of finishing barrows fed diets supplemented or not with ractopamine

Item	21 d		CV (%)	28 d		CV (%)
	Nível de RAC (ppm)			Nível de RAC (ppm)		
	Ractopamine level			Ractopamine level		
	0,0	5,0		0,0	5,0	
Peso final (kg) (Final weight)	111,38b	114,80a	2,1	118,97b	123,65a	2,7
Consumo diário de ração (kg/d) (Feed intake)	3,338	3,360	6,7	3,410	3,416	6,4
Ganho de peso diário (kg/d) (Daily weight gain)	1,250b	1,413a	8,3	1,208b	1,376a	9,0
Conversão alimentar (kg/kg) (Feed:gain ratio)	2,685b	2,386a	7,3	2,685b	2,386a	7,3
Consumo de lisina digestível (g/d) (Digestible lysine intake)	29,23	29,40	6,1	29,83	29,87	6,4

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha são diferentes ($P < 0,05$) pelo teste F.Means followed by different letters within a row are different ($P < 0,05$) by F test.

aumento de 12,21%. Conseqüentemente, o peso de abate dos animais alimentados com dietas com RAC foi 4,68 kg maior, correspondendo a uma melhora de 3,78%. Efeitos positivos da RAC sobre o GPD também foram encontrados por Gu et al. (1991a) e Crome et al. (1996). Pozza et al. (2003a), no entanto, ao utilizarem 5,0 ppm de RAC na dieta de suínos em terminação durante 28 dias, não verificaram efeitos significativos sobre o peso final e o GPD dos animais.

A conversão alimentar melhorou ($P < 0,05$) em 12,53% nos animais alimentados com a dieta contendo RAC nos dois períodos avaliados. Resultados semelhantes foram encontrados por Mitchell et al. (1990), Adeola et al. (1990) e Yen et al. (1990), que observaram que a administração de 20 ppm de RAC em dieta com 16% de PB proporcionou melhora de 12% na conversão alimentar de suínos em terminação. Entretanto, Dunshea et al. (1993a) e Crome et al. (1996) verificaram redução de 15% na conversão alimentar, resultado superior aos obtidos neste trabalho, enquanto Zagury (2002), utilizando 20 e 5 ppm de RAC para suínos em terminação, encontraram melhora de 10% na conversão alimentar.

A melhora do GPD e da CA pode ser explicada pelo efeito da RAC sobre o organismo animal, por meio da alteração do metabolismo, com o aumento da síntese protéica e bloqueia a lipogênese (Schinkel et al., 2003). Conseqüentemente, essa substância altera a composição do ganho dos animais, que depositam mais proteína e menos gordura. O aumento na deposição de proteína, por agregar 35,0% de água, é um dos principais fatores que justificam o aumento do ganho de peso associado à melhora na conversão alimentar. Portanto, pode-se inferir que a adição de RAC em dietas para suínos em terminação melhora a eficiência de utilização dos nutrientes.

Não foram observados efeitos ($P > 0,10$) da RAC sobre os consumos diários de ração e de lisina (Tabela 2), o que está de acordo com os resultados obtidos por Aalhus et al. (1990), Stites et al. (1991), Dunshea et al. (1993a) e Pozza et

al. (2003). Esses resultados diferem, no entanto, daqueles observados por Yen et al. (1990) e Mitchell et al. (1991), que observaram redução de aproximadamente 10% no CRD.

Os resultados de espessura de toucinho no ponto P_1 , profundidade de lombo, porcentagem de carne magra e taxa de deposição de carne magra na carcaça de suínos em terminação suplementados ou não com RAC durante 21 dias e 28 dias, encontram-se na Tabela 3.

Verificou-se efeito ($P < 0,05$) da interação nível de RAC \times método de formulação de dieta sobre a espessura de toucinho no ponto P_2 (ETP₂) aos 21 dias de experimento (Tabelas 3 e 5).

A suplementação de RAC durante 21 ou 28 dias não influenciou ($P > 0,10$) a ETP₁. Resultados similares foram encontrados por Zagury (2002), que não notou efeito significativo da RAC sobre a ETP₁. Entretanto, a adição de RAC durante 28 dias resultou em menor ($P < 0,05$) ETP₂, ou seja, os animais alimentados com dietas com 5,0 ppm de RAC apresentaram ETP₂ 7,5% menor em relação àqueles que não receberam suplementação, cuja redução de 0,9 mm na ETP₂ correspondeu à melhora de 8,11% na espessura de toucinho decorrente da adição de 5,0 ppm de RAC na dieta. Resultados semelhantes foram obtidos por Jones et al. (1988b) e Mitchell et al. (1990). Por outro lado, Adeola et al. (1990), Stites et al. (1991) e Pozza et al. (2003b) não verificaram efeito significativo da adição de RAC sobre a ET.

A profundidade de lombo aumentou ($P < 0,05$) 2,8 e 3,9 mm, correspondente a 4,91 e 6,5%, com a adição de RAC durante 21 e 28 dias, respectivamente. Resultado similar foi observado por Gu et al. (1991b), enquanto Zagury (2002) constatou aumento menor (2,12 mm) da profundidade de lombo nos suínos alimentados com dietas contendo 5 ppm de RAC. Por outro lado, Adeola et al. (1990) e Aalhus et al. (1990) não verificaram efeitos positivos da suplementação de RAC sobre esta característica de carcaça.

Tabela 3 - Características de carcaça² aos 21 e 28 dias de experimento de suínos em terminação alimentados com dietas suplementadas ou não com RACTable 3 - Carcass characteristics² at 21 and 28 day of experiment of finishing barrows fed with diets supplemented or not with ractopamine

Item	21 dias		CV (%)	28 dias		CV (%)
	Nível de RAC (ppm)			Nível de RAC (ppm)		
	<i>Ractopamine level</i>			<i>Ractopamine level</i>		
	0,0	5,0		0,0	5,0	
Espessura toucinho ponto P ₁ (mm) ¹ <i>P₁ backfat thickness</i>	14,1	13,9	10,8	14,8	14,3	11,8
Espessura toucinho ponto P ₂ (mm) ¹ <i>P₂ backfat thickness</i>	-	-	-	12,0b	11,1a	12,4
Profundidade de lombo (mm) ¹ <i>Loin depth</i>	54,2b	57,0a	6,4	56,2b	60,1a	6,9
Porcentagem de carne magra (%) ¹ <i>Percentage of lean meat</i>	58,8	59,4	2,0	58,4b	59,4a	2,3
Taxa deposição diária de carne magra (g/d) <i>Daily lean meat deposition rate</i>	664b	802a	15,4	634b	795a	16,1

¹ Valores ajustados pelas mesmas variáveis no início do experimento (*Values adjusted by the same variables in the beginning of the experiment*).² Obtidas *in vivo* (*Obtained in vivo*).Médias seguidas de letras distintas na mesma linha são diferentes (P<0,05) pelo teste F.
Means followed by different letters within a row are different (P<0.05) by F test.

Apesar de a adição de 5,0 ppm de RAC na dieta de suínos em terminação durante 21 dias não ter influenciado (P>0,10) a PCM, os animais alimentados com a dieta com RAC durante 28 dias apresentaram aumento (P<0,05) de um ponto percentual na PCM, correspondente a uma melhora de 1,71%. Esses resultados justificam o uso desse aditivo durante 28 dias consecutivos. Essa melhora observada na PCM foi semelhante à encontrada por Gu et al. (1991b) e maior que a descrita por Zagury (2002). O melhor resultado obtido nos animais tratados com RAC pode ser atribuído à melhora na conversão alimentar.

Verificou-se aumento (P<0,05) de 138 e 161 g/dia na taxa de deposição de carne magra (TDCMD) aos 21 e 28 dias, respectivamente, o que corresponde à melhora de 17,21 e 20,25%. Esses resultados estão coerentes com os efeitos da RAC sobre o organismo animal e com a redução da síntese de lipídeos, confirmada pela menor ET pelo aumento da taxa de deposição protéica, por meio do aumento da PL e da TDCM.

Os métodos de formulação não influenciaram (P>0,10) o desempenho e as características de carcaça dos suínos aos 21 e aos 28 dias de experimento (Tabela 4), com exceção da conversão alimentar aos 28 dias, que foi melhor (P<0,08) nos animais alimentados com as dietas formuladas com inclusão de L-lisina-HCl, com ajuste dos demais aminoácidos para proteína ideal e com aumento da inclusão de farelo de soja (dieta formulada com elevado nível de PB). Esses métodos de formulação da dieta proporcionaram melhora da conversão alimentar, em média de 5,5%, em relação às dietas formuladas com o nível de lisina digestível obtido pela inclusão de L-lisina-HCl sem ajuste dos demais aminoácidos para a proteína ideal.

Os níveis de metionina+cistina e, principalmente, treonina utilizados na dieta formulada sem ajuste de aminoácidos para proteína ideal podem ter sido insuficientes para que os animais alimentados com a dieta contendo RAC atingissem seu máximo desempenho, influenciando negativamente os resultados de conversão alimentar. De fato, neste trabalho, a relação treonina:lisina digestível foi de 59%, abaixo do valor de 62% preconizado (PIC, 1999). Do mesmo modo, porém em menor proporção, a relação metionina+cistina:lisina digestível (56,3%) nessa dieta foi menor que a recomendada, 57% (PIC, 1999).

Por outro lado, a relação metionina+cistina, treonina e triptofano digestíveis com a lisina digestível, de 65, 72 e 24%, respectivamente, observada na dieta em que o ajuste do nível de lisina foi realizado pela maior inclusão de farelo de soja (alto nível de PB) ficou acima do preconizado na literatura (PIC, 1999). O excesso de alguns aminoácidos nessa dieta melhorou o desempenho dos animais. Este resultado foi similar ao encontrado por Fernandez et al. (2004), que, ao trabalharem com cinco níveis de treonina em relação à lisina (62, 67, 70 e 72%) e dois níveis de RAC (5,0 e 10,0 ppm) para suínos em terminação, verificaram que a relação lisina:treonina para animais alimentados com dietas suplementadas com RAC foi superior à encontrada para os animais do grupo controle.

Neste contexto, pode-se inferir que a utilização de dieta formulada para atender os níveis recomendados de aminoácidos para suínos em terminação proporcionou pior desempenho aos animais em comparação àqueles que consumiram dietas formuladas com excesso de alguns aminoácidos, quando se utilizam dietas suplementadas com

Tabela 4 - Desempenho, características de carcaças e taxa de deposição diária de carne magra² aos 21 e 28 dias de experimento em suínos em terminação alimentados com dietas elaboradas com diferentes métodos de formulação

Table 4 - Performance, carcass characteristics and daily lean meat deposition rate² at 21 and 28 day of experiment of finishing barrows fed diets elaborated by different methods of formulation

Item	21 dias				28 dias				CV (%)
	Método de formulação				Método de formulação				
	Proteína ideal	Sem ajuste de AA	Alta proteína	Alta proteína	Proteína ideal	Sem ajuste de AA	Alta proteína	Alta proteína	
		Without adjustment of AA	High protein		Without adjustment of AA	High protein	High protein		
Peso final (kg) (Final weight, kg)	113,25	112,16	113,86	113,86	121,54	119,80	122,59	122,59	2,7
Consumo de ração diário (kg/d) (Feed intake)	3,291	3,385	3,370	3,370	3,364	3,425	3,451	3,451	6,4
Ganho de peso diário (kg/d) (Daily weight gain)	1,337	1,290	1,368	1,368	1,298	1,241	1,337	1,337	9,0
Conversão alimentar (kg/kg) (Feed:gain ratio)	2,480	2,637	2,490	2,490	2,637a	2,773b	2,606a	2,606a	7,3
Consumo de lisina digestível (g/d) (Digestible lysine intake, g/day)	28,8	29,6	29,5	29,5	29,4	30,0	30,2	30,2	6,4
Espessura toucinho ponto P ₁ (mm) ¹ (P ₁ backfat thickness)	13,8	14,3	13,8	13,8	14,4	14,7	14,5	14,5	11,8
Espessura toucinho ponto P ₂ (mm) ¹ (P ₂ backfat thickness)	-	-	-	-	11,4	11,7	11,6	11,6	12,4
Profundidade de lombo (mm) ¹ (Loin depth)	55,7	55,3	55,8	55,8	58,2	57,2	59,1	59,1	6,9
Porcentagem de carne magra (%) ¹ (Percentage of lean meat)	59,2	58,8	59,3	59,3	59,1	58,5	59,1	59,1	2,3
Taxa deposição diária de carne magra (g/d) (Daily lean meat deposition rate)	74,2	69,9	75,8	75,8	72,7	67,7	74,0	74,0	16,1

¹Valores ajustados pelas mesmas variáveis no início do experimento (Values adjusted by the same variables in the beginning of the experiment).

² Obtidas *in vivo* (Obtained *in vivo*).

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha são diferentes (P<0,08) pelo teste Duncan (Means followed by different letters within a row are different (P<0,08) by Duncan test.).

Tabela 5 - Espessura de toucinho² medida no ponto P₂ aos 21 dias de experimento de suínos em terminação alimentados com dietas elaboradas com diferentes métodos de formulação e suplementadas ou não com RAC¹

Table 5 - P₂ measured backfat thickness² at 21 d of experiment of finishing pigs fed diets elaborated by different methods of formulation and supplemented or not with ractopamine

Método de formulação	Nível de RAC (ppm)		Média
	Ractopamine level		
Formulation method	0,0	5,0	Average
Proteína ideal	11,0Aa	11,0Aa	11,0
Ideal protein			
Sem ajuste de aminoácidos	11,0Aa	11,4Aa	11,2
Without amino acids adjustment			
Alta proteína	11,7Aa	10,2Bb	10,9
High protein			
Média	11,2	10,8	
Average			

¹ Valores ajustados de ET-P₂ no início do experimento (Values adjusted by the same variables in the beginning of the experiment); CV = 10,6.

² Obtidas *in vivo* (Obtained *in vivo*).

Médias seguidas de letras minúsculas/ maiúsculas distintas na coluna/linha são diferentes (P<0,05) pelo teste Duncan (Means with distinct letters within a column/ row are different (P<0,05) by Duncan test).

RAC. Assim, a relação dos aminoácidos essenciais com lisina exigida para máximo desempenho pode ser superior à preconizada para proteína ideal (PIC, 1999; Rostagno et al., 2005).

Verificou-se efeito (P<0,05) da interação níveis de RAC × métodos de formulação das dietas sobre a ETP₂ aos 21 dias. Nas dietas em que o nível de lisina digestível foi obtido pela inclusão de L-lisina-HCl com ou sem ajuste dos demais aminoácidos para proteína ideal, não houve benefício do uso da ractopamina sobre a ETP₂ (Tabela 5). Entretanto, quando houve inclusão de farelo de soja (aumento do teor PB) para se obter o nível de 0,87% de lisina digestível, a utilização de ractopamina proporcionou redução de 1,5 mm ou melhoria de 14,71% na espessura de toucinho.

Não houve efeito da interação (P>0,10) níveis de RAC × métodos de formulação sobre o rendimento de carcaça, o rendimento de pernil, o rendimento de *carré*, a espessura de toucinho medida na altura da última costela, a porcentagem de carne magra na carcaça e a profundidade de lombo, medidos no frigorífico (Tabela 6).

A suplementação de RAC não influenciou (P>0,10) o rendimento de carcaça e de *carré*, a espessura de toucinho e porcentagem de carne magra na carcaça. Por outro lado, observou-se aumento (P<0,05), de 3,46%, no rendimento de pernil. Resultado semelhante foi encontrado também por Uttaro et al. (1993), que obtiveram melhora de 7%. Em contrapartida, Xiao et al. (1999), ao testarem uma dieta contendo 20 ppm de RAC para suínos em terminação, não observaram efeito positivo sobre o rendimento de pernil.

A suplementação de RAC teve efeito (P<0,05) sobre a PL, que aumentou 3,5 mm, correspondente a uma melhora de

5,12%. De modo similar, Zagury (2002) também encontrou aumento da PL ao utilizarem RAC. Pozza et al. (2003) encontraram aumento não-significativo, de 7,4 mm, da PL em animais sob suplementação com 5,0 ppm de RAC.

Tabela 6 - Características de carcaça de suínos em terminação alimentados com dietas suplementadas ou não com RAC

Table 6 - Carcass characteristics of finishing pigs fed diets supplemented or not with ractopamine

Item	Nível de RAC (ppm)		CV (%)
	Ractopamine level		
	0,0	5,0	
Rendimento de carcaça (%) <i>Carcass yield</i>	72,5	72,3	3,4
Rendimento de pernil (%) <i>Ham yield</i>	33,5b	34,7a	3,7
Rendimento de carré (%) <i>Carre yield</i>	12,1	12,4	7,5
Profundidade de lombo (mm) <i>Loin depth</i>	64,8b	68,3a	8,9
Espessura de toucinho (mm) <i>Backfat thickness</i>	14,7	14,7	17,3
Porcentagem de carne magra (%) [*] <i>Percentage of lean meat</i>	56,8	57,4	3,8

Médias seguidas de letras distintas na linha são diferentes ($P < 0,05$) pelo teste F.

Means followed by distinct letters within a row are different ($P < 0,05$) by F test.

Tabela 7 - Características de carcaça de suínos em terminação alimentados com dietas elaboradas com diferentes métodos de formulação

Table 7 - Carcass characteristics finishing barrows fed diets elaborated with different methods of diet formulation

Item	Método de formulação			CV (%)
	Method of formulation			
	Proteína ideal	Sem ajuste AA	Alta proteína	
	<i>Ideal protein</i>	<i>Without adjustment of AA</i>	<i>High protein</i>	
Rendimento de carcaça (%) <i>Carcass yield</i>	72,3	72,9	72,0	3,4
Rendimento de pernil (%) <i>Ham yield</i>	34,4	33,9	34,1	3,7
Rendimento de carré (%) <i>Carre yield</i>	12,5	12,2	12,0	7,5
Profundidade de lombo (mm) <i>Loin depth</i>	67,3	66,9	65,6	8,9
Espessura de toucinho (mm) <i>Backfat thickness</i>	14,7	14,7	14,7	17,3
Porcentagem de carne magra (%) <i>Percentage of lean meat</i>	57,2	57,2	56,0	3,8

Os métodos de formulação das dietas não afetaram ($P > 0,10$) as características de carcaça de suínos em terminação medidas no frigorífico (Tabela 7).

Conclusões

A suplementação de ractopamina (5,0 ppm) na dieta de suínos machos castrados em terminação proporciona melhor desempenho aos animais, pois promove aumento do peso final e do ganho de peso diário e melhora a conversão alimentar e a qualidade de carcaça por reduzir a espessura de toucinho e aumentar a profundidade de lombo e a taxa de deposição de carne magra.

Dietas formuladas para atender o nível de lisina digestível por meio da inclusão de L-lisina-HCl com o ajuste dos demais aminoácidos para relação ideal (proteína ideal) ou pela inclusão de maior quantidade farelo de soja (aumento do teor de PB) proporcionam melhor conversão alimentar em suínos sob suplementação com RAC durante 28 dias.

Literatura Citada

- AALHUS, J.L.; JONES, S.D.; SCHAEFER, S.D.M. et al. The effect of ractopamine on performance, carcass composition and meat quality of finishing pigs. **Canadian Journal of Animal Science**, v.70, n.5, p.943-952, 1990.
- ADEOLA, O.; DARKO, E.A.; HE, P. et al. Manipulation of porcine carcass composition by ractopamine. **Journal of Animal Science**, v.68, n.11, p.3633-3641, 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 ractopamine. **Journal of Animal Science**, v.82, p.3277-3287, 2004.
- AROUCA, C.L.C. **Exigências de lisina para suínos machos castrados de dois grupos genéticos, na fase de terminação tardia**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2003. 50p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais.
- AROUCA, C.L.C.; FONTES, D.O.; FERREIRA, W.M. et al. Exigências de lisina, com base no conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados de 95 a 122 kg, selecionados para deposição de carne magra. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, p.773-781, 2004.
- BARK, L.J.; STAHLY, T.S.; CROMWELL, G.L. et al. Influence of genetic capacity for lean tissue growth on rate and efficiency of tissue accretion in pigs fed ractopamine. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3391-3400, 1992.
- 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, n.4, p.709-716, 1996.
- DUNSHEA, F.R.; KING, R.H.; CAMPBELL, R.G. et al. Interrelationships between sex and ractopamine on protein and lipid deposition in rapidly growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.71, n.11, p.2919-2930, 1993a.
- DUNSHEA, F.R.; KING, R.H.; CAMPBELL, R.G. et al. Interrelationships between dietary protein and ractopamine on protein and lipid deposition in finishing gilts. **Journal of Animal Science**, v.71, n.11, p.2931-2941, 1993b.

- FERNANDEZ, D.M.; ROSAS, N.; SORIA, A.I. et al. Threonine to lysine ratio in ractopamine treated pigs. **Poultry Science**, v.83, p.98-99, 2004 (suppl. 1).
- GU, Y.; SCHINCKEL, A.P.; FORREST, J.C. et al. Effects of ractopamine, genotype, and growth phase on finishing performance and carcass value in swine: I. Growth performance and carcass merit. **Journal of Animal Science**, v.69, n.7, p.2685-2693, 1991a.
- GU, Y.; SCHINCKEL, A.P.; FORREST, J.C. et al. Effects of ractopamine, genotype, and growth phase on finishing performance and carcass value in swine: II. Estimation of lean growth rate and lean feed efficiency. **Journal of Animal Science**, v.69, n.7, p.2694-2702, 1991b.
- JONES, D.J.; WAITT, W.P.; MOWREY, D.H. et al. Effect of ractopamine hydrochloride on growth performance and carcass composition of finisher pigs fed corn-soy diets with 5% added fat. **Journal of Animal Science**, v.66, p.324 (Abstract 255), 1988 (Suppl. 1).
- MITCHELL, A.D.; SOLOMON, M.B.; STEELE, N.C. Response of low and high protein select lines of pigs to the feeding of the beta-adrenergic agonist ractopamine (phenethanolamine). **Journal of Animal Science**, v.68, n.10, p.3226-3232, 1990.
- MITCHELL, A.D.; SOLOMON, M.B.; STEELE, N.C. Influence of level of dietary protein or energy on effects of ractopamine in finishing swine. **Journal of Animal Science**, v.69, n.11, p.4487-4495, 1991.
- OLIVEIRA, A.L.S.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Lisina em rações para suínos machos castrados selecionados para deposição de carne magra na carcaça dos 95 aos 110 kg. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.32, n.2, p.337-343, 2003.
- PIC. Grow – finish nutrition concepts: impact of nutrition on lean growth. **Technical update**, v.2, n.1, 1999.
- 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.
- POZZA, P.C.; SANTOS, M.S.; NUNES, R.V. et al. Avaliação da suplementação de Ractopamina sobre o desempenho e características de carcaça de suínos fêmeas na fase de terminação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 11., 2003, Goiânia. **Anais...** Goiânia: ABRAVES, 2003. p.291-292.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos:** tabelas brasileiras. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 141p.
- SCHINCKEL, A.P.; LI, N.; RICHERT, B.T. et al. Efeito da ractopamina sobre o crescimento, a composição de carcaça, e a qualidade dos suínos. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 2., 2001, Concórdia. **Anais...** Concórdia: 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.
- STITES, C.R.; MCKEITH, F.K.; SINGH, S.D. et al. The effect of ractopamine hydrochloride on the carcass cutting yields of finishing swine. **Journal of Animal Science**, v.69, n.8, p.3094-3101, 1991.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Manual de utilização do programa (Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG)**. Viçosa, MG: UFV, 2000. (Versão 8.0). 150p.
- UTTARO, B.E.; BALL, R.O.; DICK, P. et al. Effect of ractopamine and sex on growth, carcass characteristics, processing yield, and meat quality characteristics of crossbred swine. **Journal of Animal Science**, v.71, n.9, p.2439-2449, 1993.
- XIAO, R.J.; XU, Z.R.; CHEN, H.L. Effects of ractopamine at different dietary protein levels on growth performance and carcass characteristics in finishing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v.79, n.1, p.119-127, 1999.
- YEN, J.T.; MERSMANN, H.J.; HILL, D.A. et al. Effects of ractopamine on genetically obese and lean pigs. **Journal of Animal Science**, v.68 n.11, p.3705-3712, 1990.
- WATKINS, L.E.; JONES, D.J.; MOWREY, D.H. et al. The effect of various levels of ractopamine hydrochloride on the performance of finishing swine. **Journal of Animal Science**, v.68, n.11, p.3588-3595, 1990.
- WILLIAMS, N.H.; CLINE, T.R.; SCHINCKEL A.P. et al. The impact os Ractopamine, energy intake, and dietary fat on finisher pig growth performance and carcass merit. **Journal of Animal Science**, v.72, p.3152-3162, 1994.
- ZAGURY, F.T.R. **Efeito da ractopamina na ração sobre o crescimento, composição da carcaça e qualidade de carne de suínos**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2002. 46p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2002.

Recebido: 03/04/06
Aprovado: 09/02/07