

RONY ANTONIO FERREIRA

AVALIAÇÃO DA REDUÇÃO DA PROTEÍNA BRUTA DA RAÇÃO COM
SUPLEMENTAÇÃO DE AMINOÁCIDOS PARA SUÍNOS DE 15 A 60 kg
MANTIDOS EM DIFERENTES AMBIENTES TÉRMICOS

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de “Doctor Scientiae”.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2001

RONY ANTONIO FERREIRA

AVALIAÇÃO DA REDUÇÃO DA PROTEÍNA BRUTA DA RAÇÃO COM
SUPLEMENTAÇÃO DE AMINOÁCIDOS PARA SUÍNOS DE 15 A 60 kg
MANTIDOS EM DIFERENTES AMBIENTES TÉRMICOS

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de “Doctor Scientiae”.

APROVADA: em 20 de dezembro de 2001.

Pesq. Francisco Carlos de Oliveira Silva

Prof. Dalton de Oliveira Fontes

Prof. Juarez Lopes Donzele
(Conselheiro)

Prof. Darci Clementino Lopes
(Conselheiro)

Prof^a. Rita Flávia Miranda de Oliveira
(Orientadora)

A Deus.

À minha esposa Flávia C. Vilas Boas Ferreira.

Aos nossos filhos Isabella Vilas Boas Ferreira e Gabriel Vilas Boas Ferreira.

Aos meus pais Antônio Manoel Ferreira e Ilda Santos Ferreira.

Aos meus sogros Marco Antônio Vilas Boas e Nélida Vilas Boas.

Ao Sr. Pedro de Moraes (*in memoriam*).

AGRADECIMENTO

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), pela oportunidade de realização do programa.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo financiamento do projeto.

Ao Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da UFV, pelo apoio.

À professora Rita Flávia Miranda de Oliveira, pelos valiosos ensinamentos, pela orientação, pela amizade e pelo exemplo de profissionalismo.

Aos professores Juarez Lopes Donzele, Dalton de Oliveira Fontes e Darci Clementino Lopes e ao pesquisador Francisco Carlos de Oliveira Silva, pelas sugestões, pelo apoio e pela amizade.

A todos os funcionários do Setor de Suinocultura, Avicultura, Abatedouro e Fábrica de Rações da UFV, pela colaboração.

Às minhas irmãs Rosely, Rosana, Rosimey e Renê, aos meus cunhados Maninho, Carlos e Valdir e aos meus sobrinhos Marcelo, Juliana, Maria Eugênia, João Antônio e Isadora, em especial Maria Hortênsia e Eugênio.

Aos meus amigos Olímpio Bueno, Marcus Vinícius Vilas Boas e Rosângela Batista, pelo companheirismo.

Ao meu amigo de fé e irmão camarada Paulo Cesar Pozza, à Magali Soares Pozza e aos meus amigos Alex Martins Varela Arruda e Elzânia Sales Pereira, pela solidariedade.

Aos meus amigos Alexandre de Oliveira Teixeira, Adhemar Rodrigues de Oliveira Neto, Alessandra Gimenez Mascarenhas, Cláudio Vieira de Araújo, Ramalho

José Barbosa Rodrigueiro, Ricardo Vianna Nunes, Rogério Lopes e Rogério Pinto, pela amizade sincera e pelo apoio em todos os momentos.

À grande família: Uislei Antonio Dias Orlando, Edilson Paes Saraiva, Gisele Oliveira, Wilkson Oliveira Rezende, Christiane Vilela e Roberta Gomes Vieira, pelo agradável convívio.

Aos zootecnistas Formandos de Setembro de 1996 da UFLA, pela jornada cumprida.

À professora Heloisa Helena Lacerda Vilas Boas, atual diretora da Escola Estadual São José de Botelhos, pelo alicerce bem feito.

Aos meus amigos do Transylvânia de Lavras, pelas incansáveis horas de Rock'n Roll, em especial ao Dênis "the phunto" Ubeda de Lima.

Aos companheiros de todos os momentos Lory, Brenda, Dara e Lassie, pela lealdade.

BIOGRAFIA

RONY ANTONIO FERREIRA, filho de Antônio Manoel Ferreira e Ilda Santos Ferreira, nasceu em Botelhos, MG, em 6 de janeiro de 1971.

Concluiu o Curso de Técnico em Agropecuária pela Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho, MG, em dezembro de 1988.

Em julho de 1991, iniciou na Universidade Federal de Lavras o Curso de Graduação em Zootecnia, concluindo-o em setembro de 1996.

Em fevereiro de 1998, concluiu o Curso de Mestrado em Zootecnia, pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG.

E em março desse mesmo ano, ingressou no Curso de Doutorado em Zootecnia da UFV, submetendo-se à defesa de tese no dia 20 de dezembro de 2001.

Em dezembro de 2001, foi selecionado como professor substituto pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

ÍNDICE

RESUMO	viii
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	5
3. AVALIAÇÃO DA REDUÇÃO DA PROTEÍNA BRUTA DA RAÇÃO COM SUPLEMENTAÇÃO DE AMINOÁCIDOS PARA SUÍNOS DOS 15 AOS 30 kg MANTIDOS EM TEMPERATURA DE CONFORTO (22 °C)	7
Resumo	7
Abstract	8
Introdução	9
Material e métodos	11
Resultados e discussão	15
Conclusão	22
Referências bibliográficas	23
4. AVALIAÇÃO DA REDUÇÃO DA PROTEÍNA BRUTA DA RAÇÃO COM SUPLEMENTAÇÃO DE AMINOÁCIDOS PARA SUÍNOS DOS 15 AOS 30 kg MANTIDOS EM AMBIENTE DE ALTA TEMPERATURA (32 °C) ...	26
Resumo	26
Abstract	27
Introdução	28
Material e métodos	30
Resultados e discussão	34
Conclusão	41
Referências bibliográficas	42
5. AVALIAÇÃO DA REDUÇÃO DA PROTEÍNA BRUTA DA RAÇÃO COM SUPLEMENTAÇÃO DE AMINOÁCIDOS PARA SUÍNOS DOS 30 AOS 60 kg MANTIDOS EM AMBIENTE DE ALTA TEMPERATURA (32 °C) ...	45
Resumo	45
Abstract	46
Introdução	47
Material e métodos	49
Resultados e discussão	53
Conclusão	59

Referências bibliográficas	60
6. CONCLUSÕES GERAIS	63
7. APÊNDICE	64

RESUMO

FERREIRA, Rony Antonio, D. S., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2001. *Avaliação da redução da proteína bruta da ração com suplementação de aminoácidos para suínos de 15 a 60 kg mantidos em diferentes ambientes térmicos.* Orientadora: Rita Flávia Miranda de Oliveira. Conselheiros: Juarez Lopes Donzele e Darci Clementino Lopes.

Um total de 180 leitões foram utilizados em três experimentos para avaliar a influência da redução da proteína bruta (PB) com suplementação de aminoácidos em rações sobre o desempenho de suínos mantidos em diferentes temperaturas. No experimento I, foram utilizados 60 animais mantidos em conforto térmico (22 °C), dos 15,0 kg aos 30,2 kg, em delineamento inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos (18, 17, 16, 15 e 14% PB), seis repetições e dois animais por unidade experimental. Não se observou efeito da redução do nível de PB sobre o consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA). As taxas de deposição de gordura (TDG) e proteína (TDP) também não foram influenciadas pelos tratamentos. Os tratamentos influenciaram os pesos absoluto e relativo do estômago e o peso absoluto de intestino. No experimento II, 60 leitões foram mantidos em alta temperatura (32 °C), dos 15,2 kg aos 29,9 kg, utilizando-se os tratamentos e o delineamento experimental do experimento I. Não se observou efeito dos tratamentos sobre o CR, o GP e a CA nem sobre os consumos de lisina e de energia digestíveis. A redução da PB influenciou o consumo de nitrogênio; somente a TDG foi influenciada. Os maiores valores de peso de fígado, estômago e rins foram observados nos animais que receberam a ração com maior nível de PB. No experimento III, 60 leitões foram mantidos no calor (32° C), dos 29,8 aos 59,9 kg, distribuídos em cinco tratamentos (17, 16, 15, 14 e 13% PB), seis repetições e dois animais por unidade experimental. A redução do nível de PB influenciou o GP e o CR dos animais, tendo apresentado os menores valores aqueles submetidos à ração com 14% de PB; a CA não variou. Observou-se efeito dos tratamentos sobre a TDP e a TDG, com os animais que receberam a ração com 14% de PB apresentando os menores valores de ambas as taxas. Os animais que receberam o nível mais elevado de PB apresentaram maiores pesos (absoluto e relativo) de rins. Concluiu-se que o nível de PB

da ração para suínos machos dos 15 aos 60 kg mantidos em diferentes temperaturas pode ser reduzido em quatro unidades percentuais, sem influência negativa no desempenho dos animais, desde que as rações sejam devidamente suplementadas com aminoácidos essenciais no padrão da proteína ideal.

ABSTRACT

FERREIRA, Rony Antonio, D. S., Universidade Federal de Viçosa, December, 2001. *Evaluation of reduction crude protein level of ration with amino acid supplementation for swines from 15 to 60 kg maintained in a different thermic environment.* Adviser: Rita Flávia Miranda de Oliveira. Committee Members: Juarez Lopes Donzele and Darci Clementino Lopes.

A total of 180 piglets in three experiments was used to evaluate the influence of reduction of the crude protein (CP) level and amino acid supplementation in diets on performance of swines under different temperatures. In the experiment one, sixty swines maintained in a thermoneutral environment (22 °C), from 15.0 kg to 30.2 kg, were allotted to a completely randomized experimental design with five treatments (18, 17, 16, 15 and 14% CP), six replications and two animals per experimental unit. The reduction of CP level did not affect the feed intake (FI), weight gain (WG) and feed:gain (FG) ratio, as well as the depositions rates of protein (PDR) and fat (FDR). The treatments affected the absolute and relative weights of the stomach and absolute weight of the intestine. In the experiment two, sixty swines, maintained in a high environmental temperature (32 °C) from 15.2 to 29.9 kg, were allotted to the treatments and experimental design similar those used in the first experimento. The reduction of the CP level did not affected FI, WG, FG and the intakes of digestible lysine and energy. The CP reduction affected nitrogen intake; just FDR were influenced. The highest values of liver, stomach and kidneys weights were observed in the animals fed diet with higher level of CP. In the experiment three, sixty swines were maintained in a high environmental temperature (32 °C), from 29.8 to 59.9 kg, and fed five rations (17, 16, 15, 14 and 13% CP), with six replicates and two animal per experimental unit. The reduction of CP level affected WG and FI, and the animals fed the diet with 14% CP showed smaller values. FG did not change. The treatments affected the PDR and FDR, and the animals fed diet with 14% CP showing the smaller values for the both rates. The animals fed diet with the highest CP level showed higher absolute and relative weight of kidneys. It was concluded that the dietary crude protein level fed to males swines from 15 to 60 kg under different temperatures can be reduced in four percentual units, with

no effect on performance since diets were supplemented with essential amino acids based on the ideal protein concept.

INTRODUÇÃO GERAL

A diversificação nas respostas dos suínos a diferentes regimes nutricionais, relacionadas às variações ambientais às quais os animais são submetidos, evidencia a necessidade de pesquisas com a finalidade de determinar padrões de alimentação economicamente viáveis. As fontes protéicas atualmente utilizadas representam os componentes mais caros das rações para suínos. Assim, deve-se formular rações para a máxima eficiência de utilização pelos animais, minimizando a excreção de nitrogênio.

Dentre as possíveis formas de se viabilizar o ambiente no qual os suínos são submetidos, FERREIRA (2000) destacou a adequação das rações como forma de amenizar os problemas causados pelo estresse térmico, sendo o ajuste dos níveis protéicos fator de grande relevância.

Essa técnica, entretanto, já havia sido estudada por MEADE et al. (1965), que avaliaram a influência de níveis de proteína (14, 16, 18, 20 e 22%), suplementados com lisina e metionina, sobre o desempenho de leitões. Eles verificaram que a adição de aminoácidos à ração com 16% de proteína melhorou, significativamente, a conversão alimentar, sendo os resultados semelhantes, no nível de 18% de proteína.

KEER e EASTER (1995), em trabalho conduzido com suínos machos em fase de crescimento, utilizando rações com níveis adequados (16%) e baixos (12%) de proteína bruta (16%) suplementada com aminoácidos sintéticos, concluíram que a maior retenção de nitrogênio ocorreu com o uso da dieta com baixa proteína, suplementada com aminoácidos sintéticos.

Um importante meio para obter a máxima eficiência de crescimento de suínos é a suplementação de aminoácidos, balanceando-se a ração, sem excessos nem deficiências (BAKER et al., 1993).

O acúmulo de proteína corporal dos suínos em crescimento independe das condições climáticas a que esses animais são submetidos, desde que o consumo diário de aminoácidos e energia seja suficiente para atender aos seus requerimentos (FIALHO, 1994). No entanto, esse mesmo autor relatou que a suplementação de lisina em rações de suínos em fase de crescimento e terminação, mantidos em alta temperatura (28 °C) propiciou bons resultados de desempenho.

Em uma revisão sobre a influência da temperatura no metabolismo de proteína, FIALHO (1994) relatou que o incremento calórico de uma dieta é reduzido quando aminoácidos sintéticos são adicionados a ela, substituindo parte da proteína proveniente do farelo de soja.

A utilização de rações com níveis subótimos de proteína bruta suplementadas com aminoácidos sintéticos, de forma a manter uma relação aminoacídica que atenda às necessidades dos suínos, está fundamentada no menor incremento calórico produzido pelo metabolismo, associado à menor quantidade de calor a ser dissipado pelos animais, facilitando, dessa forma, a manutenção da homeotermia dos animais mantidos em ambiente de calor.

Segundo recomendações de FERREIRA et al. (1996), os suínos exigem quantidades adequadas de aminoácidos e não porcentagem destes ou de proteína bruta na dieta.

JENSEN (1982) observou que, sob estresse de calor, os suínos diminuíram a ingestão de alimento para que houvesse redução da produção de calor. Em razão disso, a quantidade de aminoácidos na ração de animais mantidos em ambiente de alta temperatura deve ser maior que a daqueles sob temperatura de conforto.

Quando a temperatura ambiente efetiva está abaixo ou acima da zona de termoneutralidade, o comportamento e a utilização do alimento pelo suíno podem ser sensivelmente modificados. Quando fora da zona de termoneutralidade, os suínos podem manter a homeotermia, dentro de certos limites, pela alteração na taxa metabólica, modificação na quantidade de ingestão de alimentos e dissipação de calor corporal (JENSEN, 1991).

As rações práticas para suínos têm sido formuladas com base na exigência dos animais em proteína bruta e no conteúdo total de aminoácidos, principalmente lisina, metionina, cistina, treonina e triptofano. Essa exigência pode ser influenciada pela capacidade genética de deposição de proteína na carcaça, o que faz com que os suínos tolerem altos níveis de proteína na ração (NUTRIENT..., 1998). Esse excesso de proteína, além de reduzir a eficiência produtiva dos animais, onera a ração, aumentando os custos de produção da atividade suinícola. No sentido de contribuir com esse importante segmento da pecuária brasileira, disponibilizando uma alternativa aos produtores, foi conduzido o presente estudo, para avaliar a influência da redução da proteína bruta da ração com suplementação de aminoácidos sobre o desempenho, a composição de carcaça e os parâmetros fisiológicos de suínos machos castrados dos 15 aos 60 kg, mantidos em diferentes ambientes térmicos.

Os artigos a seguir foram editorados com base nas exigências da Revista Brasileira de Zootecnia, publicada pela Sociedade Brasileira de Zootecnia, com adaptação às normas para elaboração de teses da Universidade Federal de Viçosa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAKER, D.H.; HAHN, J.D.; CHUNG, T.K. Nutrition and growth: the concept and application of an ideal protein for swine growth. In: HOLLIS, G.R. **Growth of the pig**. Illinois: C.A.B. International, 1993. p. 133-139.
- FERREIRA, A.S.; PUPA, J.M.R.; SOUZA, A.M. Exigências nutricionais para suínos determinadas no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1996, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, Impr. Univ., 1996. p.419-434.
- FERREIRA, R.A. Efeitos do Clima sobre a Nutrição de Suínos, In: ENCONTROS TÉCNICOS DA ABRAVES - SC, 2000, Chapecó. **Memórias 2000**. Chapecó: ABRAVES, 2000. p.01-15.
- 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: CBNA, 1994. p. 63-83.
- JENSEN, A.H. 1982. Dietary nutrient allowances for swine. **Feedstuffs**, v. 58, n. 30, p. 33-38.
- JENSEN, A.H. Environment and management factors that influence swine nutrition. In: MILLER, E.R.; ULLREY, D.E.; LEWIS, A.J. **Swine Nutrition** [S.l.]: Butterworth-Heinemann, 1991. p. 387-399.
- KEER, B.J.; EASTER, R.A. 1995. Effect of feeding reduced protein, amino acid-supplemented diets on nitrogen and energy balance in grower pigs. **J. Anim. Sc.**, v. 73, p. 3000-3008.
- MEADE, R.J.; TYPPO, J.T.; TUMBLESON, M.E.; GOIHL, J.H.; MEHDEN, H.V.D. 1965. Effect of Protein Source and Level and Lysine and Methionine

Supplementation on Rate and Influence of Gain of Pigs Weaned on Early Age. **J. Anim. Sci.**, v.24, p.626-632.

NUTRIENT requirements of swine. 10. ed. Washington, DC: **NCR**, 1998. 189 p.

PERDOMO, C.C. Conforto ambiental e produtividade de suínos. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS, 1994, São Paulo. **Anais...** São Paulo: CBNA, 1994. p.19-26.

Avaliação da Redução da Proteína Bruta da Ração com Suplementação de Aminoácidos para Suínos Machos Castrados dos 15 aos 30 kg Mantidos em Ambiente de Conforto Térmico (22 °C)

RESUMO - Um experimento foi conduzido para avaliar a influência da redução da proteína bruta (PB) e suplementação de aminoácidos sintéticos sobre o desempenho de suínos machos castrados mantidos em conforto térmico (22 °C). Foram utilizados 60 leitões mestiços (Landrace x Large White) com peso médio inicial de 15,0 kg e idade média de 53,1 dias, em delineamento inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos (18, 17, 16, 15 e 14% 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 30,2 kg. A temperatura média no interior da sala foi mantida em 22 °C, com umidade relativa de 82,3%. O Índice de Temperatura de Globo e Umidade calculado no período foi de 69,6. Não se observou efeito da redução do nível de proteína bruta da ração sobre as variáveis de desempenho estudadas (consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar). As taxas de deposição de proteína e gordura também não foram influenciadas pela redução da PB na ração. Os tratamentos influenciaram os pesos absoluto e relativo do estômago e o peso absoluto do intestino, sendo os maiores valores observados em animais que receberam a ração com maior nível de proteína bruta. Conclui-se que o nível de PB da ração pode ser reduzido de 18 para 14%, sem prejudicar o desempenho de suínos machos dos 15 aos 30 kg mantidos em conforto térmico, desde que devidamente suplementadas com aminoácidos essenciais limitantes.

Palavras-chave: aminoácidos, nutrição, suínos, termoneutro.

**Evaluation of the Reduction of Crude Protein Level of Ration with Amino Acid
Supplementation to Castrated Swines from 15 to 30 kg Maintained in a
Termoneutral Environment (22 °C)**

ABSTRACT - One experiment was conducted to evaluate the influence of reduction of the crude protein (CP) level of ration with amino acid supplementation on performance of castrated males swines maintained in a termoneutral environment (22 °C). A total of sixty crossbreed swines (Landrace x Large White), with average initial weight of 15.0 kg and 53.1 days old was allotted to a completely randomized design with five treatments (18, 17, 16, 15 and 14% CP), six replications and two animals per experimental unit. The experimental diets were fed ad libitum until the end of the experiment, when the animals reached the average weight of 30.2 kg. The average temperature in the room was maintained in 22 °C with relative humidity of 82.3%. The Black Globe-Humidity Index (BGHI) was 69.6. The reduction of CP and amino acid supplementation did not affect the evaluated parameters of performance (feed intake, weight gain and feed:gain ratio). The deposition rates of protein and fat were not affected by the reduction of CP level and amino acid supplementation. The treatments affected the absolute and relative weight of stomach and absolute weight of intestine, being the highest weights were observed in the animals fed diet with the highest level of CP. It was concluded that the dietary level of crude protein can be reduced from 18 to 14% to castrated piglets from 15 to 30 kg maintained in a termoneutral environment with no effect on performance, since diet with supplemented with essential amino acids

Key Words: amino acids, nutrition, swine, termoneutral environment.

Introdução

A produção de suínos se mantém, atualmente, alicerçada em dois pilares, quais seriam: melhorar a produtividade e evitar a contaminação do meio ambiente com os dejetos. Uma maneira de reduzir a excreção de nitrogênio é diminuir a concentração de proteína da ração e suplementar com aminoácidos, mantendo a produtividade dos animais. Entretanto, de acordo com FIGUEROA et al. (2000), a redução drástica do nível de proteína bruta na ração para suínos em crescimento pode provocar queda de desempenho por reduzir os aminoácidos não-essenciais.

As rações práticas utilizadas pelos criadores de suínos no Brasil, à base de milho e farelo de soja, formuladas para atender à exigência dos animais em lisina, contêm quantidades excessivas de outros aminoácidos, resultando em rações com nível protéico acima da sua necessidade. Esse excesso é catabolizado, acarretando sobrecarga principalmente ao fígado e aos rins no processo de eliminação de nitrogênio. A consequência, de acordo com MIYADA (1999), é o aumento na produção de calor metabólico, fazendo que o animal reduza a quantidade de alimento consumido e de outros nutrientes indispensáveis para produção.

Além de as rações mal formuladas, desbalanceadas ou com excesso de aminoácidos representarem uma fonte onerosa de energia metabolizável, elas podem se tornar um problema ambiental pela poluição causada pela excreção de nitrogênio nos dejetos dos suínos (PARSONS e BAKER, 1994).

Maior volume de urina e maior produção de dejetos foram observados por PFEIFFER et al. (1995) quando os suínos foram alimentados com rações contendo níveis elevados de proteína. De acordo com o NUTRIENT... (1998), os suínos toleram altos níveis de proteína na ração. No entanto, além de maiores custos de produção, essa prática contribui para a poluição ambiental e redução na eficiência produtiva dos animais.

A substituição da proteína intacta da ração pela suplementação de aminoácidos sintéticos pode melhorar o aspecto ambiental, e as quantidades adicionais de cloro (Cl) fornecidas pela lisina-HCl podem exercer efeito mínimo sobre o equilíbrio ácido-base e

sobre o desempenho dos animais. Porém, quando, além de lisina, outros aminoácidos como treonina e triptofano são adicionados em grandes quantidades, eles podem propiciar dietas acidogênicas, com efeitos negativos sobre o desempenho (PATIENCE, 1990). Nesse caso, a correção do equilíbrio ácido-base torna-se imprescindível para garantir a produtividade dos animais.

Outro aspecto importante é a consideração da temperatura ambiente, um dos principais elementos climáticos não só por causa do efeito direto sobre a intensidade das trocas térmicas, como indiretamente pela influência que exerce sobre os demais componentes do microclima.

Como apresentado por PERDOMO (1998), a adequação do meio deve ter caráter permanente, independentemente da maior ou menor habilidade genética do suíno, uma vez que a estabilização e a melhoria do conforto térmico são fundamentais para elevar o nível de independência das edificações em relação ao clima, visando à otimização do desempenho.

Em estudos realizados por LE DIVIDICH (1991), para melhor desempenho produtivo e qualidade de carcaça, a faixa de temperatura entre 20 e 25 °C seria ideal para suínos em crescimento.

Este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos da redução da proteína bruta da ração com suplementação de aminoácidos sobre o desempenho de suínos machos castrados dos 15 aos 30 kg de peso mantidos em ambiente de conforto térmico (22 °C), mantendo-se a relação aminoacídica das rações experimentais.

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, em fase inicial de crescimento, com idade média de $53,1 \pm 3,4$ dias, peso médio inicial de $15,0 \pm 0,39$ e final de $30,2 \pm 0,84$ kg, distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (18, 17, 16, 15 e 14% de proteína bruta na ração), seis repetições e dois animais por unidade experimental, mantidos em ambiente de conforto térmico (22 °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 piso de creche, janelões de vidro tipo basculante, teto com forro de madeira e telhas de barro tipo francesas.

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 a temperatura de 21,5 °C, e por dois aparelhos de ar-condicionado de 30.000 BTU cada, ligados a um termostato regulado para a temperatura de 22,5 °C.

As condições internas no interior da sala foram monitoradas diariamente, três vezes ao dia, utilizando-se termômetros de bulbo seco e bulbo úmido, termômetros de máxima e de mínima e termômetro de globo negro, 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, no qual os animais foram submetidos.

As rações experimentais (Tabela 1) foram isolisínicas digestíveis, e os demais aminoácidos foram suplementados à medida que ficavam abaixo da relação dos aminoácidos da proteína ideal preconizada por CHUNG e BAKER (1992). Os níveis de proteína bruta 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, tomando-as isoenergéticas.

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

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.

Um grupo adicional de cinco leitões com peso médio de $14,4 \pm 1,43$ kg foi abatido, seguindo-se o procedimento descrito, para determinação da composição da carcaça dos animais no início do experimento e posterior determinação das taxas de deposição de proteína e gordura, conforme técnica descrita por DONZELE et al. (1992).

Tabela 1 – Composição das rações experimentais (*Composition of experimental rations*)

Ingredientes (<i>Ingredients</i>)	Níveis de Proteína Bruta (<i>Crude Protein Levels</i>) (%)				
	18	17	16	15	14
Milho (<i>Corn</i>) (7,75%PB) ¹	67,265	63,525	59,790	56,056	52,314
Farelo soja (45,5% PB) ¹ (Soybean meal)	28,192	26,625	25,059	23,494	21,926
Amido (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 ² (Mineral mix)	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Mistura vitamínica ³ (Vitamin mix)	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Sal comum (Salt)	0,250	0,255	0,260	0,267	0,272
BHT	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010

<i>Óleo de soja</i>	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
(Soybean oil)					
<i>DL-Metionina (DL-</i>	0,014	0,043	0,072	0,100	0,129
Methionine)					
<i>L-Lisina HCl (L-</i>	0,000	0,060	0,119	0,180	0,240
Lysine HCl)					
<i>L-Treonina (L-</i>	0,000	0,000	0,010	0,046	0,081
Threonine)					
<i>Areia lavada</i>	0,494	0,848	1,165	1,482	1,763
(Washed sand)					
Total	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição calculada (<i>Calculated composition</i>) ⁴					
PB (%)	18,00	17,00	16,00	15,00	14,00
(Crude protein)					
ED (kcal/kg)	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400
(Digestible energy)					
Lisina total (%)	0,964	0,957	0,950	0,944	0,938
(Total lysine)					
Lisina dig. (%)	0,846	0,846	0,846	0,846	0,846
(Digestible lysine)					
Met+Cis dig (%)	0,524	0,524	0,524	0,524	0,524
(Digestible methionine+cystine)					
Treonina dig (%)	0,626	0,592	0,567	0,567	0,567
(Digestible threonine)					
Triptofano dig (%)	0,217	0,205	0,193	0,181	0,169
(Digestible tryptophan)					
Isoleucina dig (%)	0,734	0,693	0,652	0,612	0,571

(Digestible

isoleucine)

Cálcio (%) (Calcium)	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700
Fósforo total (%) (Total phosphorus)	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; D₃ - 1.500.000 UI; E - 15.000 UI; B₁ - 1,35; B₂ - 4 g; B₆ - 2 g; ácido pantotênico (*Pantotenic 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). (*Composition calculated according to ROSTAGNO et al., 1992*).

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

As carcaças inteiras evisceradas e sem sangue, incluindo cabeça e pés, foram pesadas e trituradas em “cutter” comercial de 30 HP e 1.775 revoluções por minuto, 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 função 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 quatro horas, para posteriormente efetuar a moagem do material. As amostras pré-secadas e pré-desengorduradas foram moídas e acondicionadas em vidros, para

posteriores análises laboratoriais. Para correção dos valores das análises subseqüentes, foram consideradas a água e gordura retiradas no preparo das amostras.

As análises 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), sendo a soma de quadrados dos tratamentos decomposta em contrastes ortogonais, seguindo-se 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 aleatório associado a cada observação.

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 (N), 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 $22,0 \pm 0,70$ °C, com umidade relativa de $82,3 \pm 3,52$ e temperatura de globo negro de $22,3 \pm 0,47$ °C. O Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) calculado no período foi de $69,6 \pm 0,53$. A temperatura de $22,0$ °C, ocorrida neste trabalho, pode ser caracterizada como uma temperatura de conforto, por estar na faixa considerada ideal ($18-22$ °C) para esta categoria animal, conforme estabelecido por ESMAY (1982) e por Nääs et al. (1995 e 1998), citados por SILVA (1999).

O valor de ITGU, que caracterizou o ambiente de termoneuro neste trabalho ($69,6$), foi similar àquele de $70,7$, obtido por OLIVEIRA (1996) trabalhando com suínos machos castrados dos 15 aos 30 kg, assim como o valor de $69,1$, obtido por TAVARES et al. (2000), ambos mantidos em condições de temperatura de conforto.

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.

O ganho de peso diário (GPD) não foi influenciado ($P>0,10$) pela redução do nível de proteína bruta (PB) na ração. Notou-se, entretanto, que os animais que receberam a ração com 17% de PB apresentaram o maior valor absoluto de ganho diário (671 g). Esse resultado corrobora aqueles apresentados por CANH et al. (1998), que não verificaram influência da redução da PB sobre o ganho de peso de suínos, assim como os de FIGUEROA et al. (2001) trabalhando com leitoas em crescimento, os quais observaram que a proteína bruta da ração pode ser reduzida de 16 para 12% sem causar efeito no GPD dos animais, desde que mantida a relação aminoacídica das rações com suplementação de aminoácidos sintéticos.

Os animais que receberam ração com menor nível de PB (14%) apresentaram ganho de peso 1,8% superior àqueles que receberam a ração com 18% de PB. Esse fato evidenciou que a PB da ração pode ser reduzida sem causar efeitos negativos no ganho

de peso dos animais. Esse resultado contrasta com os obtidos por FIGUEROA et al. (2000), que observaram que a redução acima de 4% na PB (de 16 para 11%) causou piora no ganho de peso e na eficiência alimentar.

O consumo de ração diário (CRD) também não foi influenciado ($P>0,10$) pela redução da proteína bruta da ração. Entretanto, os animais que receberam ração com menor nível protéico (14% de PB) apresentaram, em valores absolutos, um CRD 2,8% superior àqueles que receberam a ração com 18% de PB.

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

Table 2 - Results of performance, intakes of digestible lysine and energy (DE) and nitrogen (N), efficiency of N utilization to gain (EUNG), lysine:protein ratio (Lys:CP) and deposition rates of protein and fat of swines from 15 to 30 kg maintained in a thermoneutral environment

Variáveis ¹ (Variables)	Proteína Bruta (%) (Crude Protein)					CV%
	18	17	16	15	14	
Ganho de peso (g/d) (Weight gain)	641 ^a	671 ^a	628 ^a	641 ^a	653 ^a	11,9
Consumo de ração (g/d) (Feed intake)	1167 ^a	1226 ^a	1161 ^a	1200 ^a	1200 ^a	9,2
Conversão alimentar (g/g) (Feed / gain ratio)	1,83 ^a	1,83 ^a	1,84 ^a	1,87 ^a	1,85 ^a	6,6
Consumo de lisina dig. (Digestible lysine intake)	9,89 ^a	10,38 ^a	9,83 ^a	10,17 ^a	10,16 ^a	9,2
Consumo ED (kcal/d) (Energy intake)	3969 ^a	4169 ^a	3949 ^a	4080 ^a	4082 ^a	9,1
Consumo de N (g/d) ¹ (Nitrogen intake)	33,6 ^a	33,3 ^a	29,7 ^{ab}	28,8 ^{ab}	26,9 ^b	9,1
EUNG (gGP/gN) ¹	19,0 ^c	20,2 ^{bc}	21,2 ^{bc}	22,2 ^{ab}	24,2 ^a	6,8
Relação Lis:PB (%) (Lys:CP ratio)	5,35	5,63	5,94	6,29	6,7	-
Taxas de Deposição na Carcaça (Deposition Rate in the Carcass)						
Proteína (g/d) (Protein)	79 ^a	81 ^a	74 ^a	77 ^a	81 ^a	10,8
Gordura (g/d) (Fat)	84 ^a	92 ^a	92 ^a	88 ^a	89 ^a	15,8

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

¹ (P<0,01) Means followed by same letter in a line are not different by multiples contrasts.

Os resultados observados neste estudo estão consistentes com aqueles apresentados por CANH et al. (1998), que não verificaram influência da redução do nível de proteína bruta da ração de 16,5 para 12,5%, com suplementação de aminoácidos para suínos em crescimento, sendo ainda verificado aumento numérico no consumo de ração dos animais. Resultados semelhantes foram apresentados por FIGUEROA et al. (2000), que não observaram efeito da redução da proteína bruta e suplementação de aminoácidos sobre o consumo de ração de suínos dos 20 aos 50 kg de peso vivo.

Entretanto, HANSEN et al. (1993), utilizando suínos dos 20 aos 50 kg, observaram que rações com 12% de PB, mesmo que suplementadas com aminoácidos sintéticos, apresentaram resultados de desempenho inferiores aos obtidos com rações de 16% de PB. Esses autores concluíram que a redução do nível de PB deve ser realizada até dois pontos percentuais, para não comprometer o desempenho dos animais.

A conversão alimentar não foi influenciada ($P>0,10$) pelos tratamentos utilizados.

Os resultados observados neste estudo são coerentes com os apresentados por MYER e BUCKLIN (1995), que estudando o efeito da suplementação de lisina em suínos na fase de crescimento e terminação em ambiente de calor e conforto, não observaram diferença na eficiência alimentar dos animais nos dois ambientes. No entanto, diferem daqueles apresentados por MILLER et al. (1996), que verificaram piora na conversão alimentar de suínos em crescimento (29 kg), mantidos em ambiente termoneutro, ao reduzir a proteína bruta da ração de 19,1 para 14,6%, com suplementação de aminoácidos. Da mesma maneira, DE LA LLATA et al. (2000), trabalhando com suínos em fase de crescimento, observaram piora no desempenho dos animais (menor ganho de peso e pior CA), que receberam suplementação de lisina

acima de 0,15% na ração. Tal fato ocorreu porque a ração foi suplementada somente com lisina, estando, provavelmente, deficiente em outros aminoácidos. FIGUEROA et al. (2001) também relataram que a redução do nível de proteína bruta de 16 para 12% causou ligeira piora nos valores de conversão alimentar de leitões com 23 kg.

Os consumos de lisina (CL) e de energia digestível (CED) não foram influenciados ($P>0,10$) pela redução da PB da ração. Esse resultado está relacionado com o fato de as rações, sendo isolisínicas e isoenergéticas, acompanharem as pequenas flutuações não-significativas ocorridas no consumo de ração pelos animais.

Foi observado diminuição ($P<0,01$) gradativa no consumo de nitrogênio (N) diário, com os animais que receberam a ração com 14% de PB apresentando redução de 19,2 e 20,0% em relação àqueles que receberam as rações com 17 e 18%, respectivamente, não diferindo entre os demais tratamentos. No entanto, a eficiência de utilização de nitrogênio para ganho (EUNG) apresentou queda gradativa ($P<0,01$), sendo o maior valor observado nos animais que receberam a ração com 14% de PB. Os resultados de EUNG obtidos neste estudo justificam os valores absolutos semelhantes de deposição de proteína ocorridos nos animais que receberam as rações com 14 e 17% de PB, apesar de apresentarem entre si diferença de 2,1% em valores absolutos no consumo de lisina digestível.

Os resultados obtidos no presente estudo estão coerentes com aqueles relatados por LOPEZ et al. (1994). Esses autores, avaliando os efeitos de rações formuladas com base na proteína ideal, verificaram que, apesar de os suínos alimentados com ração formulada com base na proteína ideal apresentarem menor consumo de N, eles exibiram a maior eficiência de utilização de N.

As taxas de deposição de proteína (TDP) e de gordura (TDG) na carcaça não foram afetadas ($P>0,10$) pela redução da proteína das rações. Tal fato leva a inferir que

a quantidade de energia consumida foi adequada para atender à demanda metabólica de energia para deposição tanto de proteína quanto de gordura dos animais e seria um indicativo de que, provavelmente, a retenção de nitrogênio não foi comprometida pela redução do nível de proteína bruta entre os tratamentos.

Os resultados obtidos neste estudo contrastam com aqueles obtidos por TUITOEK et al. (1997) e com os de SMITH et al. (1997), que, avaliando redução da PB em rações para suínos em crescimento, verificaram maior deposição gordura nos animais que receberam a ração com menor nível de PB. Em uma revisão recente sobre a redução da proteína bruta da ração e suplementação de aminoácidos, KIDD (2001) relatou que essa prática resulta em mesmo desempenho de animais tratados com rações com alta proteína, exceto pela maior deposição de gordura em suínos e de gordura abdominal em frangos de corte alimentados com rações de baixa PB.

Os dados de TDP obtidos neste trabalho estão de acordo com os achados de FIGUEROA et al. (2000), que não observaram influência da redução do nível de PB da ração de 16 até 12% sobre a TDP de suínos em crescimento.

Os resultados de pesos absoluto e relativo dos diferentes órgãos avaliados (fígado, rins, estômago e intestino) são apresentados na Tabela 3.

Os tratamentos utilizados influenciaram os pesos absolutos de estômago ($P < 0,05$) e intestino ($P < 0,05$) e os pesos relativos de estômago ($P < 0,01$).

De maneira geral, os maiores valores, tanto de peso absoluto quanto de peso relativo, de estômago e peso absoluto de intestino, foram observados nos animais que receberam a ração com maior nível de proteína bruta.

KEER et al. (1995), trabalhando com leitoas em fase inicial de crescimento até a fase de terminação, verificaram que os animais que receberam maior nível de PB na ração (19 e 16%, respectivamente para as fases inicial e de crescimento) apresentaram

maior peso de órgãos em relação aos que receberam menor PB (14 e 12%) com suplementação de aminoácidos.

Os maiores valores de pesos absoluto e relativo de estômago observados nos animais alimentados com ração de maior PB não são biologicamente explicados, uma vez que o consumo de ração não foi influenciado, com a ressalva de que os animais que receberam ração com menor nível protéico (14% de PB) apresentaram, em valores absolutos, CRD 2,8% superior àqueles que receberam a ração com 18% de PB.

Tabela 3 - Resultados de pesos absolutos (g) e relativos (% da carcaça) de fígado, rins, estômago e intestino de leitões de 30 kg mantidos em ambiente termoneutro

Table 3 - Results of absolute (g) and relative (% of carcass) weights of liver, kidneys, stomach and intestine of swines of 30 kg maintained in a thermoneutral environment

Variáveis (Variables)	Proteína Bruta (%) (Crude Protein)					CV %
	18	17	16	15	14	
Peso Absoluto (g) (Absolute Weight)						
Fígado (Liver)	772 ^a	734 ^a	772 ^a	756 ^a	743 ^a	7,5
Rins (Kidneys)	130 ^a	134 ^a	122 ^a	116 ^a	129 ^a	8,7
Estômago ² (Stomach)	213 ^a	202 ^b	190 ^{bc}	185 ^{bc}	206 ^b	8,5
Intestino ² (Intestine)	1.084 ^a	1.054 ^a	1.057 ^a	963 ^b	1.001 ^{ab}	6,5
Peso Relativo (%) (Relative Weight)						
Fígado (Liver)	3,69 ^a	3,42 ^a	3,62 ^a	3,60 ^a	3,62 ^a	7,9
Rins (Kidneys)	0,63 ^a	0,63 ^a	0,58 ^a	0,55 ^a	0,63 ^a	9,5
Estômago ¹ (Stomach)	1,02 ^a	0,94 ^b	0,91 ^b	0,88 ^b	1,00 ^b	8,1
Intestino (Intestine)	5,20 ^a	4,97 ^a	5,04 ^a	4,60 ^a	4,78 ^a	8,5

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

¹ (P<0.01) ² (P<0.05) Means followed by different letters in a line are different by multiples contrasts.

Conclusão

O nível de PB da ração para suínos machos castrados dos 15 aos 30 kg mantidos em ambiente termoneutro pode ser reduzido de 18 para 14%, sem influenciar negativamente o desempenho, desde que as rações sejam devidamente suplementadas com aminoácidos essenciais limitantes.

Referências Bibliográficas

- CANH, T.T.; AARNINK, A.J.A.; SCHUTTE, J.B.; SUTTON, A.; LANGHOUT, D.J.; VERSTEGEN, M.W.A. 1998. Dietary protein affects nitrogen excretion and ammonia emission from slurry of growing-finishing pigs. **Lvstck. Prod. Sci.**, v.56 p. 181-191.
- CHUNG, T.K.; BAKER, D.H. 1992. Ideal amino acid pattern for 10-kilogram pigs. **J. Anim. Sci.**, v. 70, p. 3102-3111.
- DE LA LLATA, M.; DRITZ, S.S.; TOKACH, M.D.; GOODBAND, R.D.; NELSEN, J.L. 2000. Effects of increasing L-lysine HCl in corn-soybean meal diets on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing gilts. **Swine Day**, p. 87-90.
- DONZELE, J.L.; COSTA, P.M.A.; ROSTAGNO, H.S.; SOARES, J.M. 1992. Efeitos de níveis de energia digestíveis na composição da carcaça de suínos de cinco a quinze quilos. **Rev. Soc. Bra. Zoot.**, v.21, p. 1100-1106.
- ESMAY, M.L. **Principles of animal environment**. Westport CT: ABI Publishing Co., 1982. 325 p.
- FIGUEROA, J.L.; LEWIS, A.J.; MILLER, P.S. 2000. Nitrogen balance and growth trials with pigs fed low-crude protein, amino acid-supplemented diets. **Nebraska Swine Report**, p. 26-28
- FIGUEROA, J.L.; LEWIS, A.J.; MILLER, P.S.; FISCHER, R.L. 2001. Valine, isoleucine, and histidine supplementation of low protein, amino acid-supplemented diets for growing pigs. **Nebraska Swine Report**, p. 23-26.
- HANSEN, J.A.; KNABE, D.A.; BURGOON, K.G. 1993. Amino acid supplementation of low protein sorghum-soybean meal diets for 20 to 50 kilogram swine. **J. Anim. Sci.**, v. 71, p. 442-451.

- KEER, B.J.; MCKEITH, F.K.; EASTER, R.A. 1995. Effect on performance and carcass characteristics of nursery to finisher pigs fed reduced crude protein, amino acid-supplemented diets. **J. Anim. Sci.**, v.73, p.433-440.
- KIDD, M.T. Dietas de baixa proteína suplementadas com aminoácidos para frangos de corte. In: WORKSHOP LATINO-AMERICANO AJINOMOTO BIOLATINA, 2001, Foz do Iguaçu. **Anais ... Foz do Iguaçu**: [s.n.], 2001. p.62-67.
- LE DIVIDICH, J.L. 1991. Effect of environmental temperature on the performance of intensively reared growing pigs. **Selezione Veterinaria**, v. 32, p. 191-207. (Suppl.1).
- MILLER, P.S.; LEWIS, A.J.; WOLVERTON, C.K.; BORLAND, C.A. 1996. Performance of growing-finishing pigs consuming diets formulated on an ideal protein (first four limiting amino acids) basis. **Nebraska Swine Report**, p. 27-30.
- MIYADA, V.S. Novas tendências para a nutrição de suínos em clima quente. In: SILVA, I.J.O. (Ed.) SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA E QUALIDADE NA PRODUÇÃO INDUSTRIAL DE SUÍNOS, 1999, Piracicaba. **Anais ... Piracicaba**: NUPEA/FEALQ, 1999. p.34-60.
- MYER, R.O.; BUCKLIN, R. 1995. Influence of a hot and humid rearing environment and plane of nutrition on performance and carcass lean content of growing-finishing swine. **J. Anim. Sci.**, 73 (Suppl, 1), p. 290 (abstr.).
- NUTRIENT requirements of swine. 10. ed. Washington, DC: **NCR**, 1998. 189 p.
- OLIVEIRA, R.F.M. **Efeito do nível de energia digestível e da temperatura ambiente sobre o desempenho e sobre parâmetros fisiológicos e hormonal de suínos dos 15 aos 30 kg**. Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 1996. 139 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- PARSONS, C.M.; BAKER, D.H. The concept and use of ideal proteins in the feeding of nonruminants. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NÃO RUMINANTES, 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 1994. p. 119-128.
- PATIENCE, J.F. 1990. A review of the role of acid-base balance in amino acid nutrition. **J. Anim. Sci.**, v. 68, p. 398-408.
- PERDOMO, C.C. Considerações sobre o condicionamento ambiental na produção de suínos. In: BIAGI, J.D.; CYRINO, J.E.P.; MENTEN, J.F.M.; MIYADA, V.S. (Eds.). SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO ANIMAL E TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE RAÇÕES, 1998, Campinas. **Anais ... Campinas**: CBNA, 1998. p.147-154.
- PFEIFFER, A.; HENKEL, H.; VERSTEGEN, M.W.A.; PHILIPCZYK, I. 1995. The influence of protein intake on water balance, flow rate and apparent digestibility of nutrients at the distal ileum in growing pigs. **Lvstck. Prod. Sci.**, v.44, p.179-187.
- RHODIMET nutrition guide. 2. ed. France: Rhône-Poulenc Animal Nutrition, 1993. 55 p.

- ROSTAGNO, H.S.; SILVA, D.J.; COSTA, P.M.A.; FONSECA, J.B.; SOARES, P.R.; PEREIRA, J.A.A.; SILVA, M.A. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos:** Tabelas Brasileiras. Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 1992. 59p.
- SAS INSTITUTE INC. 1996. **SAS System for Windows, release 6.12** Cary, NC, USA. 01 CD-ROM.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos:** métodos químicos biológicos. Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 1990. 166 p.
- 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, SP: ESALQ/USP, 1999. p.81-111.
- SMITH, J.W.; O'QUINN, P.R.; TOKACH, M.D.; GOODBAND, R.D.; NELSEN, J.L. 1997. Effects of low-protein, amino acid fortified diets, formulated on a net energy basis, on the growth performance and carcass characteristics of finishing pigs. **Swine Day**, p. 85-89.
- TAVARES, S.L.S.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M.; FERREIRA, A.S. 2000. Influência da temperatura ambiente sobre o desempenho e parâmetros fisiológicos de suínos machos castrados dos 30 aos 60kg. **Rev. Bras. Zootec.**, v.29, p.199-205.
- TUITOEK, K.; YOUNG, L.G.; LANGE, C.F.M.; KEER, B.J. 1997. Body composition and protein and fat accretion in various body components in growing gilts fed diets with different protein levels but estimated to contain similar levels of ideal protein. **J. Anim. Sci.**, v.75, p.1584-1590.

Avaliação da Redução da Proteína Bruta da Ração com Suplementação de Aminoácidos para Suínos Machos Castrados dos 15 aos 30 kg Mantidos em Ambiente de Alta Temperatura (32 °C)

RESUMO - Um experimento foi conduzido para avaliar a influência da redução da proteína bruta (PB) e 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 e idade média de 51,6 dias, em delineamento inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos (18, 17, 16, 15 e 14% 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%. O Índice de Temperatura de Globo e Umidade calculado foi de 82,6. Não se observou 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. Foi observada redução gradativa no consumo de nitrogênio diário. Com relação às taxas de deposição de proteína (TDP) e de gordura (TDG) na carcaça, os tratamentos influenciaram somente a TDG. Os maiores valores, tanto de peso absoluto quanto de peso relativo, de fígado e de estômago e o relativo de rins foram observados nos animais que receberam a ração com maior nível de proteína bruta. Concluiu-se que o nível de PB da ração para suínos machos dos 15 aos 30 kg mantidos em ambiente de alta temperatura pode ser reduzido de 18 para 14%, sem influenciar negativamente o desempenho dos animais, desde que devidamente suplementada com aminoácidos essenciais limitantes.

Palavras-chave: aminoácidos, calor, nutrição, suínos.

**Evaluation of the Reduction of Crude Protein Levels of ration with Amino Acid
Supplementation to Castrated Swines from 15 to 30 kg Maintained in a High
Environmental Temperature (32 °C)**

ABSTRACT - One experiment was conducted to evaluate the influence of reduction of crude protein (CP) levels and amino acid supplementation in diets on performance of castrated males swines maintained in a high environmental temperature (32 °C). A total of sixty crossbred piglets (Landrace x Large White), with average initial weight of 15.2 kg and 51.6 days old was allotted to completely randomized experimental design with five treatments (18, 17, 16, 15 and 14% 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 reached the average weight of 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 reduction of CP level and amino acid supplementation did not affected the evaluate parameters (feed intake, weight gain and feed:gain ratio). No effect on digestible lysine and energy intakes was observed. Gradual reduction in the daily nitrogen intake was observed. It was observed as regards the deposition rates protein (PDR) and fat (FDR), just the FDR was affected by the reduction of CP level. The highest values of relative and absolute weights of liver and stomach and the relative weight of kidneys were observed in the animals that fed diets with the highest level of CP. It was concluded that the dietary of crude protein level can reduced from 18 to 14% to castrated piglets from 15 to 30 kg maintained in a 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 da alimentação animal, deve-se conhecer a quantidade mínima de proteína que os animais necessitam para retribuírem com melhor produção.

A proteína constitui um dos principais componentes dos órgãos e das estruturas do organismo animal, sendo necessário o seu contínuo suprimento alimentar para que ocorram adequados crescimento e produção dos animais (POZZA, 1998).

Formular ração com nível protéico acima da necessidade do animal faz com que o excesso de aminoácidos seja catabolizado, acarretando sobrecarga ao fígado e aos rins, que necessitam eliminar o nitrogênio em excesso. O problema se agrava em ambientes de temperatura elevada, quando acima daquela indicada para a espécie, 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, como consequência, reduz a quantidade de outros nutrientes indispensáveis para produção (MIYADA, 1999).

Em ambientes com temperatura elevada ou em épocas quentes do ano, a redução da proteína bruta 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 e SPEER, 1983). Assim, com a redução do nível do suplemento protéico em uma ração formulada à base de cereais, pode-se reduzir o seu preço, suplementando os aminoácidos sintéticos de custo mais acessível sem, entretanto, comprometer o desempenho dos animais (SAUER e OZIMEK, 1986).

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

A suplementação de aminoácidos em rações com baixo nível de proteína à base de sorgo e farelo de soja, para leitões dos 5 aos 20 kg, foi estudada por HANSEN et al. (1993). Estes autores observaram que rações com 17% de proteína bruta (PB) suplementadas com aminoácidos sintéticos proporcionaram aos animais desempenho semelhante ou melhor ao daqueles que receberam a dieta-controle com 21% de PB. Entretanto, DE LA LLATA et al. (2000), trabalhando com suínos dos 30 aos 50 kg, verificaram efeitos negativos da suplementação de lisina-HCl sobre o desempenho dos animais quando excedeu 0,15% da ração.

Observaram-se, entretanto, resultados conflitantes na literatura, no que tange ao desempenho de suínos em crescimento ao reduzir o nível de proteína bruta da ração. Dessa maneira, este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos da redução da proteína bruta da ração com suplementação de aminoácidos essenciais, mantendo-se

a relação aminoacídica das rações experimentais, sobre o desempenho de suínos machos castrados dos 15 aos 30 kg de peso mantidos em ambiente de estresse por calor (32 °C).

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, em fase inicial de crescimento, com idade média de $51,6 \pm 3,3$ dias, peso médio inicial de $15,2 \pm 0,49$ e final de $29,9 \pm 1,71$ kg, distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (18, 17, 16, 15 e 14% de proteína bruta 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 piso de creche, janelões de vidro tipo basculante, teto com forro de madeira e telhas de barro tipo francesas.

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 a 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, três vezes ao dia, utilizando-se termômetros de bulbo seco e bulbo úmido, termômetros de

máxima e de mínima e termômetro de globo negro, 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 no qual os animais estavam submetidos.

As rações experimentais (Tabela 1) foram isolisínicas digestíveis, sendo os demais aminoácidos suplementados à medida que ficavam abaixo da relação dos aminoácidos na proteína ideal preconizada por CHUNG e BAKER (1992). Os níveis de proteína bruta 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 formulação, foram aplicados os respectivos coeficientes de digestibilidade propostos pelas tabelas RHODIMET... (1993). As rações experimentais e a água foram fornecidas aos animais à vontade.

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, sendo um animal de cada unidade experimental abatido por dessensibilização e sangramento. Após o abate, procedeu-se ao toailete e à evisceração para retirada dos órgãos. O fígado, o estômago, os rins e o intestino delgado foram dependurados à sombra para escorrimento do sangue, por aproximadamente 20 minutos e pesados em seguida.

Tabela 1 – Composição das rações experimentais (*Composition of experimental rations*)

Ingredientes (<i>Ingredients</i>)	Níveis de Proteína Bruta (<i>Crude Protein Levels</i>) (%)				
	18	17	16	15	14
Milho (<i>Corn</i>) (7,75%PB) ¹	67,265	63,525	59,790	56,056	52,314
Farelo soja (45,5% PB) ¹ (Soybean meal)	28,192	26,625	25,059	23,494	21,926
<i>Amido</i> (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
<i>Calcário</i> (Limestone)	0,677	0,639	0,605	0,565	0,530
Mistura mineral ² (Mineral mix)	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Mistura vitamínica ³ (Vitamin mix)	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
<i>Sal comum</i> (Salt)	0,250	0,255	0,260	0,267	0,272
BHT	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
<i>Óleo de soja</i> (Soybean oil)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
<i>DL-Metionina</i> (DL-Methionine)	0,014	0,043	0,072	0,100	0,129
<i>L-Lisina HCl</i> (L-Lysine HCl)	0,000	0,060	0,119	0,180	0,240
<i>L-Treonina</i> (L-Threonine)	0,000	0,000	0,010	0,046	0,081
<i>Areia lavada</i> (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 (<i>Calculated composition</i>) ⁴					
PB (%)	18,00	17,00	16,00	15,00	14,00
(Crude protein)					
ED (kcal/kg)	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400
(Digestible energy)					
Lisina total (%)	0,964	0,957	0,950	0,944	0,938
(Total lysine)					
Lisina dig. (%)	0,846	0,846	0,846	0,846	0,846
(Digestible lysine)					
Met+Cis dig (%)	0,524	0,524	0,524	0,524	0,524
(Digestible methionine+cystine)					
Treonina dig (%)	0,626	0,592	0,567	0,567	0,567
(Digestible threonine)					
Triptofano dig (%)	0,217	0,205	0,193	0,181	0,169
(Digestible tryptophan)					
Isoleucina dig (%)	0,734	0,693	0,652	0,612	0,571
(Digestible isoleucine)					
Cálcio (%) (Calcium)	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700
Fósforo total (%)	0,550	0,550	0,550	0,550	0,550
(Total phosphorus)					

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; D₃ - 1.500.000 UI; E - 15.000 UI; B₁ - 1,35; B₂ - 4 g; B₆ - 2 g; ácido pantotênico (*Pantotenic 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. - 1.000g.

⁴ Composição calculada segundo ROSTAGNO et al. (1992). (*Composition calculated according to ROSTAGNO et al., 1992*).

Um grupo adicional de cinco leitões com peso médio de 14,4 ± 1,43 kg foi

abatido, seguindo-se o procedimento descrito, para determinação da composição da carcaça dos animais no início do experimento e posterior determinação 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 revoluções por minuto, 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 função 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 quatro horas, para posteriormente efetuar a moagem do material. As amostras pré-secadas e pré-desengorduradas foram moídas e acondicionadas em vidros para posteriores análises laboratoriais. Para correção dos valores das análises subseqüentes, foram consideradas a água e gordura retiradas no preparo das amostras.

As análises 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), sendo a soma de quadrados dos tratamentos decomposta em contrastes ortogonais, seguindo-se 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 $32,1 \pm 0,64$ °C, com umidade relativa de $75,9 \pm 11,2$ e temperatura de globo negro de $32,3 \pm 0,70$ °C, correspondendo a um Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) calculado de $82,6 \pm 1,15$. A temperatura de $32,1$ °C, ocorrida neste trabalho, pode ser considerada como temperatura de estresse por calor, por estar acima da temperatura crítica máxima (27 °C) para esta categoria animal, conforme estabelecido por ESMAY (1982) e por Nääs et al. (1995 e 1998), citados por SILVA (1999).

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

Não se observou efeito ($P>0,10$) da redução do nível de proteína bruta (PB) da ração sobre o ganho de peso (GP) dos suínos. Esse resultado está de acordo com aqueles obtidos 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 e EASTER (1995) e de 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, estes últimos autores verificaram piora no ganho de peso dos suínos quando a concentração de proteína da ração foi diminuída em 5% (16 para 11%).

O consumo de ração diário (CRD) também não foi influenciado ($P>0,10$) pelos tratamentos. Os resultados observados neste estudo são consistentes com aqueles apresentados por TUITOEK et al. (1997) e por FIGUEROA et al. (2000), que não verificaram 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 e 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), o que corrobora os resultados obtidos por diversos autores (TUITOEK et al., 1997; GOMEZ et al., 1998; MILLER et al., 1996) e com os de SCHOENHERR (1992) que também não encontrou diferenças na eficiência alimentar

Tabela 2 - Resultados de desempenho, consumos de lisina e de 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 de gordura de suínos dos 15 aos 30 kg mantidos em ambiente de alta temperatura

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

Variáveis (Variables)	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 de lisina dig. (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 line are different by multiples contrasts.

de suínos em crescimento e terminação mantidos em ambiente quente recebendo proteína intacta ou ideal.

A resposta de conversão alimentar observada neste trabalho corrobora o relato anterior de que a qualidade da proteína não foi comprometida entre os tratamentos. A hipótese de que a CA pode ser influenciada pela qualidade da proteína pode ser comprovada pelos resultados obtidos por KERR et al. (1995), segundo os quais a redução de 4% no nível de PB da ração de suínos entre 8,6 e 50 kg somente influenciou negativamente a CA 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 estão 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 fase de crescimento, quando a proteína bruta da ração foi reduzida em até quatro unidades percentuais. No entanto, redução acima desse nível poderá causar prejuízo ao desempenho, pela 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. Tais resultados podem ser explicados pelo fato de as rações conterem similares níveis de lisina e energia digestíveis e de o consumo não ter variado entre os tratamentos.

Em contrapartida, foi observada diminuição ($P<0,05$) gradativa, variando de 0 a 14,0% no consumo de nitrogênio (N) diário, 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 de os suínos que receberam a proteína intacta terem tido maior consumo de N, a eficiência de utilização de N para ganho de peso foi maior naqueles que receberam a ração com base na proteína ideal.

Pelo fato de não ter havido 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.

Os valores médios de relação lisina:proteína de 5,9 observados entre os tratamentos estão coerentes com os propostos por BAKER et al. (1993), que recomendaram para animais de 10 a 100 kg uma relação média de 5,8%.

Com relação 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 receberam a ração com 15% de PB suplementada com aminoácidos, apresentando menor valor em relação aos que receberam a ração com 16% de PB mais aminoácidos e não variando os demais tratamentos.

Os dados de TDP obtidos neste trabalho estão de acordo com os achados de SCHOENHERR e SCHMIDT (1991), TUITOEK et al. (1993) e KERR et al. (1995), que reportaram similares estimativas de conteúdo de músculo entre os suínos alimentados com rações com baixo nível de proteína suplementada com aminoácidos e suínos alimentados com rações com adequado nível protéico e com 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 ocorrida no consumo de energia digestível. Além desse aspecto, deve ser considerado que a redução do nível de PB tende a favorecer o aumento da deposição de gordura corporal, devido ao aumento na concentração de energia líquida da ração. De acordo com Le BELLEGO et al. (2001), a redução de excreção de nitrogênio advinda da redução do nível de PB da ração proporciona redução na perda de energia urinária equivalente a 0,84 kcal e na produção de calor do animal equivalente a 1,67 kcal por grama de diminuição na ingestão de proteína. Esses mesmos autores observaram aumento gradativo na retenção de energia como gordura no corpo animal

quando se reduziu o nível de PB da ração de suínos de 18,9 para 14,6% com a suplementação de aminoácidos.

Os resultados de 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 os pesos relativos do fígado, rins e estômago, com os animais que receberam a ração com proteína sem suplementação de aminoácidos apresentando os maiores valores em relação aos demais, que não variaram entre si. 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 de PB da ração.

Considerando que a concentração de uréia no plasma aumenta com a elevação da 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 alteração na atividade de algumas enzimas, como a arginase e as enzimas do ciclo da uréia, 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 a redução na 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,

Tabela 3 - Resultados de pesos absolutos (g) e relativos (% da carcaça) de fígado, rins, estômago e intestino de suínos de 30 kg mantidos em ambiente de alta temperatura

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

Variáveis (Variables)	Proteína Bruta (%) (Crude Protein)					CV %
	18	17	16	15	14	
	Peso Absoluto (g) (Absolute Weight)					
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 (%) (Relative Weight)					
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) e ²(P<0.05) Means followed by different letters in a line are different by multiples contrasts.

possivelmente, na composição corporal. Esse relato é corroborado por WEBSTER (1981), que estimou que a produção de calor a partir do fígado, intestino, pele e rins contribui até 45% com a produção total de calor de ratos em repouso.

Conclusão

O nível de PB da ração para suínos machos castrados dos 15 aos 30 kg mantidos em ambiente de alta temperatura pode ser reduzido de 18 para 14%, sem influenciar negativamente o desempenho, desde que as rações sejam devidamente suplementadas com aminoácidos essenciais limitantes.

Referências Bibliográficas

- BAKER, D.H.; SPEER, V.C. 1983. Protein-amino nutrition of nonruminant animals with emphasis on the pig: past, present and future. **J. Anim. Sci.**, v.57 (Supl. 2) p.284-289.
- BAKER, D.H.; HAHN, J.D.; CHUNG,T.K.; HAN, Y. Nutrition and growth: the concept and application of an ideal protein for swine growth. In: **Growth of the pig**. CAB INTERNATIONAL, 1993. p. 133-140.
- CHEN, H.Y.; LEWIS, A.J.; MILLER, P.S.; YEN, J.T. 1999. The effect of excess protein on growth performance and protein metabolism of finishing barrows and gilts. **J. Anim. Sci.**, v. 77, p. 3238-3247.
- CHUNG, T.K.; BAKER, D.H. 1992. Ideal Amino Acid Pattern for 10-Kilogram Pigs. **J. Anim. Sci.**, v. 70, p. 3102-3111.
- DE LA LLATA, M.; DRITZ, S.S.; TOKACH, M.D.; GOODBAND, R.D.; NELSEN, J.L. 2000. Effects of increasing L-lysine HCl in corn-soybean meal diets on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing gilts. **Swine Day**, p. 87-90.
- DONZELE, J.L.; COSTA, P.M.A.; ROSTAGNO, H.S.; SOARES, J.M. 1992. Efeitos de níveis de energia digestíveis na composição da carcaça de suínos de cinco a quinze quilos. **Rev. Soc. Bras. Zoot.**, v.21, p. 1100-1106.
- ESMAY, M.L. **Principles of animal environment**. Westport CT: 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: CBNA, 1994. p.63-83.
- FIGUEROA, J.L.; LEWIS, A.J.; MILLER, P.S. 2000. Nitrogen balance and growth trials with pigs fed low-crude protein, amino acid-supplemented diets. **Nebraska Swine Report**, p. 26-28
- FOX, M.C.; WATKINS, K.L.; CRAIG, W.M.; STEWART, T.B.; CLAWSON, A.J.; SOUTHERN, L.L. 1988. Excess crude protein for nonpregnant gilts. **J. Anim. Sci.**, v.66, p. 911-916.

- GOMEZ, S.; MILLER, P.S.; LEWIS, A.J.; CHEN, H. 1998. Responses of barrows consuming a diet formulated on an ideal protein basis at different feeding levels. **Nebraska Swine Report**, p. 30-33
- HANSEN, J.A.; KNABE, D.A.; BURGOON, K.G. 1993. Amino acid supplementation of low protein sorghum-soybean meal diets 5 to 20 kilogram swine. **J. Anim. Sci.**, v. 71, p. 452-458.
- HENRY, Y.; SÈVE, B. 1993. 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.
- KEER, B.J.; EASTER, R.A. 1995. Effect of reduced crude protein, amino acid-supplemented diets on nitrogen and energy balance of growing pigs. **J. Anim. Sci.**, v.73, p. 433-440.
- KEER, B.J.; MCKEITH, F.K.; EASTER, R.A. 1995. Effect on performance and carcass characteristics of nursery to finisher pigs fed reduced crude protein, amino acid-supplemented diets. **J. Anim. Sci.**, v. 73, p. 433-440.
- Le BELLEGO, L.; VAN MILGEN, J.; DUBOIS, S.; NOBLET, J. 2001. Energy utilization of low-protein diets in growing pigs. **J. Anim. Sci.**, v. 79, p.1259-1271.
- LOPEZ, J.; GOODBAND, R.D.; ALLEE, G.L.; JESSE, G.W.; NELSSON, J.L.; TOKACH, M.D.; SPIERS, D.; BECKER, B.A. 1994. 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. **J. Anim. Sci.**, v.72, p. 367-379.
- MILLER, P.S.; LEWIS, A.J.; WOLVERTON, C.K.; BORLAND, C.A. 1996. Performance of growing-finishing pigs consuming diets formulated on an ideal protein (first four limiting amino acids) basis. **Nebraska Swine Report**, p. 27-30.
- MIYADA, V.S. Novas tendências para a nutrição de suínos em clima quente. In: SILVA, I.J.O. Ed. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA E QUALIDADE NA PRODUÇÃO INDUSTRIAL DE SUÍNOS, 1999, Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba: NUPEA/FEALQ, 1999. p.34-60.
- POZZA, P.C. **Exigência de treonina digestível para suínos machos castrados e fêmeas dos 15 aos 30 kg**. Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 1998. 61 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- ROSTAGNO, H.S.; SILVA, D.J.; COSTA, P.M.A.; FONSECA, J.B.; SOARES, P.R.; PEREIRA, J.A.A.; SILVA, M.A. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos: Tabelas Brasileiras**. Viçosa, MG:UFV, Impr. Univ., 1992. 59 p.
- RHODIMET nutrition guide. 2.ed. France: Rhône-Poulenc Animal Nutrition, 1993. 55 p.

- SAS INSTITUTE INC. 1996. **SAS System for Windows, release 6.12** Cary, NC, USA. 01 CD-ROM.
- SAUER, W.C.; OZIMEK, L. 1986. Digestibility of amino acid in swine: results and their practical applications. A review. **Lvstck. Prod. Sci.**, v.15, p.367-388.
- SCHOENHERR, W.D. 1992. Ideal protein formulations of diets for growing-finishing pigs housed in a hot environment. **J. Anim. Sci.**, v. 70 (Supl. 1), p. 242.
- SCHOENHERR, W.D.; SCHMIDT, G. 1991. 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. **J. Anim. Sci.**, v.69 (Supl. 1), p. 380 (Abstr.).
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos: métodos químicos biológicos**. Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 1990. 166 p.
- 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, SP:ESALQ/USP, 1999. p.81-111.
- TUITOEK, K.; YOUNG, L.G.; KEER, B.J.; LANGE, C.F.M. 1993. Digestible ideal amino acid pattern for growing-finishing pigs fed practical diets. **J. Anim. Sci.**, v. 71 (Supl. 1), p. 167 (Abstr.).
- TUITOEK, K.; YOUNG, L.G.; LANGE, C.F.M.; KEER, B.J. 1997. The effect of reducing excess dietary amino acids on growing-finishing pig performance: evaluation of the ideal protein concept. **J. Anim. Sci.**, v. 75, p.1575-1583.
- WEBSTER, A.J.F. 1981. The energetic efficiency of metabolism. **Proc. Nutr. Soc.**, v. 40, p. 121.

Avaliação da Redução da Proteína Bruta e Suplementação de Aminoácidos para Suínos Machos Castrados dos 30 aos 60 kg Mantidos em Ambiente de Alta Temperatura (32 °C)

RESUMO – Conduziu-se um experimento, para avaliar a influência da redução da proteína bruta (PB) e suplementação de aminoácidos em rações sobre o desempenho de suínos machos castrados mantidos em alta temperatura (32 °C). Foram utilizados 60 leitões mestiços (Landrace x Large White) com peso médio inicial de 29,8 kg e idade média de 80,9 dias, em delineamento inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos (17, 16, 15, 14 e 13% PB), seis repetições e dois animais por unidade experimental. As rações experimentais e a água foram fornecidas à vontade aos suínos até o final do experimento, quando os animais atingiram o peso médio de 59,9 kg. A temperatura média no interior da sala foi mantida em 32,2 °C, com umidade relativa média em 74,4%, correspondendo a um Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) de 82,8. A redução do nível de proteína bruta da ração influenciou o ganho de peso (GP) dos animais, com aqueles submetidos à ração com nível de 14% de PB apresentando redução significativa no GP. O consumo de ração também foi influenciado pelos tratamentos, com os animais que receberam ração com 14% de PB apresentando menor consumo quando comparados com os alimentados com ração contendo 16 e 13% de PB. A conversão alimentar (CA) não foi influenciada pelos tratamentos. Observou-se efeito dos tratamentos sobre as taxas de deposição de proteína (TDP) e de gordura (TDG), com os animais que receberam a ração com 14% de PB apresentando os menores valores de deposição de gordura e de proteína na carcaça. Os animais que receberam o

nível mais elevado de PB apresentaram maiores pesos, absoluto e relativo, de rins. O nível de PB da ração para suínos machos dos 30 aos 60 kg e mantidos em alta temperatura pode ser reduzido de 17 para 13% sem influenciar, negativamente, o desempenho, desde que as rações sejam devidamente suplementadas com aminoácidos essenciais limitantes.

Palavras-chave: aminoácidos, calor, nutrição, suínos.

**Evaluation of the Reduction of Crude Protein Levels of Ration with Amino Acid
Supplementation to Castrated Swines from 30 to 60 kg Maintained in a High
Environmental Temperature (32 °C)**

ABSTRACT - One experiment was conducted to evaluate the influence of reduction of the crude protein (CP) levels and amino acid supplementation in diets on performance of castrated males swines maintained in a high environmental temperature (32 °C). A total of sixty crossbreed piglets (Landrace x Large White), with average initial weight of 29.8 kg, and 80.9 days old, were allotted to a completely randomized experimental design with five treatments (17, 16, 15, 14 and 13% CP), six replications and two animals per experimental unit. The experimental diets and water were fed to swine ad libitum until the end of the experiment, when the animals reached the average weight of 59.9 kg. The average temperature in the room were maintained in 32.2 °C the relative humidity in 74.4%, corresponding to a Black Globe-Humidity Index (BGHI) of 82.8. The reduction of CP level of diet affected weight gain (WG) being that the animals feeding diet with 14% CP showing significant reduction in WG. Feed intake (FI) also was affected by CP level, and the animals fed diets with 14% CP showed smaller FI values than those fed diet with 16 and 13% CP. The feed:gain ratio was not affected by treatments. The animals fed diet with 14% CP showed the smaller values of protein and fat deposition rates in the carcass. The animals fed diet with 17% CP showed higher kidneys weights. It was concluded that the level of crude protein of diet to castrated swines from 30 to 60 kg maintained in a high environmental temperature can

be reduced from 17 to 13% with no effect on performance since diets are supplemented with essential amino acids.

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

Introdução

A adaptação do suíno ao frio é mais fácil, em razão de sua maior habilidade em compensar a termólise por elevação no consumo de alimentos e alterações de comportamento.

Com as novas linhagens de suínos surgindo a cada momento no mercado, caracterizadas pela altíssima velocidade de conversão em tecido cárneo e, conseqüentemente, maior calor produzido pelo seu metabolismo (BROWN-BRANDL et al., 1998), o suíno moderno encontra dificuldades em enfrentar ambientes ou períodos prolongados de temperatura elevada, associado ao fato de que, dos pontos de vista etológico e fisiológico, é uma espécie animal sensível à diversidade climática brasileira.

Em épocas de verão ou em regiões em que predominam dias quentes, uma alternativa de adequação do meio é a modificação da composição das rações fornecidas aos suínos, uma vez que naquelas à base de milho e farelo de soja, formuladas para atender às exigências de lisina dos animais, estão presentes quantidades excessivas dos outros aminoácidos em relação às exigências dos suínos (TUITOEK et al., 1997).

As rações para suínos foram formuladas, nas últimas décadas, com base na proteína bruta. Em razão da necessidade de melhorar a utilização da proteína e a qualidade da carcaça dos animais relacionadas às restrições econômicas e ambientais, a estratégia atual de alimentação alcançou grande complexidade, associado ao fato de que a disponibilidade de aminoácidos sintéticos em nível de mercado proporciona, atualmente, a possibilidade de redução do nível protéico das rações com suplementação de aminoácidos, mantendo a relação aminoacídica sem afetar o desempenho dos animais e reduzindo o custo de produção da atividade (DE LA LLATA et al., 2000).

Anteriormente, os ajustes das rações tinham por objetivo maximizar o desempenho produtivo, sem preocupação com o suprimento excessivo, especialmente de proteína e aminoácidos. Entretanto, um cuidadoso manejo da nutrição protéica do suíno exige o ajuste preciso do suprimento de proteína/aminoácidos em relação às exigências dos animais, de modo a obter o nível mais baixo possível de excreção de nitrogênio e amônia, minimizando a contaminação do ambiente.

Em um estudo conduzido por STAHLY et al. (1991), os autores verificaram que suínos submetidos à alta temperatura, quando receberam rações com alto teor de PB (19,8%), apresentaram menor ganho de peso em relação àqueles tratados com rações com baixa PB (16%) suplementadas com lisina-HCl.

HANSEN et al. (1993), avaliando a suplementação de lisina em rações de baixa proteína à base de sorgo e farelo de soja para suínos em crescimento (20-50 kg), concluíram que a adição de treonina às dietas suplementadas com lisina tendeu a melhorar a eficiência alimentar. O desempenho de suínos submetidos a essa ração foi igual ou superior ao daqueles que receberam ração com 16% de PB.

Entretanto, MYER et al. (1998), trabalhando com suínos dos 29 ao 112 kg, relataram que o aumento da densidade da ração via suplementação de aminoácidos

piorou o desempenho dos animais no período de verão (21 a 32 °C). Semelhantemente, DE LA LLATA et al. (2000), trabalhando com suínos dos 30 aos 50 kg, verificaram efeitos negativos no desempenho dos animais com a suplementação de lisina-HCl.

Há muitas evidências de que o nível de proteína das rações para suínos pode ser substancialmente reduzido pela utilização de aminoácidos sintéticos. Contudo, não há consenso quanto ao nível dessa redução. Assim, este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos da redução da proteína bruta da ração e suplementação de aminoácidos sintéticos, mantendo a relação aminoácídica das rações experimentais, sobre o desempenho de suínos machos castrados, de 30 a 60 kg, mantidos em ambiente de alta temperatura (32 °C).

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, em fase inicial de crescimento, com idade média de $80,9 \pm 1,41$ dias, peso médio inicial de $29,8 \pm 0,49$ e final de $59,9 \pm 4,72$ kg, distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (17, 16, 15, 14 e 13% de proteína bruta 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 comedouros semi-automáticos e bebedouros tipo chupeta, mantidas em sala de alvenaria com piso de creche, janelões de vidro tipo basculante, teto com forro de madeira e telhas de barro tipo francesas.

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 a temperatura de 32 °C, e por dois exaustores, localizados nas paredes laterais da sala.

As condições internas no interior da sala foram monitoradas diariamente, três vezes ao dia, utilizando-se termômetros de bulbo seco e bulbo úmido, termômetros de máxima e de mínima e termômetro de globo negro, 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 no qual os animais estavam submetidos.

As rações experimentais (Tabela 1) foram isolisínicas digestíveis, sendo os demais aminoácidos suplementados à medida que ficavam abaixo da relação dos aminoácidos na proteína ideal preconizada por CHUNG e BAKER (1992). Os níveis de proteína bruta 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 formulação, foram aplicados os respectivos coeficientes de digestibilidade propostos pelas tabelas RHODIMET... (1993). As rações experimentais e a água foram fornecidas aos animais à vontade.

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, sendo um animal de cada unidade experimental abatido por dessensibilização e sangramento. Após o abate, procedeu-se ao toaleta e à evisceração para retirada dos órgãos. O fígado, os rins, o estômago

e o intestino foram dependurados à sombra para escorrimento do sangue, por aproximadamente 20 minutos, e pesados em seguida.

Tabela 1 - Composição das rações experimentais (*Composition of experimental rations*)

Ingredientes (Ingredients)	Níveis de Proteína Bruta (%) (<i>Crude Protein Levels</i>)				
	17	16	15	14	13
Milho (<i>Corn</i>) (7,75%PB) ¹	69,172	65,103	61,034	56,965	52,896
Farelo soja (45,5% PB) ¹ (Soybean meal)	25,672	24,162	22,652	21,142	19,631
<i>Amido</i> (Starch)	1,000	6,090	11,180	16,250	21,350
Fosfato bicálcico (Dicalcium phosphate)	1,192	1,280	1,370	1,460	1,545
<i>Calcário</i> (Limestone)	0,569	0,530	0,491	0,454	0,417
Mistura mineral ² (Mineral mix)	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Mistura vitamínica ³ (Vitamin mix)	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
<i>Sal comum</i> (Salt)	0,244	0,250	0,255	0,260	0,266
BHT	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)	0,000	0,028	0,057	0,086	0,115
L-Lisina HCl (L-Lysine HCl)	0,000	0,059	0,118	0,177	0,236
L-Treonina (L-Threonine)	0,000	0,000	0,003	0,038	0,074
Areia lavada (Washed sand)	0,941	1,288	1,630	1,958	2,260
Total	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
<i>Composição calculada (Calculated composition)⁴</i>					
Proteína bruta (%) (Crude protein)	17,00	16,00	15,00	14,00	13,00
ED (kcal/kg) (Digestible energy)	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400
Lisina total (%) (Total lysine)	0,896	0,889	0,883	0,877	0,870
Lisina dig. (%) (Digestible lysine)	0,785	0,785	0,785	0,785	0,785
Met+Cis dig (%) (Digestible methionine+cystine)	0,489	0,487	0,487	0,487	0,487
Treonina dig (%) (Digestible threonine)	0,593	0,558	0,526	0,526	0,526
Triptofano dig (%) (Digestible tryptophan)	0,203	0,191	0,179	0,167	0,155
Isoleucina dig (%)	0,690	0,650	0,609	0,569	0,528

(Digestible isoleucine)

Cálcio (%) (Calcium)	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600
Fósforo total (%) (Total phosphorus)	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500

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; D₃ - 1.500.000 UI; E - 15.000 UI; B₁ - 1,35; B₂ - 4 g; B₆ - 2 g; ácido pantotênico (*Pantotenic 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). (*Calculated composition according to ROSTAGNO et al., 1992*).

Um grupo adicional de cinco leitões com peso médio de 30,1 ± 0,52 kg foi abatido, seguindo-se o procedimento descrito anteriormente, para determinação da composição da carcaça dos animais no início do experimento e posterior determinação 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 revoluções por minuto, 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 o pré-desengorduramento, pelo método a quente, em aparelho extrator do tipo “SOXHLET”, por quatro horas, para posteriormente efetuar a moagem do material. As amostras pré-secadas e pré-desengorduradas foram moídas e acondicionadas em vidros para posteriores análises laboratoriais. Para correção dos valores das análises subsequentes, foram consideradas a água e a gordura retiradas no preparo das amostras.

As análises 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 na carcaça e de pesos dos órgãos foram realizadas, utilizando-se o procedimento GLM do SAS versão 6.12 (1996), sendo a soma de quadrados dos tratamentos decomposta em contrastes ortogonais, seguindo-se 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 $i = 17, 16, 15, 14$ e 13% 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 $32,2 \pm 0,60$ °C, com umidade relativa de $74,4 \pm 6,21$ e temperatura de globo negro de $32,4 \pm 0,63$ °C. O Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) calculado no período foi de $82,8 \pm 1,05$. A temperatura de $32,2$ °C, ocorrida neste trabalho, pode ser caracterizada como uma temperatura de estresse por calor, para suínos com peso entre 30 e 60 kg, por estar acima da temperatura crítica máxima (27 °C) para esta categoria animal, conforme estabelecido por ESMAY (1982) e Nääs et al. (1995 e 1998), citados por SILVA (1999).

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

A redução do nível de proteína bruta (PB) da ração influenciou ($P < 0,01$) o ganho de peso (GP) dos animais, com os submetidos à ração com nível de 14% de PB apresentando redução significativa de 16,6 e 19,8% no GP em relação aos que receberam as rações com 17 e 16% de PB, respectivamente. No entanto, os animais alimentados com as rações correspondentes aos níveis de 15 e 13% de PB apresentaram GP intermediário, que não diferiu entre si e nem daquele dos demais tratamentos.

Os resultados obtidos neste estudo, com exceção do verificado no nível de 14% de PB, estão de acordo com os de SCHOENHERR (1992), que, trabalhando com suínos em crescimento e terminação mantidos no calor, não verificou influência do nível de PB, quando mantidos os níveis de aminoácidos, sobre o ganho de peso dos animais. Posteriormente, CROMWELL et al. (1996) também não constataram variação significativa no ganho de peso de suínos entre 22 e 50 kg, com redução do nível de proteína de 16 para 12% e mantendo o nível de aminoácidos essenciais.

No entanto, KENDALL et al. (1998), trabalhando com suínos de 30 kg, verificaram que os animais que receberam ração com 12,2% de PB mais suplementação de aminoácidos apresentaram menor GP em relação aos que foram alimentados com ração contendo 16,7% de PB.

O consumo de ração diário (CRD) também foi influenciado ($P < 0,01$) pelos tratamentos, com os animais que receberam ração com 14% de PB apresentando menor consumo, em comparação com os alimentados com as rações contendo 16 e 13% de PB. A variação significativa observada no CRD dos animais, neste estudo, não está

Tabela 2 - Resultados de desempenho, consumos de lisina e energia (ED) digestíveis, consumo de nitrogênio (N), eficiência de utilização de nitrogênio para ganho (EUNG), relação lisina:proteína bruta (Lis:PB) e taxas de deposição de proteína (TDP) e de gordura (TDG) de suínos dos 30 aos 60 kg mantidos em alta temperatura ambiente

Table 2 - Results of performance, intakes of digestible lysine and energy (DE), nitrogen (N) intake, efficiency of N utilization to gain (EUNG), lysine:protein ratio (Lys:CP) and deposition rates of protein (PDR) and fat (FDR) of swines from 30 to 60 kg maintained in a high environmental temperature

Variáveis (Variables)	Proteína Bruta (%) (Crude Protein)					CV%
	17	16	15	14	13	
Ganho de peso (g/d) ¹ (Weight gain)	797 ^a	829 ^a	722 ^{ab}	665 ^b	766 ^{ab}	10,0
Consumo de ração (g/d) ¹ (Feed intake)	1.881 ^{ab}	2.042 ^a	1.775 ^{ab}	1.649 ^b	1.955 ^a	9,6
Conversão alimentar (g/g) (Feed / gain ratio)	2,37 ^a	2,47 ^a	2,46 ^a	2,47 ^a	2,57 ^a	8,2
Consumo lisina dig. (g/d) ¹ (Digestible lysine intake)	14,8 ^{ab}	16,0 ^a	13,9 ^{ab}	12,9 ^b	15,3 ^{ab}	9,6
Consumo ED (kcal/d) ¹ (Digestible energy intake)	6.397 ^{ab}	6.944 ^a	6.035 ^{ab}	5.606 ^b	6.648 ^a	9,6
Consumo de N (g/d) ¹ (Nitrogen intake)	51,2 ^a	52,3 ^a	42,6 ^b	36,9 ^b	40,7 ^b	9,3
EUNG (gGP/gN) ¹	15,6 ^b	15,8 ^b	16,9 ^{ab}	18,2 ^{ab}	18,8 ^a	8,5
Relação Lis:PB (%) (Lys:CP ratio)	5,27	5,56	5,89	6,26	6,69	-
Taxas de Deposição na Carcaça (Deposition Rate in the Carcass)						
Proteína (Protein) (g/d) ¹	100 ^a	105 ^a	99 ^a	89 ^b	98 ^a	11,5
Gordura (Fat) (g/d) ¹	145 ^a	147 ^a	152 ^a	114 ^b	148 ^a	15,2

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 line are different by multiples contrasts.

consistente com os resultados obtidos por LOPEZ et al. (1994), que, trabalhando com leitoas em fase de terminação mantidas no calor, relataram não haver efeito do fornecimento de rações formuladas à base de proteína, intacta ou ideal, com a inclusão de aminoácidos sintéticos sobre o consumo de ração.

A diminuição do consumo de ração verificada no nível de 14% de PB, neste estudo, não é biologicamente explicada.

Apesar da influência da redução da PB sobre o ganho de peso e sobre o consumo de ração dos animais, a conversão alimentar (CA) não variou ($P>0,10$) entre os tratamentos, evidenciando que a variação constatada no ganho de peso dos animais ocorreu em razão daquela verificada no consumo de ração.

Esses resultados estão coerentes com aqueles encontrados por SCHOENHERR (1992) e LOPEZ et al. (1994), que não verificaram influência da utilização de aminoácidos sintéticos ou proteína intacta sobre a eficiência alimentar de suínos em crescimento e terminação mantidos em ambiente de calor. Em contrapartida, diferem dos resultados obtidos por SMITH et al. (1997) e KENDALL et al. (1998), que observaram piora na CA dos suínos em fase de crescimento, mantidos em termoneutralidade, ao reduzirem em 4,0 e 4,5% o nível de PB das rações que continham 17,64 e 16,6% de PB, respectivamente.

Os consumos de lisina (CL) e de energia digestível (CED) foram influenciados ($P<0,01$) pela redução da PB da ração, com os animais que receberam as rações com 16 e 13% de PB apresentando maiores CL e CED em relação aos alimentados com ração com 14% de PB. A variação ocorrida no consumo de ração justifica esses resultados, uma vez que os níveis de lisina e energia digestível não variaram entre os tratamentos.

O consumo de nitrogênio (N) diminuiu ($P<0,01$) com a redução do nível de PB das rações, ressaltando-se que os animais que receberam as rações com 17 e 16% de PB apresentaram consumo de N superior aos demais tratamentos. No entanto, a eficiência de utilização de N para ganho (EUNG) foi influenciada ($P<0,01$), apresentando relação inversa com o nível de PB da ração, com os animais que receberam 13% de PB mostrando EUNG superior àqueles que receberam rações com 17 e 16% de PB.

Observou-se efeito ($P < 0,01$) dos tratamentos sobre as taxas de deposição de proteína (TDP) e de gordura (TDG), com os animais que receberam ração com 14% de PB apresentando os menores valores de deposição de proteína e de gordura na carcaça. O comprometimento das deposições de proteína e de gordura na carcaça dos animais no tratamento correspondente ao nível de 14% de PB estaria diretamente relacionado aos menores consumos de lisina e de energia digestível.

Os resultados de deposição de proteína, com exceção daquela verificada nos animais que receberam ração com 14% de PB, estão consistentes com os observados por SCHOENHERR e SCHMIDT (1991), em estudo com suínos em crescimento e terminação mantidos em ambiente quente, e com os de TUITOEK et al. (1993). Já os de deposição de gordura na carcaça diferem dos obtidos por KERR et al. (1995), que, avaliando redução da PB e suplementação de aminoácidos em rações para suínos em crescimento, verificaram maior deposição de gordura nos animais que receberam ração com menor nível de PB. De acordo com esses autores, o aumento na quantidade de gordura na carcaça estaria relacionado ao aumento de retenção de energia verificado nos animais que receberam ração com baixo nível de PB suplementada com aminoácidos. Resultados mais recentes obtidos por Le BELLEGO et al. (2001), com suínos em crescimento, confirmaram que a retenção de energia, principalmente como gordura, aumenta com a redução do nível de proteína da ração.

Os resultados de deposição de proteína, obtidos no presente estudo, seria um indicativo de que a retenção de nitrogênio, provavelmente, não foi comprometida pela redução do nível de proteína entre os tratamentos. Resultados obtidos por GATEL e GROSJEAN (1992) e relatos de HOWIE (1999) confirmam a hipótese de que a retenção de nitrogênio, nos suínos, não se altera quando se reduz o nível de proteína da

ração em até 4%, desde que esta seja suplementada com os correspondentes aminoácidos essenciais limitantes.

Os resultados de pesos absoluto e relativo dos diferentes órgãos avaliados (fígado, rins, estômago e intestino) são apresentados na Tabela 3. Com exceção dos pesos, absoluto e relativo, dos rins que foram maiores ($P < 0,01$) nos animais que receberam a

Tabela 3 - Resultados de pesos absolutos (g) e pesos relativos (% da carcaça) de fígado, rins, estômago e intestino de leitões de 60 kg mantidos em ambiente de alta temperatura

Table 3 - Results of absolute (g) and relative (% of carcass) weights of liver, kidneys, stomach and intestine of swines of 60 kg maintained in a high environmental temperature

Variáveis (Variables)	Proteína Bruta (%) (Crude Protein)					CV %
	17	16	15	14	13	
Peso Absoluto (g) (Absolute Weight)						
Fígado (Liver)	1.230 ^a	1.179 ^a	1.112 ^a	1.096 ^a	1.156 ^a	8,4
Rins ¹ (Kidneys)	231 ^a	184 ^b	178 ^b	176 ^b	198 ^b	10,3
Estômago (Stomach)	348 ^a	303 ^a	337 ^a	321 ^a	337 ^a	9,6
Intestino (Intestine)	1.223 ^a	1.295 ^a	1.304 ^a	1.231 ^a	1.245 ^a	7,4
Peso Relativo (%) (Relative Weight)						
Fígado (Liver)	2,69 ^a	2,62 ^a	2,43 ^a	2,39 ^a	2,57 ^a	7,8
Rins ¹ (Kidneys)	0,50 ^a	0,41 ^b	0,39 ^b	0,39 ^b	0,44 ^b	10,1
Estômago (Stomach)	0,73 ^a	0,67 ^a	0,74 ^a	0,71 ^a	0,75 ^a	8,4
Intestino (Intestine)	2,65 ^a	2,89 ^a	2,86 ^a	2,75 ^a	2,76 ^a	8,4

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 line are different by multiples contrasts.

ração com o mais elevado nível de PB avaliado (17%), os pesos dos demais órgãos não variaram significativamente entre os tratamentos.

Maior peso dos rins de suínos, em razão do maior nível de proteína da ração, também foi encontrado por KERR et al. (1995). De acordo com estes autores, o maior peso de rins pode ter ocorrido devido à necessidade de deaminação do excesso de aminoácidos ocorrido na ração com o nível de PB mais elevado.

Conclusão

O nível de PB da ração para suínos machos castrados dos 30 aos 60 kg, mantidos em ambiente de alta temperatura, pode ser reduzido de 17 para 13% sem influenciar, negativamente, a conversão alimentar, desde que as rações sejam devidamente suplementadas com os aminoácidos essenciais limitantes.

Referências Bibliográficas

- BROWN-BRANDL, T.M.; NIENABER, J.A.; TURNER, L.W. 1998. Acute heat stress effects on heat production and respiration rate in swine. **Transactions of the ASAE**, v.41, p.789-793.
- CHUNG, T.K.; BAKER, D.H. 1992. Ideal Amino Acid Pattern for 10-Kilogram Pigs. **J. Anim. Sci.**, v. 70, p. 3102-3111.
- CROMWELL, G.L.; LINDEMANN, M.D.; PARKER, G.R.; LAURENT, K.M.; COFFEY, R.D.; MONEGUE, H.J.; RANDOLPH, J.R. 1996. Low protein, amino acid supplemented diets for growing-finishig pigs. **J. Anim. Sci**, v. 74 (Supl. 1), p. 174.
- DE LA LLATA, M.; DRITZ, S.S.; TOKACH, M.D.; GOODBAND, R.D.; NELSEN, J.L. 2000. Effects of increasing L-lysine HCl in corn-soybean meal diets on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing gilts. **Swine Day**, p. 87-90.
- DONZELE, J.L.; COSTA, P.M.A.; ROSTAGNO, H.S.; SOARES, J.M. 1992. Efeitos de níveis de energia digestíveis na composição da carcaça de suínos de cinco a quinze quilos. **Rev. Soc. Bras. Zootec.**, v. 21, p. 1100-1106.
- ESMAY, M.L. **Principles of animal environment**. Westport CT: ABI Publishing Co., 1982. 325 p.
- GATEL, F.; GROSJEAN, F. 1992. Effect of protein content of the diet on nitrogen excretion by pigs. **Lvstck. Prod. Sci.**, v. 31, p.109-120.
- HANSEN, J.A.; KNABE, D.A.; BURGOON, K.G. 1993. Amino acid supplementation of low protein sorghum-soybean meal diets 5 to 20 kilogram swine. **J. Anim. Sci.**, v. 71, p. 452-458.
- HOWIE, M. 1999. Study shows supplementes low crude protein diets may reduce ammonia emissions. **Feedstuffs**, v. 71, p. 13.

- KEER, B.J.; MCKEITH, F.K.; EASTER, R.A. 1995. Effect on performance and carcass characteristics of nursery to finisher pigs fed reduced crude protein, amino acid-supplemented diets. **J. Anim. Sci.**, v. 73, p. 433-440.
- KENDALL, D.C.; LEMENAGER, K.M.; RICHERT, B.T.; SUTTON, J.W.; BELSTRA, B.A.; BUNDY, D. 1998. Effects of intact protein diets versus reduced crude protein diets supplemented with syntetic amino acids on pig performance and ammonia levels in swine buildings. **Swine Day Report**. Purdue University.
- Le BELLEGO, L.; VAN MILGEN, J.; DUBOIS, S.; NOBLET, J. 2001. Energy utilization of low-protein diets in growing pigs. **J. Anim. Sci.**, v. 79, p.1259-1271.
- LOPEZ, J.; GOODBAND, R.D.; ALLEE, G.L.; JESSE, G.W.; NELSSSEN, J.L.; TOKACH, M.D.; SPIERS, D.; BECKER, B.A. 1994. The effects of diets formulated on na ideal protein basis on growth performance, carcass characteristics, and thermal balance of finishing gilts housed in a hot, diurnal environment. **J. Anim. Sci.**, v. 72, p. 367-379.
- MYER, R.O.; BUCKLIN, R.A.; FIALHO, F.B. 1998. Effect of increased dietary lysine (protein) level on performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs reared in a hot, humid environment. **Transactions of the ASAE**, v. 41, p. 447-452.
- RHODIMET nutrition guide. 2.ed. France: Rhône-Poulenc Animal Nutrition, 1993. 55 p.**
- ROSTAGNO, H.S.; SILVA, D.J.; COSTA, P.M.A.; FONSECA, J.B.; SOARES, P.R.; PEREIRA, J.A.A.; SILVA, M.A. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos: Tabelas Brasileiras**. Viçosa, MG:UFV, Impr. Univ., 1992. 59p.
- SAS INSTITUTE INC. 1996. **SAS System for Windows, release 6.12** Cary, NC, USA. 01 CD-ROM.
- SCHOENHERR, W.D. 1992. Ideal protein formulations of dites for growing-finishing pigs housed in a hot environment. **J. Anim. Sci.**, v. 70 (Supl. 1), p. 242.
- SCHOENHERR, W.D.; SCHMIDT, G. 1991. 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. **J. Anim. Sci.**, v.69 (Supl. 1) p. 380 (Abstr.).
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos: métodos químicos biológicos**. Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 1990. 166 p
- 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, SP: ESALQ/USP, 1999. p.81-111.

- SMITH, J.W.; O'QUINN, P.R.; TOKACH, M.D.; GOODBAND, R.D.; NELSSSEN, J.L. 1997. Effects of low protein, amino acid - fortified diets, formulated on a net energy basis, on the growth performance and carcass characteristics of finishing pigs. **Swine Day**, p. 85-89.
- STAHLY, T.S.; CROMWELL, G.L.; ROBE, G.R. 1991. Influence of thermal environment and dietary protein regimen on the responses of pigs to ractopamine. **J. Anim. Sci.**, v.69 (Supl. 1), p. 121 (Abstr.).
- TUITOEK, K.; YOUNG, L.G.; KEER, B.J.; LANGE, C.F.M. 1993. Digestible ideal amino acid patter for growing-finishig pigs fed pratical diets. **J. Anim. Sci**, v. 71 (Supl. 1), p. 167 (Abstr.).
- TUITOEK, K.; YOUNG, L.G.; LANGE, C.F.M.; KEER, B.J. 1997. The effect of reducing excess dietary amino acids on growing-finishig pig performance: evaluation of the ideal protein concept. **J. Anim. Sci.**, v. 75, p. 1575-1583.

CONCLUSÕES GERAIS

O nível de PB da ração para suínos machos castrados dos 15 aos 60 kg, mantidos em termoneutralidade e ambiente de calor, pode ser reduzido em quatro unidades percentuais sem influenciar, negativamente, o desempenho dos animais, desde que as rações sejam devidamente suplementadas com aminoácidos essenciais e seja mantida a relação destes no padrão da proteína ideal.

APÊNDICE

Quadro 1A - Análise de variância e coeficientes de variação referentes a ganho de peso diário (GP), conversão alimentar (CA), consumo de ração diário (CR), lisina digestível (CLD) e energia digestível (CED) de leitões de 15 a 30 kg de peso, recebendo dietas com diferentes níveis de proteína bruta (PB) e mantidos em ambiente de conforto térmico (22 °C)

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		GP	CR	CA	CLD	CED
Nível de PB	4	1.606,29	4.600,818	0,0022	0,3282	52.956,6
Resíduo	29	5.981,57	11.961,86	0,0148	0,8635	138.276,3
CV (%)		11,95	9,18	6,59	9,21	9,18

Quadro 2A - Análise de variância e coeficientes de variação referentes a ganho de peso diário (GP), conversão alimentar (CA), consumo de ração diário (CR), lisina digestível (CLD) e energia digestível (CED) de leitões de 15 a 30 kg de peso, recebendo dietas com diferentes níveis de proteína bruta (PB) e mantidos em ambiente de alta temperatura (32 °C)

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		GP	CR	CA	CLD	CED
Nível de PB	4	0,001590	0,009924	0,01110	0,71016	114.699,8
Resíduo	22	0,003866	0,007309	0,02469	0,52306	84.484,7
CV (%)		11,91	7,81	7,45	7,81	7,81

Quadro 3A - Análise de variância e coeficientes de variação referentes a ganho de peso diário (GP), conversão alimentar (CA), consumo de ração diário (CR), lisina digestível (CLD) e energia digestível (CED) de leitões de 30 a 60 kg de peso, recebendo dietas com diferentes níveis de proteína bruta (PB) e mantidos em ambiente de alta temperatura (32 °C)

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		GP ¹	CR ¹	CA	CLD ¹	CED ¹
Nível de PB	4	0,02326	0,13459	0,02665	8,2945	1.556.003,5

Resíduo	24	0,005673	0,03194	0,04158	1,9682	369.238,3
CV (%)		10,03	9,65	8,24	9,66	9,65

¹Significativo (P<0,01).

Quadro 4A - Análise de variância e coeficientes de variação referentes a consumo de nitrogênio (CN), eficiência de utilização de nitrogênio para ganho (EUNG) e taxas de deposição de proteína (TDP) e gordura (TDG) de leitões de 15 a 30 kg de peso, recebendo dietas com diferentes níveis de proteína bruta (PB) e mantidos em ambiente de conforto térmico (22 °C)

Fonte de		Quadrados Médios			
Varição	GL	CN ¹	EUNG ¹	TDP	TDG
Nível de PB	4	62,8371	30,9382	54,2615	87,7773
Resíduo	35	7,7904	2,1412	73,1716	197,8927
CV (%)		9,16	6,84	10,85	15,83

¹Significativo (P<0,01).

Quadro 5A - Análise de variância e coeficientes de variação referentes a consumo de nitrogênio (CN), eficiência de utilização de nitrogênio para ganho (EUNG) e taxas de deposição de proteína (TDP) e gordura (TDG) de leitões de 15 a 30 kg de peso, recebendo dietas com diferentes níveis de proteína bruta (PB) e mantidos em ambiente de alta temperatura (32 °C)

Fonte de		Quadrados Médios			
Varição	GL	CN ¹	EUNG ¹	TDP ¹	TDG ¹
Nível de PB	4	31,8579	20,4021	97,1922	565,9451
Resíduo	45	4,7098	2,5299	65,5010	103,1906
CV (%)		7,77	8,34	13,47	14,55

¹Significativo (P<0,01).

Quadro 6A - Análise de variância e coeficientes de variação referentes a consumo de nitrogênio (CN), eficiência de utilização de nitrogênio para ganho (EUNG) e taxas de deposição de proteína (TDP) e gordura (TDG) de leitões de 30 a 60 kg de peso, recebendo dietas com diferentes níveis de proteína bruta (PB) e mantidos em ambiente de alta temperatura (32 °C)

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios			
		CN ¹	EUNG ¹	TDP ¹	TDG ¹
Nível de PB	4	244,8979	11,0670	419,45616	2.705,3700
Resíduo	35	17,0809	2,1477	126,55222	460,3236
CV (%)		9,35	8,52	11,53	15,27

¹Significativo (P<0,01).

Quadro 7A - Análise de variância e coeficientes de variação referentes a pesos absolutos de estômago (EA), fígado (FA), intestino (IA) e rins (RA) de leitões de 30 kg de peso, recebendo dietas com diferentes níveis de proteína bruta (PB) e mantidos em ambiente de conforto térmico (22 °C)

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios			
		EA ¹	FA	IA ¹	RA
Nível de PB	4	841,327	1.289,93	14.200,6	322,60
Resíduo	26	295,385	3.258,95	4.624,5	122,14
CV(%)		8,56	7,56	6,55	8,71

¹Significativo (P<0,05).

Quadro 8A - Análise de variância e coeficientes de variação referentes a pesos absolutos de coração (CA), estômago (EA), fígado (FA), intestino (IA), pulmão (PA) e rins (RA) de leitões de 30 kg de peso, recebendo dietas com diferentes níveis de proteína bruta (PB) e mantidos em ambiente de alta temperatura (32 °C)

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios			
		EA ¹	FA ¹	IA	RA
Nível de PB	4	877,995	22.001,2	4.326,78	90,56
Resíduo	26	301,948	8.463,1	4.668,53	179,61
CV(%)		9,19	12,14	7,62	11,01

¹Significativo (P<0,01).

Quadro 9A - Análise de variância e coeficientes de variação referentes a pesos absolutos de coração (CA), estômago (EA), fígado (FA), intestino (IA), pulmão (PA) e rins (RA) de leitões de 60 kg de peso, recebendo dietas com diferentes níveis de proteína bruta (PB) e mantidos em ambiente de alta temperatura (32 °C)

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios			
		EA	FA	IA	RA ¹
Nível de PB	4	1.811,86	13.633,4	8.483,97	2.768,8
Resíduo	26	1.009,78	9.388,1	8.691,26	392,4
CV(%)		9,66	8,49	7,38	10,30

¹Significativo (P<0,01).

Quadro 10A - Análise de variância e coeficientes de variação referentes a pesos relativos de coração (CR), estômago (ER), fígado (FR), intestino (IR), pulmão (PR) e rins (RR) de leitões de 30 kg de peso, recebendo dietas com diferentes níveis de proteína bruta (PB) e mantidos em ambiente de conforto térmico (22 °C)

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios			
		ER ¹	FR	IR	RR
Nível de PB	4	0,02205	0,05272	0,33407	0,0076
Resíduo	26	0,00606	0,08066	0,17615	0,0033
CV(%)		8,12	7,90	8,48	9,51

¹Significativo (P<0,01).

Quadro 11A - Análise de variância e coeficientes de variação referentes a pesos absolutos de coração (CR), estômago (ER), fígado (FR), intestino (IR), pulmão (PR) e rins (RR) de leitões de 30 kg de peso, recebendo dietas com diferentes níveis de proteína bruta (PB) e mantidos em ambiente de alta temperatura (32 °C)

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios			
		ER ¹	FR ¹	IR	RR ²
Nível de PB	4	0,03425	0,81477	0,21866	0,0056
Resíduo	26	0,00616	0,21057	0,09403	0,0030
CV(%)		8,75	12,69	7,21	9,65

¹Significativo (P<0,01).

²Significativo (P<0,05).

Quadro 12A - Análise de variância e coeficientes de variação referentes a pesos absolutos de coração (CR), estômago (ER), fígado (FR), intestino (IR), pulmão (PR) e rins (RR) de leitões de 60 kg de peso, recebendo dietas com diferentes níveis de proteína bruta (PB) e mantidos em ambiente de alta temperatura (32 °C)

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios			
		ER	FR	IR	RR ¹
Nível de PB	4	0,00554	0,08063	0,05222	0,0112
Resíduo	26	0,00366	0,03859	0,05515	0,0018
CV(%)		8,38	7,77	8,41	10,16

¹Significativo (P<0,01).