



Redução da proteína bruta da ração e suplementação de aminoácidos para suínos machos castrados dos 15 aos 30 kg mantidos em ambiente de alta temperatura¹

Rony Antonio Ferreira², Rita Flávia Miranda de Oliveira³, Juarez Lopes Donzele³, Cláudio Vieira de Araújo⁴, Francisco Carlos de Oliveira Silva⁵, Roberta Gomes Marçal Vieira Vaz⁴, Wilkson Oliveira Rezende⁴

¹ Parte da tese de Doutorado do primeiro autor. Projeto financiado pela FAPEMIG.

² Doutor em Zootecnia - UFV.

³ DZO/UFV.

⁴ Pós-graduação em Zootecnia - UFV.

⁵ EPAMIG-MG.

RESUMO - Um experimento foi conduzido para avaliar a influência da redução da proteína bruta (PB) e da suplementação de aminoácidos sintéticos em rações sobre o desempenho de suínos machos castrados mantidos em ambiente de alta temperatura (32°C). Foram utilizados 60 leitões mestiços (Landrace x Large White) com peso médio inicial de 15,2 kg, distribuídos em um delineamento inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos (18, 17, 16, 15 e 14% de PB), seis repetições e dois animais por unidade experimental. As rações experimentais foram fornecidas à vontade até o final do experimento, quando os animais atingiram o peso médio de 29,9 kg. A temperatura média no interior da sala foi mantida em 32,3°C, com umidade relativa de 75,9% e índice de temperatura de globo e umidade de 82,6. Não houve efeito da redução do nível de proteína da ração sobre o desempenho (consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar) dos suínos. Os consumos de lisina e energia digestíveis também não foram influenciados pelos tratamentos. Verificou-se redução gradativa no consumo diário de nitrogênio. Quanto às deposições de proteína (DP) e de gordura (DG) na carcaça, os tratamentos influenciaram somente a DG. Os pesos de fígado e de estômago (tanto absoluto como relativo) e o peso relativo de rins foram maiores nos animais que receberam a ração com maior nível de PB. A redução de 18 para 14% no nível de PB da ração não influencia negativamente o desempenho de suínos machos dos 15 aos 30 kg mantidos em ambiente de alta temperatura, desde que a ração seja devidamente suplementada com aminoácidos essenciais limitantes.

Palavras-chave: aminoácidos, calor, nutrição, suínos

Effect of feeding reduced crude protein, amino acid-supplemented diets on performance of castrated swine from 15 to 30 kg on high environmental temperature

ABSTRACT - A trial was conducted to evaluate the effect of reduced CP, amino acid-supplemented diets on performance of castrated males swines on high environmental temperature (32°C). A total of sixty crossbred piglets (Landrace x Large White) averaging initial weight of 15.2 kg was allotted to completely randomized experimental design with five treatments (18, 17, 16, 15, and 14% of CP), six replications and two animals per experimental unit. The experimental diets were fed to swine ad libitum until the end of the experiment, when the animals averaged 29.9 kg. The average temperature in the room was maintained in 32.3°C, with relative humidity of 75.9%, corresponding a black globe-humidity index (BGHI) of 82.6. The reduced CP level, amino acid-supplemented-based diets did not affect the evaluated parameters (feed intake, weight gain and feed:gain ratio). No treatment effect on digestible lysine and energy intakes was observed. Gradual reduction on daily nitrogen intake was observed. Decreasing dietary CP levels affected only fat deposition rate. The highest values of relative and absolute weights of liver and stomach and the relative weight of kidneys were observed in the animals fed diets with the highest dietary CP level. It was concluded that the dietary CP level can be reduced from 18 to 14% for castrated piglets from 15 to 30 kg on high environmental temperature, with no effect on performance, since diets are supplemented with the essential amino acids.

Key Words: amino acids, high environmental temperature, nutrition, swine

Introdução

De modo geral, os alimentos ricos em proteína são mais onerosos que os energéticos. Portanto, na prática, deve-se

conhecer a quantidade mínima de proteína necessária para otimização da produção animal.

A proteína constitui um dos principais componentes dos órgãos e das estruturas do organismo animal, sendo

necessário o seu contínuo suprimento alimentar para crescimento e produção adequados (Pozza et al., 1999).

Rações com níveis protéicos acima da necessidade do animal fazem com que o excesso de aminoácidos seja catabolizado, acarretando sobrecarga ao fígado e aos rins, que necessitam eliminar o excesso de nitrogênio. O problema se agrava em ambientes de temperatura elevada, pois o processo de desaminação leva a maior incremento calórico, que deverá ser dissipado para o ambiente, aumentando ainda mais o gasto energético do organismo para manter a homeotermia. Esse processo de catabolismo de aminoácidos excedentes aumenta a produção de calor e faz com que o animal reduza a quantidade de alimento consumido e, conseqüentemente, a quantidade de outros nutrientes indispensáveis para produção (Miyada, 1999).

Em ambientes com temperatura elevada ou em épocas quentes do ano, a redução da PB da ração com suplementação adequada de aminoácidos sintéticos pode ser uma alternativa interessante, particularmente porque as proteínas do alimento possuem alto incremento calórico (Ferreira, 1998).

A suplementação de aminoácidos sintéticos em rações para suínos como forma de redução de parte do alimento protéico tem recebido especial atenção de pesquisadores (Baker & Speer, 1983). Assim, com a redução do nível de suplemento protéico em uma ração formulada à base de cereais, pode-se reduzir o seu preço, por meio da suplementação com aminoácidos sintéticos de custo mais acessível, sem comprometer o desempenho dos animais (Sauer & Ozimek, 1986).

De acordo com Miyada (1999), tem-se observado que, sob estresse por calor, a redução do nível de proteína na ração com a concomitante adição de lisina sintética ou a formulação com base na proteína ideal proporciona melhora do desempenho e na qualidade de carcaça dos suínos.

A suplementação de aminoácidos em rações com baixo nível de proteína, à base de sorgo e farelo de soja, para leitões de 5 a 20 kg foi estudada por Hansen et al. (1993), que observaram que rações com 17% de PB suplementadas com aminoácidos sintéticos proporcionaram aos animais desempenho semelhante ou melhor que o obtido com a dieta controle, com 21% de PB. Entretanto, De La Llata et al. (2002), trabalhando com suínos de 30 a 50 kg, verificaram efeitos negativos sobre o desempenho dos animais quando a suplementação com lisina-HCl excedeu 0,15% da ração.

Observa-se, entretanto, que os resultados na literatura são conflitantes no que tange ao desempenho de suínos em crescimento alimentados com baixo nível de PB na ração. Este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos da redução dos níveis de PB da ração e da suplementação de aminoácidos essenciais, mantendo-se a relação aminoacídica,

sobre o desempenho de suínos machos castrados mantidos em ambiente de estresse por calor (32°C) dos 15 aos 30 kg.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG.

Foram utilizados 60 leitões mestiços (Landrace x Large White) machos castrados, na fase inicial de crescimento, com $51,6 \pm 3,3$ dias de idade, peso inicial de $15,2 \pm 0,49$ kg e peso final de $29,9 \pm 1,71$ kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (18, 17, 16, 15 e 14% de PB na ração), seis repetições e dois animais por unidade experimental, mantidos em ambiente de alta temperatura (32°C).

Os animais foram alojados em gaiolas metálicas suspensas, com piso ripado e laterais teladas, providas de comedouro semi-automático e bebedouro tipo chupeta, mantidas em sala de alvenaria, com janelões de vidro tipo basculante, teto com forro de madeira e telhas de barro tipo francesa.

A temperatura interna da sala foi mantida por meio de um conjunto de seis campânulas elétricas, distribuídas em dois corredores da sala, a aproximadamente 40 cm do piso, ligadas a um termostato regulado para temperatura de 32°C. O ar no ambiente interno era renovado diariamente por meio de dois exaustores localizados nas paredes laterais da sala.

As condições internas no interior da sala foram monitoradas diariamente utilizando-se termômetros de máxima e de mínima (8 h), de bulbo seco e bulbo úmido e de globo negro (8, 13 e 18 h), mantidos em uma gaiola vazia no centro da sala, à meia-altura do corpo do animal. As leituras dos termômetros foram convertidas em um único valor (Índice de Temperatura de Globo e Umidade - ITGU), para caracterizar o ambiente térmico ao qual os animais foram submetidos.

As rações experimentais (Tabela 1) foram isolisínicas, calculadas em base digestível, de modo que os demais aminoácidos foram suplementados à medida que ficavam abaixo da relação dos aminoácidos na proteína ideal preconizada por Chung & Baker (1992). Os níveis de PB na ração foram obtidos por meio de variação proporcional na quantidade de milho e farelo de soja. As rações foram devidamente suplementadas com minerais e vitaminas e o nível de energia foi corrigido pela variação na quantidade de amido, tornando-as isoenergéticas.

Para determinação dos aminoácidos digestíveis dos ingredientes utilizados na ração, foram aplicados os respectivos coeficientes de digestibilidade propostos pelas tabelas Rhodimet... (1993). As rações experimentais e a água foram fornecidas aos animais à vontade.

Tabela 1 - Composição centesimal e calculada das rações experimentais

Table 1 - Ingredient and calculated compositions of the experimental diets

Ingrediente Ingredient	Nível de PB (%) CP level (%)				
	18	17	16	15	14
Milho (Corn) (7,75%PB) ¹	67,265	63,525	59,790	56,056	52,314
Farelo soja (Soybean meal) (45,5% PB) ¹	28,192	26,625	25,059	23,494	21,926
Amido (Corn starch)	0,490	5,300	10,130	14,930	19,780
Fosfato bicálcico (Dicalcium phosphate)	1,408	1,495	1,580	1,670	1,755
Calcário (Limestone)	0,677	0,639	0,605	0,565	0,530
Mistura mineral (Mineral mix) ²	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Mistura vitamínica (Vitamin mix) ³	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Sal comum (Salt)	0,250	0,255	0,260	0,267	0,272
BHT (Antioxidant)	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Óleo de soja (Soybean oil)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
DL-metionina (DL-methionine)	0,014	0,043	0,072	0,100	0,129
L-Lisina HCl (L-lysine HCl)	0,000	0,060	0,119	0,180	0,240
L-treonina (L-threonine)	0,000	0,000	0,010	0,046	0,081
Areia lavada (Washed sand)	0,494	0,848	1,165	1,482	1,763
Total	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição calculada					
Calculated composition					
Proteína bruta (Crude protein) (%) ⁴	18,00	17,00	16,00	15,00	14,00
ED (Digestible energy) (kcal/kg) ⁴	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400
Lisina total (Total lysine) (%) ⁴	0,964	0,957	0,950	0,944	0,938
Lisina dig (Digestible lysine) (%)	0,846	0,846	0,846	0,846	0,846
Met + Cis dig (%) (Digestible methionine+cystine)	0,524	0,524	0,524	0,524	0,524
Treonina dig (Digestible threonine) (%)	0,626	0,592	0,567	0,567	0,567
Triptofano dig (%) (Digestible tryptophan)	0,217	0,205	0,193	0,181	0,169
Isoleucina dig (Digestible isoleucine) (%)	0,734	0,693	0,652	0,612	0,571
Cálcio (Calcium) (%) ⁴	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700
Fósforo total (Total phosphorus) (%) ⁴	0,550	0,550	0,550	0,550	0,550

¹ Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do DZO/UFV (Analyses were carried out at the Animal Nutrition Lab of UFV).

² Conteúdo/kg (Content/kg): 100 g Fe; 10 g Cu; 1 g Co; 40 g Mn; 100 g Zn; 1,5 g I; 1.000 g excipiente (vehicle) q.s.p.

³ Conteúdo/kg (Content/kg): vit. A - 6.000.000 UI; vit. D₃ - 1.500.000 UI; vit. E - 15.000 UI; vit. B₁ - 1,35; vit. B₂ - 4 g; vit. B₆ - 2 g; ácido pantotênico (Panthenic acid) - 9,35 g; vit K₃ - 1,5 g; ácido nicotínico (Nicotinic acid) - 20,0 g; vit B₁₂ - 20,0 g; ácido fólico (Folic acid) - 0,6 g; biotina (Biotin) - 0,08 g; selênio (Selenium) - 0,3 g; excipiente (vehicle) q.s.p. - 1.000 g.

⁴ Composição calculada segundo Rostagno et al. (1992), exceto quanto aos aminoácidos digestíveis, que foram determinados aplicando-se os respectivos coeficientes de digestibilidade propostos pela tabela Rhodimet ... (1993).

⁴ Composition calculated according to Rostagno et al. (1992) tables, except to digestible amino acids that were determined with respective coefficients of digestibility proposed by Rhodimet... tables (1993).

Durante o período experimental, as sobras de ração e os animais foram pesados semanalmente, para avaliação do ganho de peso, determinação do consumo de ração e cálculo da conversão alimentar.

Ao término do período experimental, os animais foram submetidos a jejum alimentar de 24 horas e um animal de cada unidade experimental foi abatido por dessensibilização e sangramento. Após o abate, procedeu-se à toaleta e à evisceração para retirada dos órgãos. O fígado, o estômago, os rins e o intestino delgado foram pendurados à sombra por aproximadamente 20 minutos para que o sangue escorresse, sendo pesados em seguida.

Um grupo adicional de cinco leitões com peso de 14,4 ± 1,43 kg foi abatido pelo mesmo procedimento, para determinação da composição da carcaça dos animais no início do experimento e posterior cálculo das taxas de deposição de proteína e gordura, conforme técnica descrita por Donzele et al. (1992).

As carcaças inteiras evisceradas e sem sangue, incluindo cabeça e pés, foram pesadas e trituradas em "cutter" comercial de 30 HP e 1.775 rpm por 15 minutos. Após a homogeneização, retiraram-se amostras, que foram armazenadas em congelador a -12°C. Ao preparar as amostras para análises laboratoriais, em razão da alta concentração de gordura do material, procedeu-se à pré-secagem em estufa com ventilação forçada a 60°C, por 72 horas. Em seguida, foi realizado pré-desengorduramento pelo método a quente em aparelho extrator do tipo "Soxhlet", por 4 horas, para posterior moagem do material. As amostras pré-secas e pré-desengorduradas foram moídas e acondicionadas em vidros para posteriores análises laboratoriais. Para correção dos valores das análises subseqüentes, foram consideradas as quantidades de água e gordura retiradas no preparo das amostras.

As análises dos teores de matéria seca, proteína e gordura das amostras foram realizadas de acordo com o

método descrito por Silva (1990), no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV.

As análises estatísticas das variáveis de desempenho (ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar), de taxas de deposição de proteína e gordura nas carcaças e de pesos dos órgãos foram realizadas utilizando-se o procedimento GLM do SAS, versão 6.12 (1996), e decompondo a soma de quadrados dos tratamentos em contrastes ortogonais, de acordo com o modelo estatístico a seguir:

$$Y_{ij} = \mu + E_i + e_{ij}$$

em que Y_{ij} = ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, taxas de deposição de proteína e gordura e pesos dos órgãos referentes ao nível de proteína i na repetição j ; μ = média geral da característica; E_i = efeito do nível de proteína bruta i , sendo $i = 18, 17, 16, 15$ e 14% na ração; e e_{ij} = erro da parcela que recebeu o tratamento i na repetição j .

A avaliação da possibilidade de redução da proteína bruta da ração com suplementação de aminoácidos foi feita com base nos resultados de ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, consumos de lisina e energia digestíveis, consumo de nitrogênio, eficiência de utilização de nitrogênio para ganho e taxas de deposição de proteína e gordura na carcaça.

Resultados e Discussão

A temperatura interna da sala manteve-se durante o período experimental em $32,1 \pm 0,64^\circ\text{C}$, a umidade relativa em $75,9 \pm 11,2\%$ e a temperatura de globo negro de $32,3 \pm 0,70^\circ\text{C}$, correspondendo a um Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) de $82,6 \pm 1,15$. A temperatura de $32,1^\circ\text{C}$ obtida neste trabalho pode ser considerada temperatura de estresse por calor, por estar acima da temperatura crítica máxima (27°C) para esta categoria animal, conforme estabelecido por Esmay (1982) e Nääs et al. (1995; 1998), citados por Silva (1999).

Os resultados de desempenho (ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar), consumos de lisina e energia digestíveis, consumo de nitrogênio, eficiência de utilização de nitrogênio para ganho, relação lisina:proteína bruta e taxas de deposição de proteína (TDP) e gordura (TDG) na carcaça dos suínos são apresentados na Tabela 2.

Não se observou efeito ($P > 0,10$) da redução do nível de PB da ração sobre o ganho de peso (GP) dos suínos. Esse resultado está de acordo com aqueles relatados por Tuitoek et al. (1997), que não verificaram variação no ganho de peso de suínos na fase de crescimento quando a concentração de proteína da ração reduziu de 16,6 para 13%, e com os de Kerr

& Easter (1995) e Figueroa et al. (2000), que também não constataram diferença no ganho de peso dos animais com a redução de 4% no nível de proteína da ração (16 para 12%) com suplementação de aminoácidos. No entanto, Figueroa et al. (2000) verificaram piora no ganho de peso dos suínos quando a concentração de proteína da ração foi reduzida em 5% (16 para 11%).

O consumo de ração diário (CRD) também não foi influenciado ($P > 0,10$) pelos tratamentos, o que está de acordo com os resultados descritos por Tuitoek et al. (1997) e Figueroa et al. (2000), que não notaram efeito da redução do nível de proteína da ração sobre o CRD de suínos dos 20 aos 50 kg. Considerando que o desbalanço de aminoácidos pode influenciar negativamente o consumo de ração (Henry & Sève, 1993), pode-se inferir, com base no resultado obtido, que a suplementação de aminoácidos essenciais limitantes nos diferentes tratamentos não comprometeu a qualidade da proteína, evidenciando, assim, que as relações entre os aminoácidos essenciais e a lisina utilizadas neste trabalho foram adequadas para esta categoria animal.

A redução da concentração de proteína da ração não influenciou ($P > 0,05$) a conversão alimentar (CA), de forma similar ao observado por diversos autores (Tuitoek et al., 1997; Gomez et al., 1998; Miller et al., 1996) e por Schoenherr (1992), que também não encontrou diferenças na eficiência alimentar de suínos em crescimento e terminação mantidos sob estresse por calor recebendo proteína intacta ou ideal.

A conversão alimentar observada neste trabalho confirma que a qualidade da proteína não foi comprometida entre os tratamentos. A hipótese de que a CA pode ser influenciada pela qualidade da proteína foi comprovada por Kerr et al. (1995), que afirmaram que a redução de 4% no nível de PB da ração de suínos de 8,6 a 50 kg influenciou negativamente a CA somente quando a ração com baixo nível de PB não foi suplementada com os aminoácidos essenciais limitantes.

Os resultados de desempenho (ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar) observados neste estudo são coerentes com os verificados por diferentes autores (Fialho, 1994; Lopez et al., 1994; Keer et al., 1995; Tuitoek et al., 1997; Figueroa et al., 2000), que relataram não haver problemas no desempenho de suínos em crescimento quando os níveis de PB da ração foram reduzidos em até quatro unidades percentuais. No entanto, maiores reduções podem causar prejuízo ao desempenho, em razão da provável deficiência de outros aminoácidos (Figueroa et al., 2000).

Não se observou variação ($P > 0,10$) nos consumos de lisina e energia digestíveis entre os tratamentos, o que pode ser explicado pelos níveis similares de lisina e energia

Tabela 2 - Resultados de desempenho, consumos de lisina e energia digestíveis (ED), consumo de nitrogênio (N), eficiência de utilização de nitrogênio para ganho (EUNG), relação lisina:proteína bruta (Lis:PB) e taxas de deposição de proteína e gordura em suínos mantidos em ambiente de alta temperatura dos 15 aos 30 kg

Table 2 - Values of performance, intakes of digestible lysine and energy (DE), nitrogen (N) intake, efficiency of N utilization for gain (EUNG), lysine:protein ratio (Lys:CP) and deposition rates of protein and fat of swines from 15 to 30 kg on high environmental temperature

Variável Variable	Proteína bruta Crude protein					CV%
	18	17	16	15	14	
Ganho de peso (g/d) (Weight gain)	501 ^a	532 ^a	540 ^a	504 ^a	528 ^a	11,9
Consumo de ração (g/d) (Feed intake)	1.051 ^a	1.087 ^a	1.140 ^a	1.050 ^a	1.135 ^a	7,8
Conversão alimentar (g/g) (Feed/gain ratio)	2,10 ^a	2,04 ^a	2,11 ^a	2,12 ^a	2,16 ^a	7,4
Consumo lisina dig. (g/d) (Digestible lysine intake)	8,9 ^a	9,2 ^a	9,6 ^a	8,9 ^a	9,6 ^a	7,8
Consumo ED (kcal/d) (Energy intake)	3.574 ^a	3.694 ^a	3.875 ^a	3.569 ^a	3.859 ^a	7,8
Consumo N (g/d) ¹ (Nitrogen intake)	30,3 ^a	29,5 ^{ab}	29,2 ^{ab}	25,1 ^b	25,4 ^b	7,8
EUNG (g GP/g N) ¹	16,5 ^b	18,0 ^{ab}	18,5 ^{ab}	21,2 ^a	20,8 ^a	8,3
Relação Lis:PB (%) (Lys:CP ratio)	5,35	5,63	5,94	6,29	6,7	-
Taxa de deposição na carcaça (Deposition rate in the carcass)						
Proteína (g/d) (Protein)	57 ^a	58 ^a	62 ^a	59 ^a	65 ^a	13,5
Gordura (g/d) ¹ (Fat)	64 ^{ab}	64 ^{ab}	77 ^a	60 ^b	76 ^{ab}	14,5

¹ (P<0,01) Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si, em contrastes múltiplos.

¹ (P<0,01) Means followed by different letters in a row differ by multiple contrasts.

digestíveis na ração e pelo fato de o consumo não ter variado entre os tratamentos.

Em contrapartida, verificou-se diminuição (P<0,05) gradativa, de até 14,0%, no consumo diário de nitrogênio (N) e aumento na eficiência de utilização de N para ganho de peso (EUNG) em até 29,5% entre os tratamentos. Resultados semelhantes foram obtidos por Lopez et al. (1994), que, avaliando os efeitos de rações formuladas com base na proteína ideal sobre o desempenho de suínos mantidos em ambiente diurno quente, observaram que, apesar do maior consumo de N pelos suínos que receberam a proteína intacta, a eficiência de utilização de N para ganho de peso foi maior naqueles que receberam a ração formulada com base na proteína ideal.

A partir desses resultados, evidenciou-se que a redução de proteína da ração, com a devida suplementação de aminoácidos essenciais utilizando-se o conceito de proteína ideal, melhora a eficiência de utilização do nitrogênio da ração, por reduzir o excesso de aminoácidos fornecidos aos animais.

Como não houve diferença no desempenho dos animais entre os tratamentos, pode-se inferir que a relação lisina:proteína nas rações pode variar entre 5,35 e 6,7, sem efeito negativo no desempenho dos suínos na fase de crescimento. O valor médio da relação lisina:proteína (5,9) entre os tratamentos corrobora o proposto por Baker et al. (1993), que recomendaram relação média de 5,8% para animais de 10 a 100 kg.

Quanto às taxas de deposição de proteína (TDP) e gordura (TDG) na carcaça, constatou-se efeito (P<0,01) dos tratamentos somente sobre a TDG dos animais que recebe-

ram a ração com 15% de PB suplementada com aminoácidos. Esses animais apresentaram valor inferior ao dos alimentados com a ração com 16% de PB mais aminoácidos, não variando entre os demais tratamentos.

Os dados de TDP obtidos neste trabalho confirmam os achados de Schoenherr & Schmidt (1991), Tuitok et al. (1993) e Kerr et al. (1995), que reportaram similares estimativas de proporção de músculo entre suínos alimentados com rações contendo baixo nível de proteína suplementada com aminoácidos e suínos alimentados com rações com adequado nível protéico. Corroboram também os de Figueroa et al. (2000), que não observaram influência da redução do nível de PB da ração sobre a TDP de suínos em crescimento.

As diferenças de valores de TDG entre os tratamentos pareceram estar associadas à variação não-significativa no consumo de energia digestível. Além desse aspecto, deve-se considerar que a redução do nível de PB tende a favorecer o aumento da deposição de gordura corporal, em razão do aumento na concentração de energia líquida da ração. De acordo com Le Bellego et al. (2001), a redução da excreção de nitrogênio decorrente da queda do nível de PB da ração diminui a perda de energia urinária em 0,84 kcal e a produção de calor do animal em 1,67 kcal por grama reduzido na ingestão de proteína. Esses autores observaram aumento gradativo na retenção de energia como gordura no corpo animal quando reduziram de 18,9 para 14,6% o nível de PB da ração de suínos com a suplementação de aminoácidos.

Os resultados dos pesos absoluto e relativo dos diferentes órgãos avaliados são apresentados na Tabela 3.

A redução do nível de proteína bruta da ração influenciou (P<0,01) os pesos relativo e absoluto de fígado e estômago

e o peso relativo de fígado, rins e estômago nos animais do tratamento sem suplementação de aminoácidos, os quais apresentaram os maiores valores. Resultados semelhantes foram obtidos por Kerr et al. (1995) e Chen et al. (1999), que observaram redução no peso do fígado e dos rins com a diminuição do nível de PB da ração.

Considerando que a concentração de uréia no plasma aumenta com a elevação do nível de proteína da ração (Fox et al., 1988), o processo de adaptação do suíno a rações com diferentes níveis protéicos envolve modificações fisiológicas e metabólicas, incluindo a modificação no tamanho dos órgãos e a alteração na atividade de algumas enzimas, como a arginase, essenciais para conversão da amônia tóxica produzida na deaminação do excesso de aminoácidos em uréia.

De acordo com Rosebrough et al. (1983), citados por Kerr et al. (1995), o aumento no nível de PB da ração de 12 para 24% resulta em incremento na atividade da arginase, que pode contribuir para o aumento no peso dos rins.

A redução no peso de órgãos metabolicamente ativos, como fígado e rins, contribui para diminuir a produção de calor pelo animal, aumentando, conseqüentemente, a energia

disponível. De acordo com Kerr et al. (1995), a mudança no peso de órgãos pode ter profundas implicações no metabolismo de energia e, possivelmente, na composição corporal. Essa informação é confirmada por Webster (1981), que estimou que a produção de calor a partir do fígado, do intestino, da pele e dos rins contribui em até 45% na produção total de calor em ratos em repouso.

Conclusões

A redução de 18 para 14% no nível de PB da ração não influencia negativamente o desempenho de suínos machos dos 15 aos 30 kg mantidos em ambiente de alta temperatura, desde que a ração seja devidamente suplementada com os aminoácidos essenciais limitantes.

Literatura Citada

- BAKER, D.H.; SPEER, V.C. Protein-amino nutrition of nonruminant animals with emphasis on the pig: past, present and future. **Journal of Animal Science**, v.57, p.284-289, 1983 (suppl. 2).
- BAKER, D.H.; HAHN, J.D.; CHUNG, T.K. et al. Nutrition and growth: the concept and application of an ideal protein for swine growth. In: HOLLIS, G.R. (Ed.) **Growth of the pig**. Wallingford: CAB International, 1993. p.133-140.
- CHEN, H.Y.; LEWIS, A.J.; MILLER, P.S. et al. The effect of excess protein on growth performance and protein metabolism of finishing barrows and gilts. **Journal of Animal Science**, v.77, p.3238-3247, 1999.
- CHUNG, T.K.; BAKER, D.H. Ideal amino acid pattern for 10-kilogram pigs. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3102-3111, 1992.
- DE LA LLATA, M.; DRITZ, S.S.; TOKACH, M.D. et al. Effects of increasing L-lysine HCl in corn-soybean meal based diets on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing gilts. **Journal of Animal Science**, v.80, p.2420-2432, 2002.
- DONZELE, J.L.; COSTA, P.M.A.; ROSTAGNO, H.S. et al. Efeitos de níveis de energia digestíveis na composição da carcaça de suínos de cinco a quinze quilos. **Revista da Sociedade Brasileira Zootecnia**, v.21, p.1100-1106, 1992.
- ESMAY, M.L. **Principles of animal environment**. Westport: ABI Publishing Co., 1982. 325p.
- FERREIRA, R.A. Efeito do estresse térmico na alimentação de suínos. In: CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, 1998, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: CONEZ, 1998. p.349-370.
- FIALHO, E.T. Influência da temperatura ambiental sobre a utilização da proteína e energia em suínos em crescimento e terminação. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS, 1994, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1994. p.63-83.
- FIGUEROA, J.L.; LEWIS, A.J.; MILLER, P.S. Nitrogen balance and growth trials with pigs fed low-crude protein, amino acid-supplemented diets. **Nebraska Swine Report**, p.26-28, 2000.
- FOX, M.C.; WATKINS, K.L.; CRAIG, W.M. et al. Excess crude protein for nonpregnant gilts. **Journal of Animal Science**, v.66, p.911-916, 1988.
- GOMEZ, S.; MILLER, P.S.; LEWIS, A.J. et al. Responses of barrows consuming a diet formulated on an ideal protein basis at different feeding levels. **Nebraska Swine Report**, p.30-33, 1998.

Tabela 3 - Pesos absoluto (g) e relativo (% da carcaça) de fígado, rins, estômago e intestino de suínos de 30 kg mantidos em ambiente de alta temperatura

Table 3 - Values of absolute (g) and relative (% of carcass) weights of liver, kidneys, stomach and intestine of swines of 30 kg on high environmental temperature

Variável Variable	Proteína bruta (%) Crude protein					CV %
	18	17	16	15	14	
Peso absoluto (g) <i>Absolute weight</i>						
Fígado ¹ Liver	844 ^a	756 ^b	672 ^b	755 ^b	761 ^b	12,1
Rins Kidneys	126 ^a	120 ^a	116 ^a	125 ^a	120 ^a	11,0
Estômago ¹ Stomach	210 ^a	195 ^b	178 ^b	183 ^b	185 ^b	9,1
Intestino Intestine	914 ^a	868 ^a	863 ^a	916 ^a	908 ^a	7,6
Peso relativo (%) <i>Relative weight</i>						
Fígado ¹ Liver	4,16 ^a	3,62 ^b	3,13 ^b	3,62 ^b	3,54 ^b	12,7
Rins ² Kidneys	0,62 ^a	0,57 ^b	0,54 ^b	0,59 ^b	0,56 ^b	9,6
Estômago ¹ Stomach	1,03 ^a	0,92 ^b	0,83 ^b	0,88 ^b	0,86 ^b	8,7
Intestino Intestine	4,44 ^a	4,11 ^a	4,04 ^a	4,41 ^a	4,21 ^a	7,2

¹(P<0,01) e ²(P<0,05) Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si, em contrastes múltiplos.

¹(P<0,01) and ²(P<0,05) Means followed by different letters in a row differ by multiple contrasts.

- HANSEN, J.A.; KNABE, D.A.; BURGOON, K.G. Amino acid supplementation of low protein sorghum-soybean meal diets 5 to 20 kilogram swine. **Journal of Animal Science**, v.71, p.452-458, 1993.
- HENRY, Y.; SÈVE, B. Feed intake and dietary amino acid balance in growing pigs with special reference to lysine, tryptophan and threonine. **Pig News and Information**, v.14, p.35N-43N, 1993.
- KEER, B.J.; EASTER, R.A. Effect fed reduced crude protein, amino acid-supplemented diets on nitrogen and energy balance of growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.73, p.433-440, 1995.
- KEER, B.J.; MCKEITH, F.K.; EASTER, R.A. Effect on performance and carcass characteristics of nursery to finisher pigs fed reduced crude protein, amino acid-supplemented diets. **Journal of Animal Science**, v.73, p.433-440, 1995.
- Le BELLEGO, L.; Van MILGEN, J.; DUBOIS, S. et al. Energy utilization of low-protein diets in growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.79, p.1259-1271, 2001.
- LOPEZ, J.; GOODBAND, R.D.; ALLEE, G.L. et al. The effects of diets formulated on an ideal protein basis on growth performance, carcass characteristics and thermal balance of finishing gilts housed in a hot, diurnal environment. **Journal of Animal Science**, v.72, p.367-379, 1994.
- MILLER, P.S.; LEWIS, A.J.; WOLVERTON, C.K. et al. Performance of growing-finishing pigs consuming diets formulated on an ideal protein (first four limiting amino acids) basis. **Nebraska Swine Report**, p.27-30, 1996.
- MIYADA, V.S. Novas tendências para a nutrição de suínos em clima quente. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA E QUALIDADE NA PRODUÇÃO INDUSTRIAL DE SUÍNOS, 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1999. p.34-60.
- POZZA, P.C.; GOMES, P.C.; DONZELE, J.L. et al. Exigência de treonina digestível para suínos machos castrados dos 15 aos 30 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.560-568, 1999.
- ROSTAGNO, H.S.; SILVA, D.J.; COSTA, P.M.A. et al. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos: Tabelas brasileiras**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1992. 59p.
- RHODIMET nutrition guide. 2.ed. France: Rhône-Poulenc Animal Nutrition, 1993. 55p.
- STATISTICAL ANALYSES SYSTEM- SAS. **SAS System for Windows**. release 6.12 Cary: 1996. 01 CD-ROM.
- SAUER, W.C.; OZIMEK, L. Digestibility of amino acid in swine: results and their practical applications. A review. **Livestock Productions Science**, v.15, p.367-388, 1986.
- SCHOENHERR, W.D. Ideal protein formulations of diets for growing-finishing pigs housed in a hot environment. **Journal of Animal Science**, v.70, p.242, 1992 (suppl. 1).
- SCHOENHERR, W.D.; SCHMIDT, G. The influence of diets formulated on an ideal protein basis at varying lysine levels on performance of growing-finishing swine in a hot thermal environment. **Journal of Animal Science**, v.69, p.380 (Abstr.), 1991 (suppl. 1).
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos: métodos químicos biológicos**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1990. 166p.
- SILVA, I.J.O. Sistemas naturais e artificiais do controle do ambiente - climatização. In: SIMPÓSIO DE AMBIÊNCIA E QUALIDADE NA PRODUÇÃO INDUSTRIAL DE SUÍNOS, 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1999. p.81-111.
- TUITOEK, K.; YOUNG, L.G.; KEER, B.J. et al. Digestible ideal amino acid pattern for growing-finishing pigs fed practical diets. **Journal of Animal Science**, v.71, p.167 (Abstr.), 1993 (suppl. 1).
- TUITOEK, K.; YOUNG, L.G.; LANGE, C.F.M. et al. The effect of reducing excess dietary amino acids on growing-finishing pig performance: evaluation of the ideal protein concept. **Journal of Animal Science**, v.75, p.1575-1583, 1997.
- WEBSTER, A.J.F. The energetic efficiency of metabolism. **Proceeding Nutrition Society**, v.40, p.121, 1981.

Recebido: 04/03/05
Aprovado: 09/01/06