

MÁRVIO LOBÃO TEIXEIRA DE ABREU

NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES, UTILIZANDO O CONCEITO DE PROTEÍNA IDEAL, PARA SUÍNOS MACHOS CASTRADOS DE ALTO POTENCIAL GENÉTICO, DOS 15 AOS 95 KG

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
2005

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

A162n
2005

Abreu, Márvio Lobão Teixeira de, 1964-

Níveis de lisina digestível em rações, utilizando o conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados de alto potencial genético, dos 15 aos 95 kg. / Márvio Lobão Teixeira de Abreu. - Viçosa: UFV, 2005.
xi, 76f. : il. ; 29cm.

Orientador: Juarez Lopes Donzele.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Suíno – Nutrição - Exigências. 2. Aminoácidos na nutrição de suínos. 3. Lisina na nutrição de suínos. 4. Suíno - Desempenho. 5. Suíno – Carcaça - Composição.
I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 636.40852

MÁRVIO LOBÃO TEIXEIRA DE ABREU

NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES, UTILIZANDO O CONCEITO DE PROTEÍNA IDEAL, PARA SUÍNOS MACHOS CASTRADOS DE ALTO POTENCIAL GENÉTICO, DOS 15 AOS 95 KG

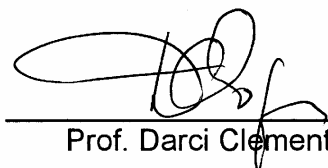
Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

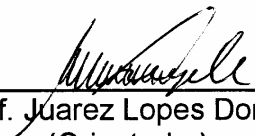
APROVADA: 29 de julho de 2005.


Dr. Antonio Marcos Souto Moita


Dr. Francisco Carlos de Oliveira Silva


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


Prof. Darci Clementino Lopes


Prof. Juarez Lopes Donzele
(Orientador)

A Deus, por todos os momentos de minha vida e pela superação nos momentos difíceis.

Ao meu pai (*in memoriam*), Flávio, e à minha mãe, Eneide, que me deram a vida e seus ensinamentos.

Aos meus irmãos, Flávio, Marcus e Myrna, que a enriquecem.

À minha esposa, Sandra, por dar-lhe mais sentido com o seu amor.

Ao meu filho, Samuel, por prossegui-la, perpetuando este amor.

Aos amigos que me acompanham.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, por meio do Departamento de Zootecnia, e à Universidade Federal do Piauí, pela oportunidade oferecida para a realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

À empresa AGROCERES-NUTRIÇÃO ANIMAL, pela parceria na realização deste trabalho, cedendo os animais e os ingredientes das rações experimentais.

Ao meu orientador, professor Juarez Lopes Donzele, pela riqueza científica transmitida, pela confiança, amizade e relação profissional estabelecida durante a realização deste trabalho.

À professora Rita Flávia Miranda de Oliveira, pelas valiosas críticas e sugestões.

Ao professor Darci Clementino Lopes, ao nutricionista da AGROCERES, Antonio Marcos Souto Moita, e ao pesquisador da EPAMIG, Francisco Carlos de Oliveira Silva, pelas colaborações científicas.

Aos demais professores, colegas e funcionários do Departamento de Zootecnia e de outros setores que contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos professores Maria Ignez Leão e Odilon Gomes Pereira, pelo companheirismo, convívio e amizade.

Ao colega Alexandre Luiz Siqueira de Oliveira, pela inestimável ajuda durante a condução dos ensaios experimentais e das análises laboratoriais.

Aos estagiários e bolsistas de iniciação científica, pela colaboração durante as atividades de campo.

Aos funcionários da Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, pelo apoio durante a condução dos experimentos.

Aos colegas de Pós-Graduação, Ana Paula, Bruno, Charles, Douglas, Fabienne, Fabrício, Flávio, Hashimoto, Lourdes, Mariana, Roberta, Robson, Silvano, Uislei e Wilkson, pelo companheirismo e pela amizade.

Aos amigos peladeiros da Rua Nova, pelo convívio, pela amizade e pelo imprescindível lazer.

Aos amigos de Viçosa, em especial, Rubens e Karla, pelo convívio e pela amizade.

À minha sogra, Ephigênia, pela calorosa acolhida e pelo respeitoso carinho.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para o sucesso desta jornada.

BIOGRAFIA

MÁRVIO LOBÃO TEIXEIRA DE ABREU, filho de Flávio Teixeira de Abreu e Eneide Magalhães Lobão de Abreu, nasceu em 02 de fevereiro de 1964, em Caxias, Maranhão.

Em fevereiro de 1982 iniciou o Curso de Medicina Veterinária na Universidade Federal de Viçosa – UFV, graduando-se em agosto de 1986.

Em setembro de 1987 foi efetivado como professor da Universidade Federal do Piauí.

Em março de 1990, iniciou o Curso de Mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de nutrição de monogástricos, defendendo tese em 29 de julho de 1994.

Em agosto de 2001, iniciou o Curso de Doutorado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de nutrição de monogástricos, submetendo-se à defesa de tese em 29 de julho de 2005.

CONTEÚDO

| | Página |
|---|---------------|
| RESUMO | viii |
| ABSTRACT | x |
| 1. INTRODUÇÃO GERAL..... | 1 |
| 2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 8 |
| NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES, UTILIZANDO O CONCEITO DE PROTEÍNA IDEAL, PARA SUÍNOS MACHOS CASTRADOS DE ALTO POTENCIAL GENÉTICO, DOS 15 AOS 30 KG.. | 11 |
| Resumo..... | 11 |
| Abstract..... | 12 |
| Introdução..... | 13 |
| Material e métodos..... | 14 |
| Resultados e discussão | 19 |
| Conclusão..... | 28 |
| Referências bibliográficas..... | 29 |
| NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES, UTILIZANDO O CONCEITO DE PROTEÍNA IDEAL, PARA SUÍNOS MACHOS CASTRADOS DE ALTO POTENCIAL GENÉTICO, DOS 30 AOS 60 KG.. | 32 |
| Resumo..... | 32 |
| Abstract..... | 33 |
| Introdução..... | 34 |
| Material e métodos..... | 35 |
| Resultados e discussão | 39 |

| | Página |
|---|---------------|
| Conclusão..... | 46 |
| Referências bibliográficas..... | 47 |
| NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES, UTILIZANDO O CONCEITO DE PROTEÍNA IDEAL, PARA SUÍNOS MACHOS CASTRADOS DE ALTO POTENCIAL GENÉTICO, DOS 60 AOS 95 KG | 49 |
| Resumo..... | 49 |
| Abstract..... | 50 |
| Introdução..... | 51 |
| Material e métodos..... | 53 |
| Resultados e discussão | 57 |
| Conclusão..... | 65 |
| Referências bibliográficas..... | 65 |
| CONCLUSÕES GERAIS | 69 |
| APÊNDICES | 70 |

RESUMO

ABREU, Márvio Lobão Teixeira, D.S., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2005. **Níveis de lisina digestível em rações, utilizando o conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados de alto potencial genético, dos 15 aos 95 kg.** Orientador: Juarez Lopes Donzele. Conselheiros: Rita Flávia Miranda de Oliveira e Aloízio Soares Ferreira.

Foram realizados três experimentos, com 120 suínos machos castrados, de alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça, dos 15 aos 95 kg, para avaliar o efeito de níveis de lisina digestível, utilizando o conceito de proteína ideal sobre o desempenho e a composição e as características da carcaça. Os animais foram distribuídos em delineamento de blocos ao acaso, com quatro tratamentos, cinco repetições e dois animais por unidade experimental. Os níveis de lisina digestível estudados foram obtidos por meio da suplementação de uma ração basal com L-lisina HCL. As rações foram suplementadas com níveis crescentes de aminoácidos sintéticos, resultando em rações nas quais as relações entre metionina + cistina, treonina, triptofano, valina e isoleucina com a lisina se mantiveram constantes com base na digestibilidade verdadeira. No experimento I, foram utilizados 40 leitões com peso inicial e final de $15,76 \pm 0,93$ e $30,23 \pm 1,56$ kg e os níveis de lisina digestível estudados foram 0,90; 1,00; 1,10 e 1,20%. Não se observou efeito dos tratamentos sobre o consumo de ração diário (CRD) e sobre a concentração de uréia no plasma (UPL) dos animais. Observou-se efeito quadrático dos níveis de lisina digestível sobre o ganho de peso diário (GPD),

que aumentou até o nível estimado de 1,10% de lisina na ração e sobre a conversão alimentar (CA) que melhorou até o nível estimado de 1,12%. Houve efeito dos tratamentos sobre o consumo de lisina diário (CLD), que aumentou de forma linear. Os tratamentos não influenciaram as porcentagens de água (PA), de proteína (PP) e de gordura (PG) da carcaça dos animais. As deposições de proteína (TDP) e de gordura (TDG) na carcaça foram influenciadas de forma quadrática, aumentando até os níveis estimados de 1,12% e 1,08% de lisina digestível, respectivamente. No experimento II, foram utilizados 40 animais com peso inicial e final de $30,02 \pm 1,38$ e $60,44 \pm 1,81$ kg e os níveis de lisina digestível estudados foram 0,80; 0,90; 1,00 e 1,10% de lisina digestível. Não se observou efeito dos tratamentos sobre o CRD, o GPD e a UPL dos animais. Observou-se efeito linear dos níveis de lisina digestível sobre a CA e sobre o CLD. Os tratamentos não influenciaram a PA, PP, PG e a TDG na carcaça dos animais. Os níveis de lisina digestível influenciaram, de forma linear crescente, a TDP na carcaça. No experimento III, foram utilizados 40 animais com peso inicial e final de $60,43 \pm 1,56$ e $95,66 \pm 3,22$ kg e os níveis de lisina digestível estudados foram 0,70; 0,80; 0,90 e 1,00%. Não se observou efeito dos tratamentos sobre CRD dos animais. Observou-se efeito quadrático dos tratamentos sobre GPD, que aumentou até o nível estimado de 0,87%. A CA foi influenciada de forma quadrática pelos tratamentos, melhorando até o nível estimado de 0,93%. Os tratamentos influenciaram de forma quadrática a UPL, que diminuiu até o nível estimado de 0,83% de lisina digestível. Observou-se efeito linear crescente dos níveis de lisina digestível sobre o CLD. Os tratamentos não influenciaram o comprimento da carcaça pelo método brasileiro, a área de olho de lombo, a espessura de toucinho no ponto P2, o rendimento de carne magra, o rendimento de gordura, o rendimento de pernil e o rendimento de lombo. O rendimento de carcaça reduziu em função dos níveis de lisina digestível da ração. Os tratamentos influenciaram de forma quadrática a conversão alimentar em músculo, que melhorou até o nível estimado de 0,94%. Concluiu-se que os níveis de lisina digestível que proporcionaram os melhores resultados de desempenho, composição e características da carcaça de suínos machos castrados, com alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça, dos 15 aos 30 kg, dos 30 aos 60 kg e dos 60 a 95 kg, foram 1,12%, 1,10% e 0,94% de lisina digestível verdadeira, respectivamente, correspondentes a consumos de lisina digestível de 12,03 (3,42 g de Lis/Mcal de EM); 21,94 (3,40 g de Lis/Mcal de EM) e 26,48 g/dia (2,86 g de Lis/Mcal de EM), respectivamente.

Palavras-chave: aminoácidos, carcaça, genótipo, sexo, suínos, uréia.

ABSTRACT

ABREU, Márvio Lobão Teixeira, D.S., Universidade Federal de Viçosa, July, 2005. **Digestible lysine requirements in diets, using the ideal protein concept, for barrows with high genetic potential from 15 to 95 kg.** Adviser: Juarez Lopes Donzele. Committee members: Rita Flávia Miranda de Oliveira and Aloízio Soares Ferreira.

One hundred twenty barrows with high genetic potential for lean gain were used to evaluate the effect of digestible lysine levels, using the ideal protein concept, on the performance and carcass composition and characteristics. The animals were assigned to a randomized blocks design, with four treatments, five replicates and two animals per experimental unity. The levels of digestible lysine in all treatments were obtained through supplementation of the basal diet with HCL-L-Lysine. The diets were supplemented with increasing of levels synthetic aminoacids leading to diets, in which the methionine + cystine, threonine, tryptophan, valine and isoleucine:lysine ratios were constant, based on the true digestibility. In the experiment I, forty barrows with high genetic potential for lean gain and initial and final body weights of 15.76 ± 0.93 kg and 30.23 ± 1.56 kg, respectively, were used and the levels of digestible lysine evaluated were 0.90; 1.00; 1.10 and 1.20%. No effects of treatments were observed for both feed intake and concentration of plasma urea in the present trial. However, significant quadratic effects were found for weight gain and feed:gain ratio with quadratic maximum and minimum of 1.10% and 1.12% of lysine, respectively. Intake of digestible lysine increased linearly among treatments. No significant changes in the

percentages of water, protein and fat were observed by increasing the levels of lysine in the diet. On the other hand, the depositions of protein and fat in the carcass responded quadratically with quadratic maxima at 1.12 and 1.08%, respectively. In the experiment II, forty barrows with high genetic potential for lean gain and initial and final body weights of 30.02 ± 1.38 kg and 60.44 ± 1.81 kg, respectively, were used and the levels of digestible lysine evaluated were 0.80; 0.90; 1.00 and 1.10%. No effects of treatments were observed for feed intake, weight gain and concentration of plasma urea in the present trial. However, feed:gain ratio improved linearly among treatments and Intake of digestible lysine increased linearly among treatments. No significant changes in the percentages of water, protein and fat and deposition of fat in carcass were observed by increasing the levels of lysine in the diet. On the other hand, the deposition of protein in the carcass increased linearly among treatments. In the experiment III, forty barrows with high genetic potential for lean gain and initial and final body weights of 60.43 ± 1.56 kg and 96.66 ± 3.22 kg, respectively, were used and the levels of digestible lysine were 0.70; 0.80; 0.90 and 1.00%. No effects of treatments were observed for feed intake in the present trial. However, significant quadratic effects were found for weight gain and concentration of plasma urea of animals with quadratic effects maximum of 0.87 and 0.83% of lysine, respectively. The treatments effected quadratically feed:gain ratio, with quadratic minimum of 0.93% of lysine. Intake of digestible lysine increased linearly among treatments. No significant changes in carcass length, *longissimus* muscle area, fat depth (10th rib), lean percentage, fat income, ham percentage, *longissimus* percentage were observed increasing the levels of lysine in the diet. On the other hand, carcass yield decreased linearly among treatments and muscle feed:gain was responded quadratically, with quadratic maximum at 0.94% of lysine. It can be concluded that the levels of digestible lysine that provided the best results of performance and carcass characteristics of barrows from 15 to 30 kg, 30 to 60 kg and 60 to 95 kg, were 1.12%, 1.10% and 0.94% of true digestible lysine, respectively, corresponding to digestible lysine intake of 12.03 g/day (3.42 g of Lys/Mcal of ME), 21.94 g/day (3.40 g of Lys/Mcal of ME) and 26.48 g/day (2.86 g of Lys/Mcal of ME), respectively.

Key Words: amino acids, carcass, gender, genotype, swine, urea.

1. INTRODUÇÃO GERAL

As características genéticas dos suínos têm mudado significativamente nas últimas décadas. No princípio, a seleção genética teve como base apenas os critérios produtivos, como a obtenção de animais com maiores velocidades de crescimento. Atualmente, são enfocados também outros critérios, relacionados à qualidade da carcaça e à quantidade e qualidade da carne e da gordura produzidas. Assim, a moderna suinocultura trabalha com animais de linhagens especializadas para produção de maior rendimento de carne na carcaça.

A taxa de crescimento magro dos suínos é influenciada pelo consumo de energia. De acordo com Schinckel & Eisenstein (2000), a deposição de proteína, em função do consumo de energia, aumenta até atingir um platô, o qual é determinado pelo potencial genético do animal. Quando o limite genético de deposição de músculos é atingido, o consumo em excesso de energia irá promover a deposição de gordura na carcaça (Bellaver & Viola, 1997).

A resposta de deposição de tecido magro em função do consumo de energia só será eficientemente obtida se o aporte de aminoácidos for suficiente

para permitir a expressão genética do animal. A lisina dietética tem sido considerada o nutriente que mais influencia a deposição de proteína pelos suínos em crescimento. Isto se deve à sua constância na proteína corporal e sua destinação metabólica preferencial para a deposição de tecido magro (Kessler, 1998). Assim, os fatores que afetam a taxa de deposição de proteína podem influenciar a exigência de lisina de animais selecionados para alta taxa de deposição de carne magra na carcaça. Dentre estes fatores, destacam-se o genótipo, o sexo e o estágio de crescimento (categoria) do animal.

Uma linhagem com alta capacidade para a síntese de tecido magro pode apresentar maior exigência de lisina disponível por kcal de energia disponível do que linhagens de menor capacidade de deposição de tecido magro. Stahly et al. (1994), trabalhando com suínos dos 22 aos 109 kg, com baixo, médio e alto potencial genético para eficiência alimentar e deposição de carne magra, demonstraram que os animais de alto potencial exigem níveis mais elevados de lisina na ração para maximizar o desempenho e a deposição de carne na carcaça. Da mesma forma, Gasparotto et al. (2001), trabalhando com dois grupos genéticos de suínos em crescimento, um melhorado e outro comum, encontraram exigência de lisina total de 1,00 e 0,75%, respectivamente.

Segundo Knabe (1996), a maior exigência de aminoácidos de suínos em crescimento-terminação com alta taxa de deposição de carne é devida à maior síntese protéica e à mais alta exigência de aminoácidos para manutenção, em razão de sua maior massa muscular e ao menor consumo de alimento.

O sexo é outro fator que tem influência na deposição de carne magra em suínos. Em um sistema de produção, os animais em crescimento-terminação

estão divididos em três categorias sexuais: machos inteiros, machos castrados e fêmeas. De modo geral, os diferentes grupos sexuais apresentam performances diferenciadas em virtude da alimentação (Ekstrom, 1991), o que seria uma comprovação de que as exigências nutricionais dos grupos sexuais são também diferentes.

Trabalhando com níveis diferentes de proteína bruta, Critser et al. (1995) verificaram maior ganho de peso diário e eficiência alimentar para fêmeas do que para machos castrados quando aumentaram a porcentagem de proteína bruta na ração, indicando melhor utilização da proteína dietética para aumento de peso corporal. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por outros autores (Christian et al., 1980; Cromwell et al., 1993). Segundo Hahn et al. (1995), fêmeas são mais eficientes na deposição de proteína quando comparadas com os machos castrados, em função das diferenças no apetite e partição de nutrientes para o ganho de peso (relação tecido muscular:tecido adiposo).

Com base em revisão de literatura, Xue et al. (1997) relataram que machos inteiros apresentam maiores exigências de proteína e lisina dietética quando comparados a machos castrados. Para uma mesma faixa de peso, de 25 a 55 kg, machos castrados e marrãs requerem exigências menores de lisina do que machos inteiros. Donzele et al. (1992 a,b) recomendaram 0,89 e 0,91% de lisina para machos inteiros e fêmeas, respectivamente.

Em outra revisão, Quiniou et al. (1999) relataram uma superioridade de machos inteiros em depositar proteína corporal, seguidos pelas fêmeas e, por último, pelos machos castrados. A castração dos machos causa uma redução na deposição diária de proteína e um aumento de lipídios quando estes são

alimentados *ad libitum*, e, em consequência, há uma diminuição das necessidades diárias de lisina, um incremento das necessidades energéticas e uma diminuição da relação Lisd/ED (Noblet & Quiniou, 2001).

Animais na fase inicial de crescimento parecem não possuir exigências nutricionais diferenciadas de acordo com o sexo. Moretto et al. (1998), trabalhando com leitões dos 15 aos 30 kg, não verificaram variação na exigência de lisina entre machos inteiros e fêmeas. Segundo Campbell et al. (1988) e Pupa et al. (2002), as diferenças nas exigências nutricionais, segundo o sexo, começam a ocorrer a partir de 35 e 30 kg, respectivamente.

Existem diferenças no crescimento e nas características de carcaça entre as três categorias sexuais trabalhadas na suinocultura. Cromwell et al. (1993), comparando características de carcaça de machos castrados e fêmeas, em um total de 2.328 animais, constataram maior área de olho de lombo e maior porcentagem de músculo nas fêmeas em relação aos machos castrados, que, por sua vez, apresentaram maior espessura de toucinho. Resultados semelhantes foram verificados por Wagner et al. (1999), Eggert et al. (1996) e Coffey et al. (2001).

Com relação ao crescimento dos suínos, o modelo de curva sigmóide é o mais aceito para explicar o ganho de peso dos suínos em função da idade. Fases de aceleração e desaceleração, unidas por um período de crescimento linear, antecedem um platô à maturidade. Segundo De Lange et al. (2001), a taxa de crescimento aumenta até cerca de 50 kg de peso corporal e é relativamente constante entre 50 e 80 kg, passando a diminuir até próxima de zero quando o animal atinge o peso à maturidade.

O crescimento de tecido magro e, por conseguinte, as exigências de lisina em g/dia seguem o modelo curvilíneo do ganho de peso dos suínos. Em termos absolutos, o crescimento de tecido magro é pequeno no início, aumentando rapidamente e alcançando o máximo entre os 40 e 75 kg de peso corporal, para então diminuir com diferentes intensidades (Schinckel et al., 1996).

Por outro lado, as exigências de lisina, em porcentagem da ração, diminuem à medida que o animal aumenta de idade ou peso devido a diferenças na capacidade voluntária de alimento entre os animais nas diferentes fases de crescimento. Suínos na fase inicial de crescimento apresentam menor capacidade voluntária de alimento, daí exigirem rações mais concentradas em aminoácidos do que animais na fase de terminação.

O National Research Council-NRC (1998) faz recomendações de aminoácidos para suínos destinados ao abate, em seis diferentes intervalos de peso, entre os 3 e 120 kg. Apenas a partir de 50 kg, o NRC (1998) recomenda exigências diferentes, segundo o sexo dos animais. Rostagno et al. (2005) preconiza exigências de aminoácidos iguais para suínos machos castrados e fêmeas dos 4 aos 15 kg, considerando, a partir dos 15 kg, cinco faixas de peso para machos castrados e quatro intervalos de peso para fêmeas, com diferentes exigências de aminoácidos.

As exigências de lisina dos suínos podem ser estabelecidas em g/dia a partir do conhecimento da deposição de proteína no corpo do animal. A deposição de proteína corporal, quando associada ao conteúdo de água, é caracterizada na literatura de diferentes maneiras: crescimento muscular, crescimento de tecido magro, crescimento de carne magra e rendimento de

carne magra. A partir de experimentos de desempenho, determina-se o melhor nível de lisina que proporciona maior taxa de deposição de tecido magro ou de proteína na carcaça do animal.

A maioria das exigências de lisina para suínos em crescimento tem sido estimada em experimentos nos quais os níveis de lisina das rações foram obtidos por alterações nas proporções de milho e farelo de soja, resultando quase sempre em rações com deficiências de outros aminoácidos essenciais. Neste sentido, é possível que o nível de lisina estimado não seja o real para a categoria em estudo. Em rações para suínos, quando o nível de suplementação de um aminoácido essencial é inadequado e o de lisina suficiente, as respostas dos animais podem estar limitadas pelo aminoácido deficiente.

Rações práticas para suínos podem conter considerável excesso de alguns aminoácidos essenciais (Parsons & Baker, 1994). O excesso de aminoácidos na ração representa um gasto extra de energia para sua metabolização, implicando em aumento do custo de produção (Gasparotto et al 2001). Além disso, o excesso de nutrientes é indesejável, pois compromete o ambiente pela excreção do excesso de nitrogênio nos dejetos. Assim, o desenvolvimento de rações balanceadas, conforme o conceito de proteína ideal, tem recebido atenção nos últimos anos.

Conceitualmente, proteína ideal trata-se do balanço ideal de aminoácidos da dieta, capaz de prover, sem deficiências nem excessos, as exigências de todos os aminoácidos necessários à perfeita manutenção e crescimento da espécie (Zaviezo, 1998). O conceito prevê a relação entre os aminoácidos essenciais e a lisina, considerada como padrão (100) em virtude de ser utilizada basicamente para a síntese protéica, sendo o componente

principal do tecido magro de suínos. Além disso, existem muitas informações sobre a concentração e a digestibilidade da lisina nos alimentos. Assim, uma vez que a necessidade de lisina tenha sido estabelecida, as relações dos outros aminoácidos com a lisina, definidas pela proteína ideal, podem ser usadas para calcular as necessidades dos outros aminoácidos essenciais.

Segundo Yen et al. (1986), na formulação de rações experimentais, o mais adequado seria utilizar o conceito de proteína ideal, ou seja, a mudança na concentração da lisina da ração, por exemplo, deve ser acompanhada por uma alteração proporcional dos demais aminoácidos essenciais, evitando, com isso, variações nas respostas dos animais.

Determinando a exigência de lisina para leitões de mesmo potencial genético, dos 30 aos 60 kg, Fontes (1999) encontrou diferentes recomendações de lisina digestível em ensaios distintos, em que as rações experimentais foram formuladas utilizando ou não o conceito de proteína ideal. A menor recomendação verificada quando não se utilizou o conceito de proteína ideal pode ter sido ocasionada pela deficiência de outros aminoácidos essenciais à medida que os níveis de lisina sintética foram aumentados nas rações experimentais.

No Brasil existe carência de informações sobre a exigência de lisina de suínos machos castrados com elevado potencial genético para produção de carne magra nas diferentes fases de crescimento, baseada na taxa de deposição de proteína na carcaça. Assim, este trabalho foi conduzido com o objetivo de determinar a exigência nutricional de lisina digestível, utilizando o conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados, com alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça, dos 15 aos 95 kg de peso.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELLAVER, C; VIOLA, E.S. Qualidade de carcaça, nutrição e manejo nutricional. **In:** VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 1997, Foz do Iguaçu-PR. **Anais...** Foz do Iguaçu: ABRAVES, 1997, p.152-158.
- CAMPBELL, R.G.; TAVERNER, M.R. Genotype and sex effects on the relationship between energy-intake and protein deposition in growing-pigs. **Journal of Animal Science**. v.66, p.676-686, 1988.
- CHRISTIAN, L.L.; STROCK, K.L.; CARLSON, J.P. Effects of protein, breed cross, sex and slaughter weight on swine performance and carcass traits. **Journal of Animal Science**., v. 51, p.51-58, 1980.
- COFFEY, R.D.; PARKER, G.R.; LAURENT, K.M. Feeding growing-finishing pigs to maximize lean growth rate. Disponível em: www.ca.uky.edu/agc/pubs/asc/asc147/asc147.htm, 2001, acessado em 23/02/2001.
- CRITSER, D.J.; MILLER, P.S.; LEWIS, A.J. The effects of dietary protein concentration on compensatory growth in barrows and gilts. **Journal of Animal Science**, v.73, p. 3376-3383, 1995.
- CROMWELL, G.L.; CLINE, T.R.; CRENSHAW, J.D..The dietary protein and (or) lysine requirements of barrows and gilts. **Journal of Animal Science**, v.71, p.1510-1519, 1993.
- De LANGE, C.F.M.; BIRKETT,S.H.; MOREL, P.C.H. Protein, fat, and bone tissue growth in swine. **In:** LEWIS, A.J. & SOUTHERN, A.J. **Swine Nutrition**, CRC Press LLC, USA, p.65-81, 2001.
- DONZELE, J.L.; FREITAS, R.T.; LOPES, D.C. Níveis de lisina para suínos machos inteiros de 30 a 60 kg de peso vivo. **In:** REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA,29^a, 1992, Lavras-MG, **Anais...** ,p.354,1992 a.

- DONZELE, J.L.; FREITAS, R.T.; LOPES, D.C. Níveis de lisina para leitoas da raça Landrace dos 30 a 60 kg de peso vivo. **In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, 29^a, 1992, Lavras-MG, **Anais...**, p.354, 1992b.
- EGGERT, J.M.; SHEISS, E.B.; SCHINCKEL, A.P. et al. Effects of genotype, sex, slaughter weight, and dietary fat on pig growth, carcass composition, and pork quality. 1996. Disponível em: www.ansc.purdue.edu/swine/swineday/sday96/psd12-96.htm, (acessado em 20/03/2001).
- EKSTROM, K.E. Genetic and sex considerations in swine nutrition. **In: MILLER, E.R., ULLREY, D.E., LEWIS, A.J. Swine Nutrition**, Butterworth-Heinemann, USA, p.415-424, 1991.
- FONTES, D.O. **Lisina para leitoas selecionadas geneticamente para deposição de carne magra na carcaça, dos 15 aos 95 kg**. Viçosa, MG: UFV, 1999. 101 p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- GASPAROTTO, L.F.; MOREIRA, I.; FURLAN, A.C., et al. Exigência de lisina, com base no conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados de dois grupos genéticos, na fase de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.30, p.1742-1749, 2001.
- HAHN, J.D.; BIEHL, R.R.; BAKER, D.H. Ideal digestible lysine for early-finishing and late-finishing swine. **Journal of Animal Science**. v.73, p.773-784, 1995.
- KESSLER, A.M. Exigências nutricionais para máximo rendimento de carne em suínos. **In: SIMPÓSIO SOBRE RENDIMENTO E QUALIDADE DA CARNE SUÍNA**, 1998, Concórdia-SC, **Anais...** Concórdia, 1998. p.18-25.
- KNABE, D.A. Optimizing the protein nutrition of growing-finishing pigs. **Livestock Production Science**, v.60, p.331-341, 1996.
- MORETTO, V. **Níveis de lisina para suínos, da raça landrace, de 15 a 30 kg de peso**. Viçosa, MG: UFV, 1998, 48p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Committee Animal Nutrition. **Nutrient requirements of swine**. 10 ed. Washingorn: National Academic Press, 1998. 189p.
- NOBLET, J.; QUINIQU, N. Principais fatores de variação das necessidades de aminoácidos dos suínos em crescimento. **In: WORKSHOP LATINO-AMERICANO AJINOMOTO BIOLATINA**, I **Anais...** Foz do Iguaçu, PR-Brasil, p. 134-142, 2001.
- PARSONS, C.M.; BAKER, D.H. The concept and use of ideal proteins in the feeding of nonruminants. **In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE NÃO RUMINANTES**, 1994. Maringá, Anais... Maringá, 1994. p.119-128.
- PUPA, J.M.R.; TEIXEIRA, A.O.; NOGUEIRA, E.T.; LOPES, D.C. Atualização sobre nutrição de suínos em crescimento e terminação. **In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA**, I 2002, Foz do Iguaçu, PR. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2002, p.145-164.

- QUINIQU, N.; NOBLET, J.; DOURMAD, J.Y. et al. Influence of energy supply on growth characteristics in pigs and consequences for growth modeling. **Livestock Production Science**, v. 60, p.317-328, 1999.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**: Viçosa, MG:UFV, 2005. 186p.
- SCHINCKEL, A.P.; EINSTEIN, M.E. Concepts of pig growth and composition. 2000. Disponível em: www.anse.purdue.edu/swine/porkpage/growth/pubs , (acessado em 22/0/2001).
- SCHINCKEL, A.P.; PRECKEL, M.E.; EINSTEIN, M.E. Prediction of daily protein accretion rates of pigs from estimates of fat-free lean gain between 20 & 120 kilograms live weight. **Journal of Animal Science**, v.74, p.498-503, 1996.
- STAHLY, T.S.; WILLIAMS, N.H.; SWENSON, N.H. Impact of genotype and dietary regimen on growth of pigs from 6 to 25 kg. **Journal of Animal Science**, v.72 (Suppl. 1), p.165, 1994.
- WAGNER, J.R.; SCHINCKEL, A.P.; CHEN, W. et al. Analysis of body composition changes of swine during growth and development. **Journal of Animal Science**, v.77, p.1442-1466, 1999.
- XUE, J.L.; DIAL, G.D.; PETTIGREW, J.E. Performance, carcass, and meat quality advantages of boars over barrow: a literature review. **Swine Health and Production**, v.5, p.21-28, 1997.
- YEN, H.T.; COLE, D.J.A.; LEWIS, D. Aminoacid requirements of growing pigs. 7. The response of pigs from 25 to 55 kg live weight to dietary ideal protein. **Animal Production**, v.43, p.141-154, 1986.
- ZAVIEZO, D. Proteína ideal – novo conceito nutricional na formulação de rações para aves e suínos. **Avicultura industrial**, outubro, 1998.

NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES, UTILIZANDO O CONCEITO DE PROTEÍNA IDEAL, PARA SUÍNOS MACHOS CASTRADOS DE ALTO POTENCIAL GENÉTICO, DOS 15 AOS 30 KG

Resumo – Foram utilizados 40 leitões machos castrados, com alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça e peso inicial e final de $15,76 \pm 0,93$ e $30,23 \pm 1,56$ kg, respectivamente, para avaliar o efeito de níveis de lisina digestível, utilizando o conceito de proteína ideal, sobre o desempenho e a composição da carcaça. Os animais foram distribuídos em delineamento de blocos ao acaso, com quatro tratamentos, cinco repetições e dois animais por unidade experimental. Os tratamentos corresponderam a uma ração basal com 19,46% de proteína bruta e 3.280 kcal de EM/kg, suplementada com L-lisina HCL, resultando em rações com 0,90; 1,00; 1,10 e 1,20% de lisina digestível. As rações foram suplementadas com níveis crescentes de aminoácidos sintéticos, resultando em rações nas quais as relações entre metionina + cistina, treonina, triptofano e valina com a lisina se mantiveram constantes em 60, 60, 19 e 69%, respectivamente, com base na digestibilidade verdadeira. Não se observou efeito dos tratamentos sobre o consumo de ração diário e sobre concentração de uréia no plasma dos animais. Observou-se efeito quadrático dos níveis de lisina digestível sobre o ganho de peso diário, que aumentou até o nível estimado de 1,10% de lisina na ração e sobre a conversão alimentar, que melhorou até o nível estimado de 1,12%. Houve efeito dos tratamentos sobre o consumo de lisina diário, que aumentou de forma linear. Os tratamentos não influenciaram as porcentagens de água, de proteína e de gordura da carcaça dos animais. As deposições de proteína e de gordura na carcaça foram influenciadas de forma quadrática, aumentando até os níveis estimados de 1,12% e 1,08% de lisina digestível, respectivamente. Concluiu-se que o nível de lisina digestível que proporcionou os melhores resultados de desempenho e características de carcaça de suínos machos castrados, com alto potencial genético, dos 15 aos 30 kg, foi de 1,12% de lisina digestível, correspondente a um consumo de lisina digestível de 12,03 g/dia (3,42g de Lis/Mcal de EM).

Palavras-chave: aminoácidos, carcaça, fase inicial, genótipo, leitões, uréia.

DIGESTIBLE LYSINE LEVELS IN DIETS, USING THE IDEAL PROTEIN CONCEPT, FOR BARROWS WITH HIGH GENETIC POTENTIAL, FROM 15 TO 30 KG

Abstract – Forty barrows with high genetic potential for lean gain and initial and final body weights of 15.76 ± 0.93 kg and 30.23 ± 1.56 kg, respectively, were used to evaluate the effect of digestible lysine levels, using the ideal protein concept, on the performance and carcass composition. The animals were assigned to a randomized blocks design, with four treatments, five replicates and two animals per experimental unity. The treatments were composed of a basal diet containing 19.46% crude protein and 3,280 kcal of ME/kg, that were supplemented with different levels of HCL-L-Lysine, resulting in diets with 0.90; 1.00; 1.10 and 1.20% of digestible lysine. The diets were supplemented with increasing levels of synthetic amino acids, resulting in diets in which methionine + cystine, threonine, tryptophan and valine:lysine ratios were constant in 60, 60, 19 e 69%, respectively, based on true digestibility. No effects of treatments were observed for both feed intake and concentration of plasma urea in the present trial. However, significant quadratic effects were found for weight gain and feed:gain ratio with quadratic maximum and minimum of 1.10% and 1.12% of lysine, respectively. Intake of digestible lysine increased linearly among treatments. No significant changes in the percentages of water, protein and fat were observed by increasing the levels of lysine in the diet. On the other hand, the depositions of protein and fat in the carcass responded quadratically with quadratic maxima at 1.12 and 1.08%, respectively. It can be concluded that the level of digestible lysine that provided the best results of performance and carcass characteristics of barrows, high genetic potential, from 15 to 30 kg was 1.12% of true digestible lysine, corresponding to digestible lysine intake of 12.03 g/day (3.42 g of Lys/Mcal of ME).

Key Words: amino acids, carcass, genotype, nursery phase, piglets, urea.

Introdução

O crescimento dos suínos é resultado de uma série de processos biológicos, sendo que o genótipo determina o nível máximo em que estes processos ocorrem. O processo metabólico mais importante é a retenção de nitrogênio, representada pela deposição de proteína na carcaça.

A deposição de proteína corporal, quando associada ao conteúdo de água, é caracterizada na literatura de diferentes maneiras: crescimento muscular, crescimento de tecido magro, crescimento de carne magra e rendimento de carne magra.

O crescimento de tecido magro segue o modelo curvilíneo do ganho de peso dos suínos (Ellis, 1998). Em termos absolutos, o crescimento de tecido magro é pequeno no início, aumentando rapidamente e alcançando o máximo entre os 40 e 75 kg de peso corporal, para então diminuir com diferentes intensidades (Schinckel & De Lange, 1996).

Os novos genótipos de suínos que são introduzidos no mercado têm como uma das principais características econômicas a maior deposição de carne magra na carcaça. Como o aumento do tecido magro é o principal objetivo da criação de suínos para o abate, ele representa o fator que mais influencia as exigências de aminoácidos para suínos, principalmente de lisina. Essas exigências são influenciadas por diferentes fatores tais como genética, peso corporal, sexo e ambiente (temperatura, *status* sanitário, etc). Assim, durante o estabelecimento das necessidades de proteína e aminoácidos, estes fatores devem ser considerados.

A lisina dietética é considerada o nutriente que mais influencia a deposição de proteína pelos suínos em crescimento; isto se deve à sua constância na proteína corporal e à sua destinação metabólica preferencial para a deposição de tecido magro (Kessler, 1998). Assim, a exigência de lisina para suínos pode ser obtida a partir da taxa de deposição de proteína na carcaça dos animais.

Em rações de suínos, quando o nível de suplementação de um aminoácido essencial é inadequado e o de lisina suficiente, as respostas dos animais podem estar limitadas pelo aminoácido deficiente. Desse modo, em experimentos para a determinação da exigência de lisina, é fundamental que se considere o balanço ideal dos aminoácidos nas rações experimentais (proteína ideal) para evitar variação nas respostas dos animais.

No Brasil existe carência de informações sobre o nível de lisina digestível que possibilita a maior deposição de proteína na carcaça de suínos com elevado potencial genético para produção de carne magra na fase inicial de crescimento. Assim, esse trabalho foi conduzido com o objetivo de determinar a exigência de lisina digestível, utilizando o conceito de proteína ideal, de suínos machos castrados, com alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça, dos 15 aos 30 kg de peso.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

Foram utilizados 40 suínos machos castrados com alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça, com peso inicial de $15,76 \pm 0,93$ kg, distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro tratamentos (níveis de lisina digestível), cinco repetições e dois animais por unidade experimental. Na distribuição dos animais dentro de cada bloco, foi adotado, como critério, o peso dos animais.

Os animais foram alojados em gaiolas metálicas suspensas, com piso e laterais telados, dotadas de comedouros semi-automáticos e bebedouros tipo chupeta, localizadas em prédio de alvenaria, com piso de concreto e teto de madeira rebaixado.

As rações experimentais (Tabela 1) foram formuladas à base de milho e farelo de soja e suplementadas com minerais e vitaminas, para atender às exigências dos animais, de acordo com Rostagno et al. (2000), exceto para proteína bruta e lisina. Os tratamentos, que consistiram de diferentes níveis de lisina digestível, foram obtidos a partir da inclusão de três níveis de L-Lisina HCl em substituição ao amido, resultando em rações experimentais com 0,90; 1,00; 1,10 e 1,20% de lisina digestível.

Em cada nível de lisina avaliado, procurou-se manter a relação da metionina + cistina, triptofano e valina com a lisina, conforme proteína ideal preconizada por Rostagno et al. (2000), e a relação da treonina com a lisina, conforme proteína ideal recomendada pelo NRC (1998), para suínos na fase inicial de crescimento. As rações e a água foram fornecidas à vontade.

Tabela 1 – Composições centesimal e nutricional das rações experimentais

| Ingredientes | Níveis de lisina digestível (%) | | | |
|---|---------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| | 0,90 | 1,00 | 1,10 | 1,20 |
| Milho | 57,050 | 57,050 | 57,050 | 57,050 |
| Farelo de soja | 31,970 | 31,970 | 31,970 | 31,970 |
| Açúcar | 3,000 | 3,000 | 3,000 | 3,000 |
| Amido | 1,000 | 0,796 | 0,547 | 0,227 |
| Óleo de soja | 2,750 | 2,750 | 2,750 | 2,750 |
| Fosfato bicálcico | 1,750 | 1,750 | 1,750 | 1,750 |
| Calcário | 0,720 | 0,720 | 0,720 | 0,720 |
| L-Lisina H-Cl | --- | 0,127 | 0,254 | 0,381 |
| DI-Metionina | --- | 0,046 | 0,107 | 0,168 |
| L-Treonina | --- | 0,031 | 0,092 | 0,153 |
| L-Triptofano | --- | --- | --- | 0,020 |
| L-Valina | --- | --- | --- | 0,051 |
| Sal comum | 0,350 | 0,350 | 0,350 | 0,350 |
| Premix mineral ¹ | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 |
| Premix vitamínico ² | 0,300 | 0,300 | 0,300 | 0,300 |
| Promotor de crescimento ³ | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| BHT | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| Composição nutricional calculada⁴ | | | | |
| Energia digestível (kcal/kg) | 3.465 | 3.465 | 3.465 | 3.465 |
| Energia metabolizável (kcal/kg) | 3.280 | 3.280 | 3.280 | 3.280 |
| Proteína bruta (%) | 19,460 | 19,630 | 19,840 | 20,060 |
| Lisina total (%) | 1,031 | 1,133 | 1,234 | 1,335 |
| Lisina digestível (%) ⁵ | 0,900 | 1,000 | 1,100 | 1,200 |
| Metionina + cistina digestível (%) ⁵ | 0,554 | 0,600 | 0,660 | 0,720 |
| Treonina digestível (%) ⁵ | 0,570 | 0,600 | 0,660 | 0,720 |
| Triptofano digestível (%) ⁵ | 0,213 | 0,213 | 0,213 | 0,230 |
| Valina digestível (%) ⁵ | 0,784 | 0,784 | 0,784 | 0,834 |
| Cálcio (%) | 0,830 | 0,830 | 0,830 | 0,830 |
| Fósforo disponível (%) | 0,430 | 0,430 | 0,430 | 0,430 |
| Sódio (%) | 0,180 | 0,180 | 0,180 | 0,180 |

¹ Conteúdo/kg de produto: Ca (98,80 g); Co (185 mg); Cu (15.750 mg); Fe (26.250 mg); I (1.470 mg); Mn (41.850 mg); Zn (77.999 mg).

² Conteúdo/kg de produto: Ácido Fólico (420 mg); Ácido Pantotênico (7.350 mg); Antioxidante (BHT) (1.500 mg); Biotina (16,56 mg); Colina (126 g); Niacina (13.650 mg); Piridoxina (700 mg); Riboflavina (2.100 mg); Selênio (136,50 mg); Tiamina (700 mg); Vitamina A (2.800 UI); Vitamina B12 (11.550 mcg); Vitamina D3 (1.050 UI); Vitamina E (10.500 mg) e Vitamina K3 (2.800 mg).

³ Olaquinox: 11.000 mg/kg.

⁴ Composição calculada, segundo Rostagno et al. (2000).

⁵ Valores estimados com base nos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos dos ingredientes, de acordo com Rostagno et al. (2000).

As rações, as sobras e os desperdícios foram pesados semanalmente e os animais pesados, no início e no final do período experimental, quando atingiram $30,23 \pm 1,56$ kg de peso, para determinação do consumo de ração e de lisina, ganho de peso e conversão alimentar.

Ao final do experimento, um animal de cada unidade experimental, com peso mais próximo da média da gaiola, foi utilizado para avaliar a composição química e as deposições de proteína e de gordura na carcaça. Após jejum de 24 horas, os animais foram abatidos por sangramento, depilados com lanças-chamas e faca e eviscerados. As carcaças inteiras, incluindo cabeça e pés, foram pesadas. Posteriormente, a metade direita de cada carcaça foi triturada por vinte minutos, em *Cutter* comercial de 30 HP e 1.775 revoluções por minuto. Após homogeneização, foram retiradas amostras para análises, conforme metodologia descrita por Donzele et al. (1992) e armazenadas a -12°C .

O outro animal da unidade experimental, após jejum alimentar de 24 horas, recebeu ração à vontade por uma hora. Após esse período, estes animais retornaram ao jejum alimentar e hídrico por mais cinco horas, quando, então, foi feita a coleta de sangue por meio de punção do *sinus orbital*. O sangue foi centrifugado a 3000 rpm, durante quinze minutos, para a obtenção do plasma, que em seguida foi armazenado em congelador para posterior determinação da concentração de uréia plasmática (UPL) por meio de processo enzimático, via *Kit* comercial.

Um grupo adicional de quatro animais, da mesma linhagem, com peso de $15,00 \pm 0,27$ kg, foi abatido para se determinar a composição da carcaça dos suínos no início do experimento.

Devido ao alto teor de gordura, as amostras das carcaças dos animais foram submetidas à pré-secagem em estufa com ventilação forçada a 60°C, por 72 horas, seguidas de pré-desengorduramento pelo método a quente, por quatro horas, em extrator tipo *Soxhlet*. As amostras pré-secas e pré-desengorduradas foram então moídas em moinho de bola, acondicionadas em vidros e conservadas em geladeira para análises posteriores. A água e a gordura retiradas durante o preparo inicial das amostras foram consideradas durante os cálculos de água, proteína e gordura da carcaça.

As análises dos ingredientes das rações e da água e de proteína e gordura das carcaças dos animais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV, de acordo com as técnicas descritas por Silva (1990).

As deposições de proteína e de gordura nas carcaças foram calculadas comparando-se as composições das carcaças dos animais no início e no fim do período experimental.

As análises estatísticas das variáveis de desempenho, das concentrações de uréia no plasma dos animais, da composição da carcaça e das deposições de proteína e gordura nas carcaças foram realizadas utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genética – SAEG, desenvolvido na UFV (1997).

As estimativas de exigência de lisina digestível foram determinadas por meio de análises de regressão linear e quadrática.

Resultados e discussão

Os resultados de desempenho, consumo de lisina digestível diário e a concentração de uréia no plasma de suínos machos castrados, dos 15 aos 30 kg, em função do nível de lisina na ração, encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 – Desempenho, consumo de lisina digestível diário e nível de uréia no plasma de suínos machos castrados dos 15 aos 30 kg, em função do nível de lisina da ração

| Parâmetro | Níveis de lisina digestível (%) | | | | CV (%) |
|---|---------------------------------|-------|-------|-------|--------|
| | 0,90 | 1,00 | 1,10 | 1,20 | |
| Consumo de ração diário (g) | 1.042 | 1.092 | 1.097 | 1.057 | 10,34 |
| Consumo de lisina digestível (g/dia) ¹ | 9,38 | 10,92 | 12,07 | 12,68 | 11,42 |
| Ganho de peso diário (g) ² | 607 | 732 | 778 | 731 | 7,03 |
| Conversão alimentar (g/g) ³ | 1,72 | 1,49 | 1,41 | 1,45 | 8,16 |
| Uréia plasmática (mg/dL) | 33,35 | 32,51 | 30,01 | 39,18 | 21,47 |

¹ Efeito linear (P<0,01).

^{2,3} Efeito quadrático, P<0,01 e P<0,05, respectivamente.

O consumo de ração diário (CRD) não foi influenciado (P>0,05) pelos níveis de lisina da ração. Este resultado foi semelhante aos encontrados por Souza (1997), Moretto et al. (2000), Kendall et al. (2003) e Urynek & Buracnewska (2003).

Avaliando o aumento da relação lisina:caloria, Smith et al. (1999), utilizando leitões de 10 a 25 kg, e Roth et al. (1999), trabalhando com leitões de 8 a 30 kg, também não observaram efeito dos tratamentos sobre o CRD dos animais.

Segundo Edmonds & Baker (1987), suínos podem tolerar consideráveis excessos de aminoácidos, principalmente lisina, sem apresentar variações significativas no consumo alimentar.

Outra justificativa para a não-variação do CRD seria a manutenção das relações dos principais aminoácidos digestíveis com a lisina por meio da suplementação das rações com aminoácidos sintéticos, evitando possível desbalanço de aminoácidos. Segundo D'Mello (1993), o desbalanço de aminoácidos tem como um dos sintomas característicos a redução no consumo de alimento. Henry (1985), em artigo de revisão, concluiu que o consumo de alimento pode ser negativamente influenciado por deficiência de aminoácido limitante ou por excessivo suprimento de proteína ou aminoácidos.

Por outro lado, James et al. (2002) e Fontes et al. (2005) verificaram que o CRD variou de forma linear e quadrática, respectivamente, em razão do nível de lisina na ração. Nesses trabalhos, entretanto, o aumento dos níveis de lisina não foi acompanhado por aumentos nas concentrações dos demais aminoácidos essenciais, o que pode ter levado a desbalanço de aminoácidos e explicar, em parte, os resultados diferentes ao verificado neste estudo.

Com relação ao consumo de lisina digestível diário (CLD), observou-se aumento linear ($P < 0,001$) em razão do aumento do nível de lisina das rações (Figura 1). Resultados semelhantes ao deste estudo foram encontrados por Souza (1997), Moretto et al. (2000), Colina et al. (2003) e Fontes et al. (2005). Como o consumo de ração pelos animais não variou significativamente entre os tratamentos, o aumento do consumo de lisina digestível ocorreu em razão direta dos aumentos de suas concentrações nas rações.

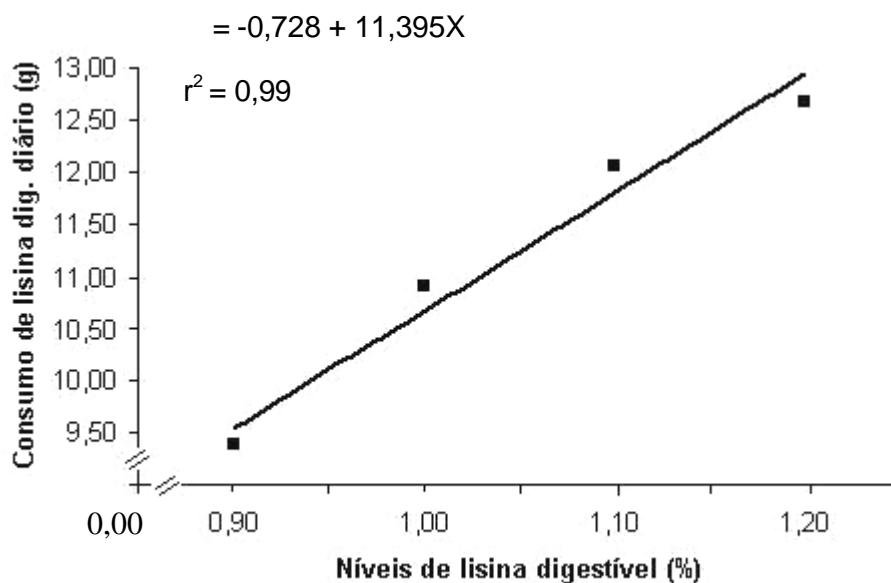


Figura 1 – Efeito dos níveis de lisina digestível da ração sobre o consumo de lisina digestível diário de suínos machos castrados de 15 a 30 kg.

Os tratamentos influenciaram ($P < 0,01$) o ganho de peso diário (GPD) de forma quadrática, que aumentou até o nível estimado de 1,10% de lisina digestível, correspondente a um consumo de lisina digestível de 11,81 g/dia (Figura 2). Resultado semelhante ao deste estudo foi encontrado por James et al. (2002), quando trabalharam com leitões de 12 a 20 kg, e por Fontes et al. (2005) com leitões dos 15 aos 30 kg.

Outros autores, como Moretto et al. (2000), trabalhando com suínos machos inteiros e fêmeas, dos 15 aos 35 kg, e Merino et al. (2003), trabalhando com suínos machos castrados na fase inicial, também observaram efeito positivo dos níveis de lisina da ração sobre o GPD dos animais. Em contrapartida, Souza (1997) e Urynek & Buracnewska (2003), avaliando níveis de lisina para suínos machos castrados na fase inicial, não verificaram efeito dos tratamentos sobre o GPD dos animais.

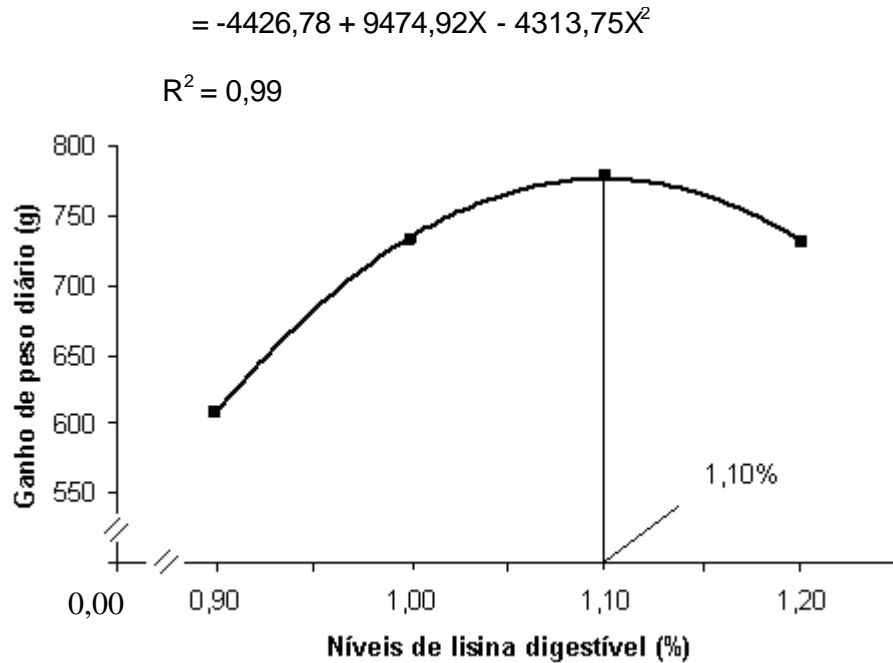


Figura 2 – Efeito dos níveis de lisina digestível da ração sobre o ganho de peso diário de suínos machos castrados de 15 a 30 kg.

A diferença de respostas de GPD de suínos, constatada entre os trabalhos, pode estar relacionada, entre outros fatores, a diferenças no padrão genético dos animais quanto ao potencial de crescimento muscular (Stahly et al., 1994).

O comportamento obtido para o GPD dos animais neste estudo, em função do nível de lisina da ração, revela que suínos com alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça respondem a níveis crescentes de lisina até o ponto determinado pelo potencial genético.

O nível de lisina digestível que proporcionou os melhores resultados de GPD dos animais (1,10%) situa-se acima dos níveis de 1,08% e 0,84% obtidos por Souza (1997) e Moretto et al. (2000), respectivamente, quando trabalharam com animais de 15 a 30 kg. As diferenças na capacidade genética de deposição de proteína podem explicar as diferenças entre os estudos. Segundo

Friesen et al. (1994), além da mais elevada capacidade de deposição de proteína, suínos melhorados possuem menor consumo de ração, o que pode justificar mais altas exigências de lisina em porcentagem da ração. Por outro lado, Fontes et al. (2005), trabalhando com leitoas de alto potencial genético na mesma faixa de peso, encontraram, para melhores resultados de GPD, nível de 1,22% de lisina digestível, correspondente a consumo diário de lisina de 14,75 g, superior ao encontrado neste estudo (12,03 g).

A conversão alimentar (CA) foi influenciada ($P < 0,05$) de forma quadrática pelos tratamentos, melhorando até o nível estimado de 1,12% de lisina digestível, correspondente ao consumo de lisina digestível de 12,03 g/dia (Figura 3). Este resultado é semelhante ao nível de 1,13% de lisina digestível obtido por Fontes et al. (2005) para leitoas dos 15 aos 30 kg. Por outro lado, níveis inferiores ao deste experimento foram obtidos por Moretto et al. (2000) que, trabalhando com leitoas puras da raça Landrace, estimou em 1,08% o nível de lisina total, que proporcionou os melhores resultados de conversão alimentar.

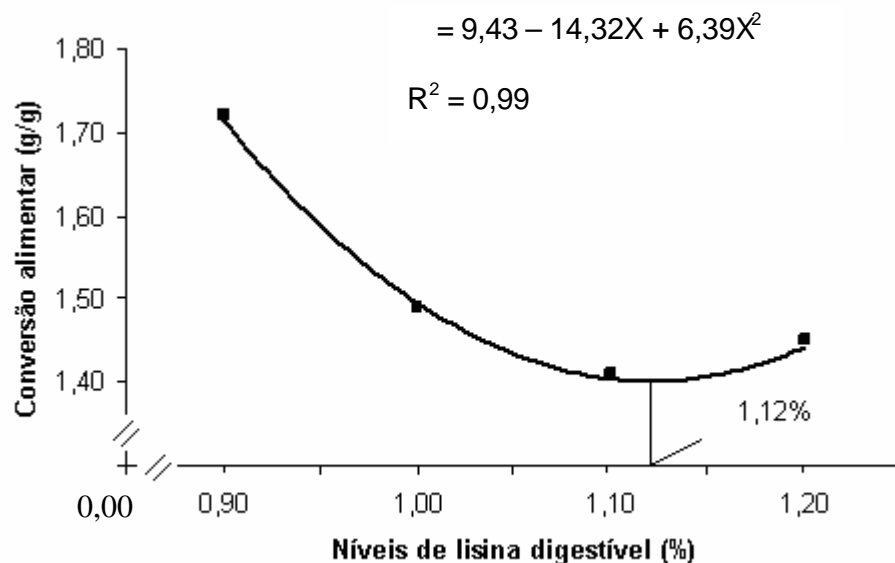


Figura 3 – Efeito dos níveis de lisina digestível da ração sobre a conversão alimentar de suínos machos castrados de 15 a 30 kg.

Não foi observado efeito ($P>0,05$) dos níveis de lisina da ração sobre a concentração de uréia no plasma (UPL) dos animais. Resultado semelhante foi encontrado por Fontes et al. (2005).

A lisina consumida acima das necessidades de manutenção e de deposição de proteína é catabolisada, sendo o nitrogênio resultante desse catabolismo excretado como uréia. Dessa forma, segundo Cameron et al. (2003), a relação entre a uréia plasmática e a lisina na ração deve ser não-linear, ocorrendo um ponto de inflexão no nível de lisina correspondente à exigência do animal.

Neste estudo não houve a ocorrência de ponto de inflexão para UPL em resposta aos níveis de lisina na ração, não tendo sido este parâmetro efetivo na determinação da exigência de lisina para suínos de 15 a 30 kg. Esta informação é corroborada por Cameron et al. (2003), que relataram que o uso da uréia sanguínea como parâmetro preditor da exigência de lisina deve ser limitado para animais com peso acima de 70 kg. Do mesmo modo, Friesen et al. (1994) concluíram que o teor de uréia no sangue não é um parâmetro adequado para estimar as exigências de lisina de animais em crescimento.

Segundo Fontes et al. (2005), o padrão desuniforme de consumo de ração dos animais após o período de jejum, durante o protocolo de coleta de sangue, pode ser uma das causas da variabilidade nos valores de uréia sanguínea, levando ao alto coeficiente de variação verificado para este parâmetro. É possível que o número de repetições utilizadas neste trabalho tenha sido insuficiente para utilizar a uréia plasmática como preditor da exigência de lisina para suínos de 15 a 30 kg.

Os resultados da composição química e das deposições de proteína e gordura na carcaça de suínos machos castrados, dos 15 aos 30 kg, em função do nível de lisina da ração, são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Composição química e deposições de proteína e gordura na carcaça de suínos machos castrados, dos 15 aos 30 kg, em função do nível de lisina da ração

| Parâmetro | Níveis de lisina digestível (%) | | | | CV (%) |
|------------------------------|---------------------------------|-------|--------|-------|--------|
| | 0,90 | 1,00 | 1,10 | 1,20 | |
| Composição da carcaça (%) | | | | | |
| Água | 64,13 | 64,53 | 62,41 | 64,39 | 2,92 |
| Proteína | 16,72 | 16,41 | 17,87 | 17,45 | 5,27 |
| Gordura | 13,07 | 13,41 | 13,66 | 11,90 | 11,14 |
| Deposição na carcaça (g/dia) | | | | | |
| Proteína ¹ | 71,72 | 76,97 | 106,44 | 91,58 | 9,75 |
| Gordura ¹ | 66,13 | 79,28 | 91,12 | 75,69 | 11,40 |

¹ Efeito quadrático ($P < 0,05$).

Não houve efeito ($P > 0,05$) dos níveis de lisina sobre as porcentagens de água, de proteína e de gordura da carcaça dos animais em função dos tratamentos. Os resultados para porcentagem de água e de proteína na carcaça são semelhantes aos obtidos por Fontes et al. (2005), trabalhando com animais de 15 a 30 kg, e para porcentagem de água e de gordura são similares aos encontrados por Trindade Neto et al. (2004), quando trabalharam com animais de 12 a 19 kg. Por outro lado, efeitos dos níveis de lisina da ração sobre a porcentagem de gordura e de proteína na carcaça foram observados por Fontes et al. (2005) e por Trindade Neto et al. (2004), respectivamente.

A deposição de proteína na carcaça (DP) dos animais variou ($P < 0,05$) de forma quadrática em função dos tratamentos, aumentando até o nível estimado de 1,12% de lisina digestível, correspondente ao consumo de lisina digestível de 12,03 g/dia (Figura 4).

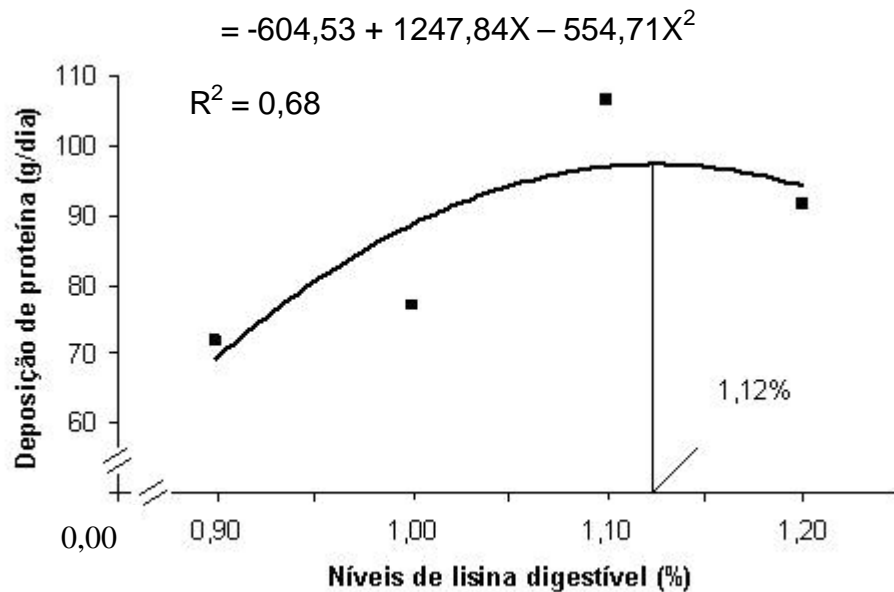


Figura 4 – Efeito dos níveis de lisina digestível da ração sobre a deposição de proteína diária de suínos machos castrados de 15 a 30 kg.

O aumento observado para a DP, neste estudo, mostra que quando a energia da ração não é fator limitante, os suínos respondem a aumentos dos níveis de lisina da ração até o ponto de máxima deposição de proteína no corpo, determinado pela genética.

Os resultados de DP (97,2 g/dia) foram superiores aos verificados por Trindade Neto et al. (2004) e inferiores aos obtidos por Fontes et al. (2005), que corresponderam a 70,0 e 125,6 g/dia, respectivamente.

O valor de lisina digestível estimado para máxima DP, neste estudo, ficou próximo ao nível de lisina digestível estimado que proporcionou os

melhores resultados de ganho de peso dos animais (1,10%) e coincide com aquele que resultou em melhores resultados para conversão alimentar dos animais (1,12%). O ponto de máxima deposição de proteína na carcaça é, segundo De Lange et al. (2001), o ponto no qual o animal atinge a máxima eficiência alimentar.

Associando os resultados de deposição de proteína na carcaça com os de GPD, pode-se inferir que o aumento quadrático do GPD ocorreu em razão do aumento quadrático da DP.

A deposição de gordura (DG) na carcaça dos animais foi influenciada ($P < 0,05$) quadraticamente pelos níveis de lisina digestível da ração, segundo a equação $= -775,42 + 1600,68X - 741,67X^2$ ($r^2 = 0,89$), aumentando até o nível estimado de 1,08% de lisina digestível. Como a porcentagem de gordura da carcaça dos animais não foi diferente entre os tratamentos, a DG na carcaça dos animais variou em razão do ganho de peso dos animais.

O comportamento verificado para a DG não era esperado quando foi feita sua associação aos resultados de DP e CA. Considerando-se que a máxima eficiência alimentar é atingida no ponto em que o animal atinge seu potencial para deposição de proteína, seria esperado que menor quantidade de energia da ração estivesse disponível para deposição de gordura na carcaça, como verificado por Fontes et al. (2005) quando trabalharam com animais na mesma fase de crescimento.

Em contrapartida, alguns pesquisadores (Chung & Baker, 1992; Maxwell, 1996) demonstraram que a substituição parcial da proteína bruta da ração por aminoácidos sintéticos, segundo o padrão de proteína ideal, pode resultar em aumento do conteúdo de gordura na carcaça, o que foi verificado

de forma numérica para porcentagem de gordura na carcaça e DG até o nível de 1,10% de lisina digestível.

O consumo de 12,03 g de lisina digestível/dia pelos animais, obtido neste experimento, para os melhores resultados de conversão alimentar e deposição de proteína, permitiu uma deposição de proteína estimada de 97,22 g/dia, valor próximo aos 100 g de proteína que, segundo o NRC (1998), podem ser depositados a partir de igual consumo de lisina digestível diário.

O valor de lisina digestível estimado para máxima DP, encontrado neste trabalho, de 1,12%, foi semelhante ao obtido por Fontes et al. (2005), que recomendaram para leitoas de alto potencial genético, dos 15 aos 30 kg, o nível de 1,13% de lisina digestível. Mesmos valores de lisina para machos castrados e fêmeas mestiças dos 15 aos 30 kg foram encontrados por Souza (1997). Este fato corrobora a informação de Pupa et al. (2002) de que os efeitos do sexo sobre as exigências nutricionais dos suínos são evidentes somente a partir dos 30 kg de peso corporal.

Rostagno et al. (2005), na mais recente edição das Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos, preconizaram para suínos dos 15 aos 30 kg 1,14% de lisina digestível, valor próximo ao encontrado neste estudo. Entretanto, o nível de 1,12% de lisina digestível encontrado é superior ao recomendado pelo NRC (1998) para animais na mesma fase de crescimento.

Conclusão

O nível de lisina digestível que proporcionou os melhores resultados de conversão alimentar e de deposição de proteína na carcaça de suínos machos castrados, com alto potencial genético para deposição de carne magra na

carcaça, dos 15 aos 30 kg, foi de 1,12%, correspondente a um consumo de lisina digestível de 12,03 g/dia (3,42g de Lis digestível/Mcal de EM).

Referências bibliográficas

- BUFFINGTON, D.E.; COLAZZO-AROCHO, A.; CANTON,G.H. et al. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transaction of the ASAE**, v. 24, p.711-714,1981.
- CAMERON, N.D.; McCULLOUGH, E.; TROUP,K.; PENMAN, J.C. Serum urea concentration as a predictor of dietary lysine requirement in selected lines of pigs. **Journal of Animal Science**, v.81, p.91-100, 2003.
- CHUNG, T.K.; BAKER, D.H. Ideal amino acid pattern for 10-kilograms pigs. **Journal of Animal Science**.v.70, p.3102-3111, 1992.
- COLINA, J.J.; MILLER, P.S.; LEWIS, A.J. et al. Influence of crystalline or protein-bound lysine on lisien utilization for growth in pigs. **Nebraska Swine Report**, p.42-47, 2003.
- DONZELE, J.L.; COSTA,P.M.A.; ROSTAGNO,H.S. et al. Efeitos de níveis de energia digestíveis na composição da carcaça de suínos de cinco a quinze quilos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, p.1100-1106, 1992.
- DE LANGE, C.F.M.; BIRKETT,S.H.; MOREL, P.C.H. Protein, fat, and bone tissue growth in swine. In: LEWIS, A.J; SOUTHERN, L.L. **Swine nutrition**. Florida: CRC Press LLC, 2001. chapter 4, p.65-81.
- D'MELLO, J.P.F. Amino acid supplementation of cereal-based diets for non-ruminants. **Animal Feed Science and Technology**.,v. 45, p.1-18, 1993;
- EDMONDS, M.S.; BAKER,DH. Amino acid excesses for young pigs: effects of methionine, tryptophan, threonine or leucine. **Journal of Animal Science**, v. 64, p.1664-1671, 1987.
- ELLIS, M. Efeitos do melhoramento genético, sexo, regime alimentar e peso de abate sobre o rendimento de carne magra na carcaça. In: SIMPÓSIO SOBRE RENDIMENTO E QUALIDADE DA CARNE MAGRA SUINA, 1, 1998, Concórdia, **Anais...** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1998, p.52-79.
- FONTES, D.O.; DONZELE, J.L; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Níveis de lisina para leitoas selecionadas geneticamente para deposição de carne magra na carcaça, dos 15 aos 30 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.90 – 97, 2005.
- FRIESEN, K.G.; NELSSSEN, J.L.; GOODBAND, R.D. et al. Amino acid requirements for high-lean growth gilts. In: ANNUAL MEETING OF THE AMERICAN ASSOCIATION OF SWINE PRACTITIONERS, 25, Chicago, 1994. **Proceedings...**Chicago: ASSP, 1994. p.312-320.
- HENRY, Y. Dietary factors involved in feed intake regulation in growing pigs: A Review. **Livestock Production Science**, v.12, p.339-354, 1985.

- JAMES, B.W.; TOKACH, M.D.; GOODBAND, R.D. et al. The optimal true ileal digestible lysine requirement for nursery pigs between 27 to 44 lb. **Swine Day**, p.63-65, 2002;
- KENDALL, D.C.; ALLEE, G.L.; GOURLEY, G. et al. Effects of lysine source on growth performance of 11 to 25 kg pigs. **Journal of Animal Science**, v.81 (Suppl.1), p.139, 2003.
- KESSLER, A.M. Exigências nutricionais para máximo rendimento de carne em suínos. In: SIMPÓSIO SOBRE RENDIMENTO E QUALIDADE DA CARNE SUÍNA, 1998, Concórdia-SC, **Anais...Concórdia**, 1998. p.18-25.
- MAXWELL, C.V. Potential for reducing nitrogen excretion in swine. **Animal Research Report**. p.186-196, 1996.
- MERINO, C.B.; GUERRERO, A.F. & CUARÓN, I.J.A. Requerimientos de lisina digestible en lechones de 14 a 35 y cerdos de 35 a 55 kg. In: CONGRESSO NACIONAL DE LA AMENA, XI y CONGRESSO LATINOAMERICANO DE NUTRICIÓN ANIMAL, I Cancún, 2003. **Memorias...Cancún: AMENA**, 2003.p.349-350.
- MORETTO, V.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Níveis de lisina para suínos da raça Landrace, de 15 a 30 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29,p.803-809, 2000.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Committee Animal Nutrition. **Nutrient requirements of swine**. 10 ed. Washington: National Academic Press, 1998. 189p. PUPA, J.M.R.; TEIXEIRA, A.O.; NOGUEIRA, E.T. et al. Atualização sobre nutrição de suínos em crescimento e terminação. In: I CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA, 2002, Foz do Iguaçu, PR. **Anais... Foz do Iguaçu**, 2002, p.145-164.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos: Tabelas Brasileiras**. Viçosa, MG:UFV, 2000. 141p.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG:UFV, 2005. 186p.
- ROTH, F.X.; EDER, K. & KIRCHGESSNER, M. The effect of energy density and the lysine to energy ratio of diets on the performance of piglets. **Journal of Animal Physiology Animal Nutrition**, v.82, p.1-7, 1999.
- SCHINCKEL, A.P. & LANGE, C.F.M. Characterization of growth parameters needed as inputs for pig growth modes. **Journal of Animal Science**, v.74, p.2021-2036, 1996.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa-MG: UFV, Imprensa Universitária, 1990. 166p.
- SMITH, J.W.; TOKACH, M.D.; O'QUINN, P.R. et al. Effects of dietary energy density and lysine:calorie ratio on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.77, p.3000-3006, 1999.

- SOUZA, A.M. **Exigências nutricionais de lisina para suínos mestiços, de 15 a 95 kg de peso.** 1997. 81f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, MG, 1997.
- STAHLY, T.S.; WILLIAMS, N.H. & SWENSON, N.H. Impact of genotype and dietary regimen on growth of pigs from 6 to 25 kg. **Journal of Animal Science**, v.72, (Supl. 1), p.165, 1994.
- TRINDADE NETO, M.A.; PETELINCAR. I.M; BERTO, D.A. et al. Níveis de lisina para leitões na fase inicial do crescimento pós-desmame: composição corporal aos 11,9 e 19,0 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, (Supl. 1)p.1777-1789, 2004.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (UFV). **S.A.E.G. (Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas)**. Viçosa, MG (Versão 8.0), 1997.
- URYNEK, W. & BURACNEWSKA, L. Effect of dietary energy concentration and apparent ileal digestible lysine:metabolizable energy ratio on nitrogen balance and growth performance of young pigs. **Journal of Animal Science**, v.81, p.1227-1236, 2003.

NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES, UTILIZANDO O CONCEITO DE PROTEÍNA IDEAL, PARA SUÍNOS MACHOS CASTRADOS DE ALTO POTENCIAL GENÉTICO, DOS 30 AOS 60 KG

Resumo – Foram utilizados 40 leitões machos castrados, com alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça e peso inicial e final de $30,02 \pm 1,38$ e $60,44 \pm 1,81$ kg, respectivamente, para determinar a exigência de lisina digestível, utilizando o conceito de proteína ideal. Os animais foram distribuídos em delineamento de blocos ao acaso com quatro tratamentos, cinco repetições e dois animais por unidade experimental. Os tratamentos corresponderam a uma ração basal com 18,08% de proteína bruta e 3.250 kcal de EM/kg, suplementada com L-lisina HCL, resultando em rações com 0,80; 0,90; 1,00 e 1,10% de lisina digestível. As rações foram suplementadas com níveis crescentes de aminoácidos sintéticos, resultando em rações nas quais as relações entre metionina + cistina, treonina, triptofano e valina com a lisina se mantiveram constantes em 64, 68, 19 e 69%, respectivamente, com base na digestibilidade verdadeira. Não se observou efeito dos tratamentos sobre o consumo de ração diário, ganho de peso diário e sobre a concentração de uréia no plasma dos animais. Observou-se efeito linear dos níveis de lisina digestível da ração sobre a conversão alimentar que melhorou e sobre o consumo de lisina diário, que aumentou. Os tratamentos não influenciaram as porcentagens de água, de proteína e de gordura e a deposição de gordura na carcaça dos animais. Os níveis de lisina digestível influenciaram, de forma linear crescente, a deposição de proteína na carcaça. Concluiu-se que o nível de lisina digestível que proporcionou os melhores resultados de desempenho e características de carcaça de suínos machos castrados, com alto potencial genético, dos 30 aos 60 kg, foi de 1,10% de lisina digestível, correspondente a um consumo de lisina digestível de 21,94 g/dia (3,40g de Lis/Mcal de EM).

Palavras-chave: aminoácidos, carcaça, fase de crescimento, genótipo, uréia.

**DIGESTIBLE LYSINE REQUIREMENT IN DIETS, USING THE IDEAL
PROTEIN CONCEPT, FOR BARROWS WITH HIGH GENETIC
POTENTIAL FROM 30 TO 60 KG**

Abstract – Forty barrows with high genetic potential for lean gain and initial and final body weights of 30.02 ± 1.38 kg and 60.44 ± 1.81 kg, respectively, were used to evaluate the effect of digestible lysine levels, using the ideal protein concept, on the performance and carcass composition. The animals were assigned to a randomized blocks design, with four treatments, five replicates and two animals per experimental unity. The treatments were composed of a basal diet containing 18.08% crude protein and 3,250 kcal of ME/kg, that were supplemented with different levels of HCL-L-Lysine, resulting in diets with 0.80; 0.90; 1.00 and 1.10% of digestible lysine. The diets were supplemented with increasing levels of synthetic amino acids, resulting in diets in which methionine + cystine, threonine, tryptophan and valine:lysine ratios were constant in 64, 68, 19 e 69%, respectively, based on true digestibility. No effects of treatments were observed for feed intake, weight gain and concentration of plasma urea in the present trial. However, feed:gain ratio improved linearly among treatments and Intake of digestible lysine increased linearly among treatments. No significant changes in the percentages of water, protein and fat and deposition of fat in carcass were observed by increasing the levels of lysine in the diet. On the other hand, the deposition of protein in the carcass increased linearly among treatments. It can be concluded that the level of digestible lysine that resulted in the best results of performance and carcass characteristics of barrows, with high genetic potential from 30 to 60 kg, was 1.10% of true digestible lysine, corresponding to digestible lysine intake of 21.94 g/day (3.40 g of Lys/Mcal of ME).

Key Words: amino acids, carcass, genotype, growing phase, urea.

Introdução

A cada ano, novos genótipos de suínos são introduzidos no mercado. Esses animais têm como uma das principais características econômicas a maior deposição de carne magra na carcaça, que representa o principal objetivo da criação de suínos para o abate.

O nutriente mais importante para a deposição de carne magra na carcaça dos suínos em crescimento é a lisina dietética. Isto se deve à sua constância na proteína corporal e à sua destinação metabólica preferencial para a deposição de tecido magro (Kessler, 1998). Dessa forma, a exigência de lisina para suínos pode ser obtida a partir da taxa de deposição de proteína na carcaça dos animais.

A maioria das exigências de lisina para suínos em crescimento tem sido estimada em experimentos nos quais os níveis de lisina das rações foram obtidos por alterações nas proporções de milho e farelo de soja ou por meio da inclusão de lisina sintética, sem ajustes nos níveis dos demais aminoácidos essenciais, resultando quase sempre em rações com deficiências de outros aminoácidos essenciais. Neste sentido, é possível que o nível de lisina estimado não seja o real para a categoria em estudo. Em rações de suínos, quando o nível de suplementação de um aminoácido essencial é inadequado e o de lisina suficiente, as respostas dos animais podem estar limitadas pelo aminoácido deficiente.

Trabalhando com leitoas de mesmo potencial genético, dos 30 aos 60 kg, em dois ensaios, Fontes (1999) obteve menor recomendação de lisina digestível quando utilizou rações com níveis crescentes de lisina, sem ajustes

nos níveis dos outros aminoácidos essenciais, comparativamente à exigência de lisina obtida quando os níveis de lisina digestível foram acompanhados pela inclusão de outros aminoácidos sintéticos, mantendo, dessa forma, o conceito de proteína ideal.

Segundo Yen et al. (1986), na formulação de rações experimentais, o mais adequado seria utilizar o conceito de proteína ideal, ou seja, a mudança na concentração da lisina da ração deve ser acompanhada por alteração proporcional dos demais aminoácidos essenciais. Deste modo, em experimentos de determinação da exigência de lisina, é fundamental considerar o balanço ideal dos aminoácidos nas rações para evitar possíveis variações nas respostas dos animais.

Além do genótipo, o peso corporal, ou seja, a categoria animal, e o sexo são fatores que influenciam a taxa e a eficiência de deposição de proteína nos suínos e, por conseguinte, a exigência de lisina dos animais.

Assim, este trabalho foi conduzido com o objetivo de determinar a exigência de lisina digestível, utilizando o conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados, com alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça, dos 30 aos 60 kg de peso.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

Foram utilizados 40 suínos machos castrados com alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça, com peso inicial de 30,02

$\pm 1,38$ kg, distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro tratamentos (níveis de lisina digestível), cinco repetições e dois animais por unidade experimental. Na distribuição dos animais dentro de cada bloco, foi adotado, como critério, o peso inicial dos animais.

Os animais foram alojados em baias dotadas de comedouros semi-automáticos e de bebedouros tipo chupeta, localizadas em prédio de alvenaria, com piso de concreto e coberto com telha de cerâmica.

As rações experimentais (Tabela 1) foram formuladas à base de milho e farelo de soja e suplementadas com minerais e vitaminas, para atender às exigências dos animais, de acordo com Rostagno et al. (2000), exceto para proteína bruta e lisina. Os tratamentos, que consistiram de diferentes níveis de lisina digestível, foram obtidos a partir da inclusão de três níveis de L-Lisina HCl em substituição ao amido, resultando em rações experimentais com 0,80; 0,90; 1,00 e 1,10% de lisina digestível.

Em cada nível de lisina avaliado procurou-se manter a relação da metionina + cistina, triptofano e valina com a lisina, conforme proteína ideal preconizada por Rostagno et al. (2000) para suínos dos 30 aos 60 kg. As rações e a água foram fornecidas à vontade.

As rações, as sobras e os desperdícios foram pesados semanalmente e os animais, pesados no início e no final do período experimental, quando atingiram $60,44 \pm 1,81$ kg de peso, para determinação do consumo de ração e de lisina, ganho de peso e conversão alimentar.

Tabela 1 – Composições centesimal e nutricional das rações experimentais

| Ingredientes (%) | Níveis de lisina digestível (%) | | | |
|---|---------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| | 0,80 | 0,90 | 1,00 | 1,10 |
| Milho | 66,740 | 66,740 | 66,740 | 66,740 |
| Farelo de soja | 27,120 | 27,120 | 27,120 | 27,120 |
| Amido | 1,000 | 0,798 | 0,536 | 0,225 |
| Óleo de soja | 1,710 | 1,710 | 1,710 | 1,710 |
| Fosfato bicálcico | 1,380 | 1,380 | 1,380 | 1,380 |
| Calcário | 0,810 | 0,810 | 0,810 | 0,810 |
| L-Lisina | --- | 0,127 | 0,254 | 0,381 |
| DI-Metionina | --- | 0,046 | 0,111 | 0,176 |
| L-Treonina | --- | 0,029 | 0,098 | 0,167 |
| L-Triptofano | --- | --- | 0,001 | 0,020 |
| L-Valina | --- | --- | --- | 0,031 |
| Sal comum | 0,330 | 0,330 | 0,330 | 0,330 |
| Premix.mineral ¹ | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 |
| Premix vitamínico ² | 0,300 | 0,300 | 0,300 | 0,300 |
| Promotor de crescimento ³ | 0,500 | 0,500 | 0,500 | 0,500 |
| BHT | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| Composição nutricional calculada ⁴ | | | | |
| Energia digestível (kcal/kg) | 3.430 | 3.430 | 3.430 | 3.430 |
| Energia metabolizável (kcal/kg) | 3.250 | 3.250 | 3.250 | 3.250 |
| Proteína bruta (%) | 18,076 | 18,247 | 18,46 | 18,70 |
| Lisina total (%) ⁵ | 0,921 | 1,022 | 1,124 | 1,225 |
| Lisina digestível (%) ⁵ | 0,800 | 0,900 | 1,000 | 1,100 |
| Metionina + cistina digestível (%) ⁵ | 0,531 | 0,576 | 0,640 | 0,704 |
| Treonina digestível (%) ⁵ | 0,584 | 0,612 | 0,680 | 0,748 |
| Triptofano digestível (%) ⁵ | 0,189 | 0,189 | 0,190 | 0,209 |
| Valina digestível (%) ⁵ | 0,729 | 0,729 | 0,729 | 0,759 |
| Cálcio (%) | 0,760 | 0,760 | 0,760 | 0,760 |
| Fósforo disponível (%) | 0,360 | 0,360 | 0,360 | 0,360 |
| Sódio (%) | 0,170 | 0,170 | 0,170 | 0,170 |

¹ Conteúdo/kg de produto: Ca (98,80 g); Co (185 mg); Cu (15.750 mg); Fe (26.250 mg); I (1.470 mg); Mn (41.850 mg); Zn (77.999 mg).

² Conteúdo/kg de produto: Ácido Fólico (351,75 mg); Ácido Pantotênico (3.500 mg); Antioxidante(BHT) (1.500 mg); Biotina (18,90 mg); Colina (52,50 g); Niacina (6.930 mg); Piridoxina (630 mg); Riboflavina (1.400 mg); Selênio (131,25 mg); Tiamina (350 mg); Vitamina A (1.750 UI); Vitamina B12 (8.750,70 mcg); Vitamina D3 (700.000 UI); Vitamina E (3.500 mg) e Vitamina K3 (700 mg).

³ Olaquinox, 11.000 mg/kg.

⁴ Composição calculada, segundo Rostagno et al. (2000).

⁵ Valores estimados com base nos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos dos ingredientes, de acordo com Rostagno et al. (2000).

Ao final do experimento, um animal de cada unidade experimental, com peso mais próximo da média da gaiola, foi utilizado para avaliar a composição química e as deposições de proteína e gordura na carcaça. Após jejum de 24 horas, os animais foram abatidos por sangramento, depilados com lâmpadas e faca e eviscerados. As carcaças inteiras, incluindo cabeça e pés, foram pesadas. Posteriormente, a metade direita de cada carcaça foi triturada por vinte minutos, em *Cutter* comercial de 30 HP e 1.775 revoluções por minuto. Após homogeneização, foram retiradas amostras para análises, conforme metodologia descrita por Donzele et al. (1992), e armazenadas a -12°C.

O outro animal da unidade experimental, após jejum alimentar de 24 horas, recebeu ração à vontade por uma hora. Após esse período, estes animais retornaram ao jejum alimentar e hídrico por mais cinco horas, quando, então, foi feita a coleta de sangue por meio de punção do *sinus orbital*. O sangue foi centrifugado a 3.000 rpm, durante quinze minutos para a obtenção do plasma que, em seguida, foi armazenado em congelador para posterior determinação da concentração de uréia plasmática (UPL) por meio de processo enzimático, via *Kit* comercial.

Um grupo adicional de quatro animais da mesma linhagem, com peso de $30,42 \pm 0,91$ kg, foi abatido para se determinar a composição da carcaça dos suínos no início do experimento.

Devido ao alto teor de gordura, as amostras das carcaças dos animais foram submetidas à pré-secagem em estufa com ventilação forçada a 60°C, por 72 horas, seguidas de pré-desengorduramento pelo método a quente, por quatro horas, em extrator tipo *Soxhlet*. As amostras pré-secas e pré-

desengorduradas foram então moídas em moinho de bola, acondicionadas em vidros e conservadas em geladeira para análises posteriores. A água e a gordura retiradas durante o preparo inicial das amostras foram consideradas durante os cálculos de água, proteína e gordura da carcaça.

As análises dos ingredientes das rações e da água, e da proteína e gordura das carcaças dos animais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV, de acordo com as técnicas descritas por Silva (1990).

As deposições de proteína e de gordura nas carcaças foram calculadas comparando-se as composições das carcaças dos animais no início e no fim do período experimental.

As análises estatísticas das variáveis de desempenho, das concentrações de uréia no plasma dos animais, da composição da carcaça e das deposições de proteína e gordura nas carcaças foram realizadas utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genética – SAEG, desenvolvido na UFV (1997).

As estimativas de exigência de lisina digestível foram determinadas por meio de análises de regressão linear e quadrática.

Resultados e discussão

Os resultados de desempenho, consumo de lisina digestível diário e concentração de uréia no plasma de suínos machos castrados, dos 30 aos 60 kg, em função dos níveis de lisina da ração, encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 – Desempenho, consumo de lisina e nível de uréia no plasma de suínos machos castrados dos 30 aos 60 kg, em função dos níveis de lisina da ração

| Parâmetro | Níveis de lisina digestível (%) | | | | CV (%) |
|---|---------------------------------|-------|-------|-------|--------|
| | 0,80 | 0,90 | 1,00 | 1,10 | |
| Consumo de ração diário (g) | 1.976 | 1.941 | 2.064 | 1.962 | 6,93 |
| Consumo de lisina digestível (g/dia) ¹ | 15,81 | 17,47 | 20,64 | 21,58 | 7,66 |
| Ganho de peso diário (g) | 946 | 974 | 1.036 | 1.014 | 7,67 |
| Conversão alimentar (g/g) ² | 2,09 | 1,99 | 1,99 | 1,93 | 4,78 |
| Uréia plasmática (mg/dL) | 34,50 | 35,06 | 31,17 | 30,53 | 13,96 |

^{1 e 2} Efeito linear, $P < 0,01$ e $P < 0,05$, respectivamente.

Não foi observado efeito ($P > 0,05$) dos tratamentos sobre o consumo de ração diário (CRD), corroborando os estudos de Donzele et al. (1994) que, avaliando níveis de lisina total (0,63 a 1,03%), não constataram efeito dos tratamentos sobre o CRD dos animais. Outros autores, como Friesen et al. (1994), Souza (1997) e Fontes et al. (2000), também não observaram efeito dos níveis de lisina da ração sobre o CRD dos animais. Por outro lado, Fontes et al. (2005), quando avaliaram níveis entre 0,80 e 1,20% de lisina total, constataram efeito linear dos tratamentos sobre o CRD de leitões de alto potencial genético, dos 30 aos 60 kg.

Segundo Edmonds & Baker (1987), suínos podem tolerar consideráveis excessos de aminoácidos, principalmente lisina, sem apresentar variações significativas no consumo alimentar.

O desbalanço de aminoácidos tem como um dos sintomas característicos a diminuição do consumo voluntário de alimento pelos animais (D'Mello, 1993). Neste estudo, esse desbalanço pode ter sido evitado quando

se suplementou as rações com aminoácidos sintéticos, mantendo, assim, as relações dos principais aminoácidos digestíveis com a lisina.

Observou-se aumento linear ($P < 0,01$) do consumo de lisina digestível (CLD) em razão do aumento do nível de lisina das rações. (Figura 1). Estes resultados estão em acordo com os encontrados por Fontes et al. (2000; 2005).

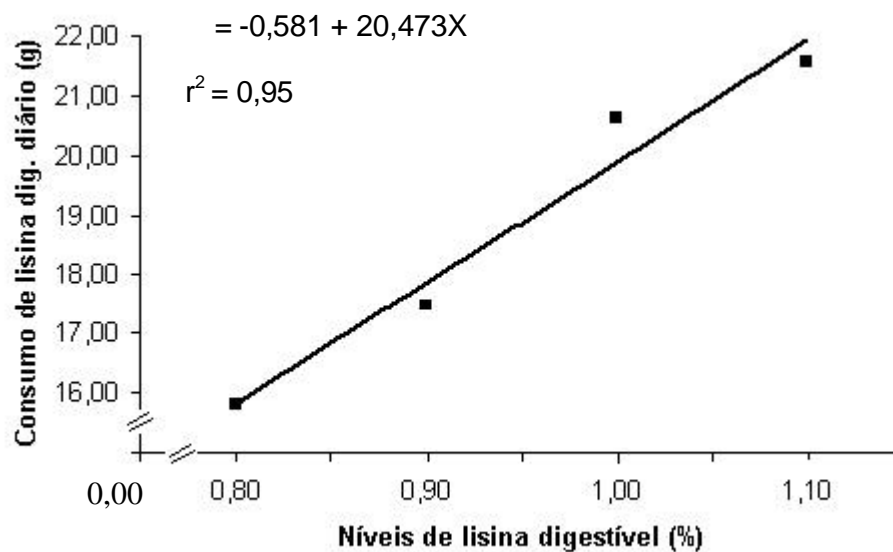


Figura 1 – Efeito dos níveis de lisina digestível da ração sobre o consumo de lisina digestível diário de suínos machos castrados de 30 a 60 kg.

O aumento do CLD pode ter ocorrido em razão direta dos aumentos de suas concentrações nas rações, uma vez que o consumo de ração dos animais não variou significativamente entre os tratamentos.

Os tratamentos não influenciaram ($P > 0,05$) o ganho de peso diário (GPD) dos animais. Donzele et al. (1994), Souza (1997) e Fontes et al. (2000) também não observaram efeito dos níveis de lisina sobre o GPD de suínos de 30 a 60 kg, enquanto Friesen et al. (1994) e Fontes et al. (2005), trabalhando com leitoas dos 34 aos 72 e dos 30 aos 60 kg, respectivamente, constataram efeito dos níveis de lisina sobre o GPD de leitoas.

Em outro estudo, Warnants et al. (2003), avaliando níveis de lisina digestível para suínos machos castrados híbridos, dos 30 aos 49 kg, constataram que o GPD dos animais foi influenciado de forma quadrática pelos tratamentos, aumentando até o nível de 1,09%.

A conversão alimentar (CA) melhorou ($P < 0,05$) de forma linear em função dos níveis de lisina da ração (Figura 2). Da mesma forma, Fontes et al. (2000; 2005), verificaram efeito linear decrescente dos níveis de lisina da ração sobre a conversão alimentar de leitoas de alto potencial genético na mesma fase de crescimento deste estudo.

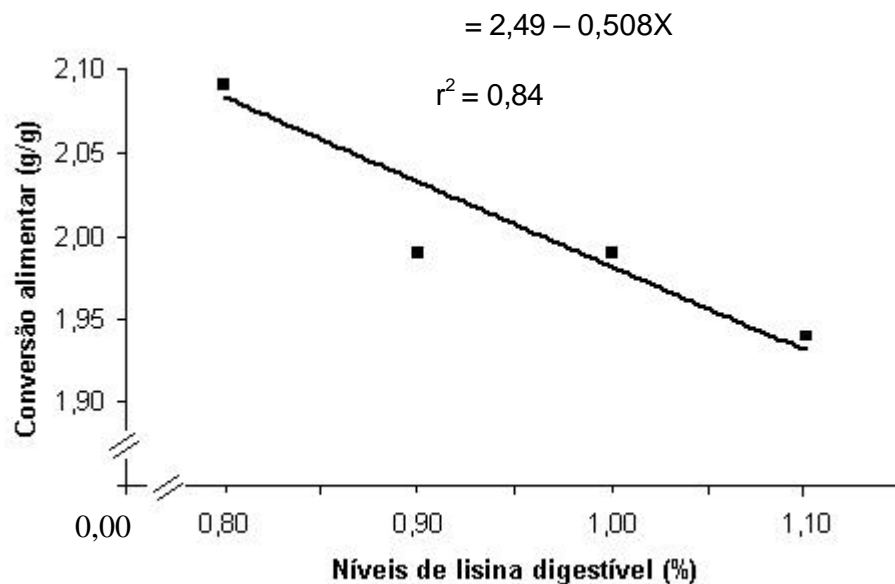


Figura 2 – Efeito dos níveis de lisina digestível da ração sobre a conversão alimentar de suínos machos castrados de 30 a 60 kg.

O valor de 1,10% de lisina digestível, correspondente a um consumo de lisina digestível estimado de 21,94 g/dia, que proporcionou os melhores resultados de CA, está acima das recomendações preconizadas pelo NRC (1998) para suínos de 20 a 50 kg e por Rostagno et al. (2005) para suínos

machos castrados de 30 a 50 kg, cujos valores recomendados são de 0,82 e 1,028% de lisina digestível, respectivamente.

Com relação à concentração de uréia no plasma (UPL) dos animais, não se observou efeito dos níveis de lisina sobre este parâmetro. Resultados semelhantes foram obtidos por Fontes et al. (2000; 2005), para leitoas de 30 a 60 kg.

Segundo Cameron et al. (2003), a lisina consumida acima das necessidades de manutenção e de deposição de proteína é catabolizada e o nitrogênio resultante desse catabolismo é excretado como uréia. Dessa forma, a relação entre uréia plasmática e lisina na ração deve ser não-linear, ocorrendo um ponto de inflexão no nível de lisina correspondente à exigência do animal. Neste estudo não houve a ocorrência de ponto de inflexão para a concentração de uréia plasmática dos animais em resposta aos níveis de lisina na ração.

Duas hipóteses podem ser sugeridas para os resultados da UPL observados neste estudo. É possível que a exigência de lisina digestível dos animais tenha sido alcançada no último nível de lisina avaliado ou, ainda, que esteja acima desse nível, conforme observado para os resultados de CA, não permitindo que ocorresse o ponto de inflexão. De fato, o menor valor numérico da UPL foi observado no nível de 1,10% de lisina digestível, parecendo indicar uma melhor utilização do nitrogênio da dieta à medida que se elevaram os níveis de lisina digestível.

Outra possibilidade é que a UPL não tenha se mostrado como um parâmetro adequado para a determinação da exigência de lisina para suínos machos castrados dos 30 aos 60 kg. Segundo Cameron et al. (2003), o uso da

uréia sangüínea como parâmetro estimador da exigência de lisina deve ser limitado para animais com peso acima de 70 kg, enquanto Friesen et al. (1994) concluíram que o teor de uréia no sangue não é um parâmetro adequado para estimar as exigências de lisina de suínos em crescimento.

Segundo Fontes et al. (2005), o número de animais utilizados no estudo e o padrão de consumo de ração pelos animais durante o protocolo de coleta de sangue podem ser causas de variabilidade nos valores de uréia sangüínea, o que pode dificultar a utilização da uréia plasmática como parâmetro preditor da exigência de lisina para suínos de 30 a 60 kg.

Os resultados da composição química e das deposições de proteína e de gordura na carcaça de suínos machos castrados, dos 30 aos 60 kg, em função dos níveis de lisina da ração, são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Composição química e taxas de deposição de proteína e gordura na carcaça de suínos machos castrados, dos 30 aos 60 kg, em função dos níveis de lisina da ração

| Parâmetro | Níveis de lisina digestível (%) | | | | CV (%) |
|------------------------------|---------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| | 0,80 | 0,90 | 1,00 | 1,10 | |
| Composição da carcaça (%) | | | | | |
| Água | 59,75 | 61,49 | 60,32 | 60,90 | 2,66 |
| Proteína | 17,04 | 17,22 | 17,35 | 17,52 | 4,34 |
| Gordura | 16,57 | 14,79 | 16,14 | 14,76 | 13,72 |
| Deposição na carcaça (g/dia) | | | | | |
| Proteína ¹ | 116,15 | 126,61 | 141,83 | 147,23 | 14,36 |
| Gordura | 148,61 | 134,64 | 139,33 | 131,48 | 23,89 |

¹ Efeito linear (P<0,05).

Não se observou efeito ($P>0,05$) dos níveis de lisina sobre as porcentagens de água, proteína e gordura da carcaça dos animais. Estes resultados são semelhantes aos obtidos por Fontes et al. (2000).

Os tratamentos influenciaram ($P<0,05$) a deposição de proteína (DP) de forma linear (Figura 3). O comportamento linear observado para DP neste estudo permitiu inferir que, quando a energia da ração não é fator limitante, suínos respondem a aumentos dos níveis de lisina da ração até o ponto de máxima deposição de proteína no corpo, determinado pela genética. Este ponto, segundo De Lange et al. (2001), é onde o animal atinge a máxima eficiência alimentar. Neste estudo, o nível de lisina digestível que proporcionou os melhores resultados de deposição de proteína coincide com o nível que resultou em melhores resultados de conversão alimentar.

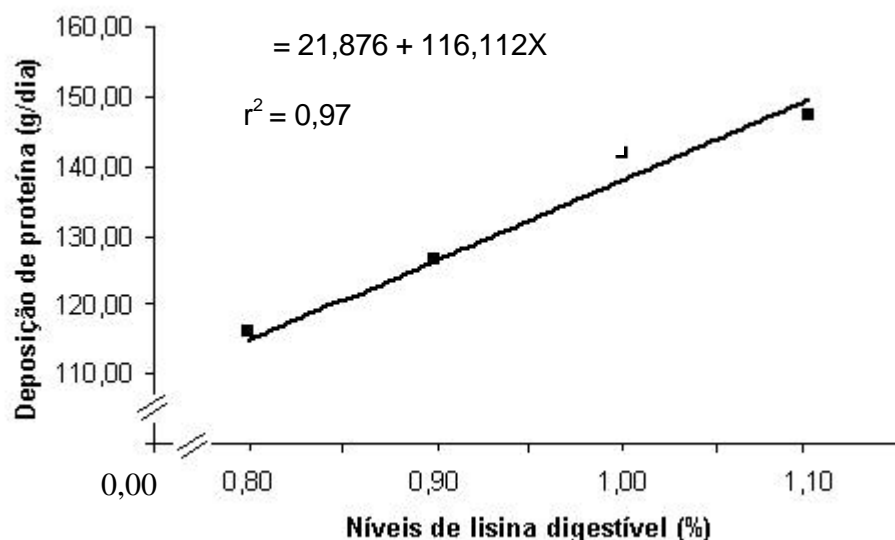


Figura 3 – Efeito dos níveis de lisina digestível da ração sobre a deposição diária de proteína na carcaça de suínos machos castrados de 30 a 60 kg.

Com os dados das deposições de proteína e de gordura na carcaça dos animais, em que a relação proteína:gordura aumentou de 0,78 para 1,12 entre os níveis de 0,80 e 1,10% de lisina digestível pode-se justificar a melhora na CA dos animais. Segundo Kyriazakis et al. (1994), a deposição de proteína, por agregar maior quantidade de água, é mais eficiente que a deposição de gordura.

O valor de 1,10% de lisina digestível estimado para os melhores resultados de CA e DP, neste estudo, é superior àquele preconizado pelo NRC (1998) para animais de alto potencial genético, dos 20 aos 50 kg, e por Rostagno et al. (2005) para suínos machos castrados dos 30 aos 50 kg. Por outro lado, é semelhante ao valor de 1,09% de lisina digestível obtido por Warnants et al. (2003) para melhor GPD de suínos machos castrados de alto potencial genético dos 30 aos 49 kg.

Com relação à deposição de gordura na carcaça dos animais, não foi constatado efeito ($P>0,05$) dos níveis de lisina da ração sobre este parâmetro. Este resultado é semelhante ao obtido por Fontes et al. (2000). Entretanto, em valor absoluto, constatou-se um decréscimo de 11,5% na deposição de gordura na carcaça dos animais entre os níveis de 0,80 e 1,10% de lisina estudados.

Considerando-se os resultados de desempenho e os de características de carcaça obtidos, pode-se inferir que a exigência de lisina digestível dos animais provavelmente está acima dos níveis de lisina avaliados.

Conclusão

O nível de lisina digestível que proporcionou os melhores resultados de conversão alimentar e de deposição de proteína na carcaça de suínos machos

castrados, com alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça, dos 30 aos 60 kg, foi de 1,10%, correspondente a um consumo de lisina digestível de 21,94 g/dia (3,40 g de Lis digestível/Mcal de EM).

Referências bibliográficas

- CAMERON, N.D.; McCULLOUGH, E.; TROUP, K.; PENMAN, J.C. Serum urea concentration as a predictor of dietary lysine requirement in selected lines of pigs. **Journal of Animal Science**, v.81, p.91-100, 2003.
- D'MELLO, J.P.F. Amino acid supplementation of cereal-based diets for non-ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, v. 45, p.1-18, 1993;
- DE LANGE, C.F.M.; BIRKETT, S.H.; MOREL, P.C.H. Protein, fat, and bone tissue growth in swine. In: LEWIS, A.J.; SOUTHERN, L.L. **Swine nutrition**. Florida: CRC Press LLC, 2001. chapter 4, p.65-81.
- DONZELE, J.L.; COSTA, P.M.A.; ROSTAGNO, H.S. et al. Efeitos de níveis de energia digestíveis na composição da carcaça de suínos de cinco a quinze quilos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, p.1100-1106, 1992.
- DONZELE, J.L.; FREITAS, R.T.F.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Níveis de lisina para leitoas de 30 a 60 kg de peso vivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.24, p.967-973, 1994.
- EDMONDS, M.S.; BAKER, D.H. Amino acid excesses for young pigs: effects of methionine, tryptophan, threonine or leucine. **Journal of Animal Science**, v. 64, p.1664-1671, 1987.
- FONTES, D.O. **Lisina para leitoas selecionadas geneticamente para deposição de carne magra na carcaça, dos 15 aos 95 kg**. Viçosa, MG: UFV, 1999. 101 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- FONTES, D.O.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Níveis de lisina para leitoas selecionadas geneticamente para deposição de carne magra, dos 30 aos 60 kg, mantendo constante a relação entre lisina e metionina + cistina, treonina, triptofano, isoleucina e valina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.776-783, 2000.
- FONTES, D.O.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Níveis de lisina para leitoas selecionadas geneticamente para deposição de carne magra na carcaça, dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.81-89, 2005.
- FRIESEN, K.G.; NELSEN, J.L.; GOODBAND, R.D. et al. Influence of dietary lysine on growth and carcass composition of high-lean growth gilts fed from 34 to 72 kilograms. **Journal of Animal Science**, v.72, p.1761-1770, 1994.

- KESSLER, A.M. Exigências nutricionais para máximo rendimento de carne em suínos. In: SIMPÓSIO SOBRE RENDIMENTO E QUALIDADE DA CARNE SUÍNA, 1998, Concórdia-SC, **Anais...**Concórdia, 1998. p.18-25.
- KYRIAZAKIS, I.; DOTAS, D.; EMMANS, G.C. The effects of breed on the relationship between feed composition and the efficiency of protein utilization in pigs. **British Journal of Nutrition**, v.71, p.849-859, 1994.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Committee Animal Nutrition. **Nutrient requirements of swine**. 10 ed. Washington: National Academic Press, 1998. 189p.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos: Tabelas Brasileiras**. Viçosa, MG: UFV, 2000. 141p.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**: Viçosa, MG: UFV, 2005. 186p.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa-MG: UFV, Imprensa Universitária, 1990. 166p.
- SOUZA, A.M. **Exigências nutricionais de lisina para suínos mestiços, de 15 a 95 kg de peso**. 1997. 81 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, MG, 1997.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (UFV). **S.A.E.G. (Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas)**. Viçosa, MG (Versão 8.0), 1997.
- YEN, H.T.; COLE, D.J.A.; LEWIS, D. Amino acid requirements of growing pigs. 9. The response of pigs from 25 to 55 kg live weight to dietary ideal protein. **Animal Production**, v. 43, p. 141-154, 1986.
- WARNANTS, N.; VAN OECKEL, M.J. & PAEPE, M. Response of growing pigs to different levels of ileal standardized digestible lysine using diets balanced in threonine, methionine and tryptophan. **Livestock Production Science**, v. 82, p. 201-209, 2003.

NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES, UTILIZANDO O CONCEITO DE PROTEÍNA IDEAL, PARA SUÍNOS MACHOS CASTRADOS DE ALTO POTENCIAL GENÉTICO, DOS 60 AOS 95 KG

Resumo – Foram utilizados 40 leitões machos castrados, com alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça e peso inicial e final de $60,43 \pm 1,56$ e $95,66 \pm 3,22$ kg, respectivamente, para determinar a exigência de lisina digestível, utilizando o conceito de proteína ideal. Os animais foram distribuídos em delineamento de blocos ao acaso, com quatro tratamentos, cinco repetições e dois animais por unidade experimental. Os tratamentos corresponderam a uma ração basal com 16,48% de proteína bruta, suplementada com L-lisina HCL, resultando em rações com 0,70; 0,80; 0,90 e 1,00% de lisina digestível. As rações foram suplementadas com níveis crescentes de aminoácidos sintéticos, resultando em rações nas quais as relações entre metionina + cistina, treonina, triptofano, valina e isoleucina com a lisina se mantiveram constantes em 70, 70, 20, 68 e 62%, respectivamente, com base na digestibilidade verdadeira. Não se observou efeito dos níveis de lisina digestível sobre o consumo de ração diário. Observou-se efeito quadrático dos tratamentos sobre o ganho de peso diário, que aumentou até o nível estimado de 0,87%. A conversão alimentar foi influenciada de forma quadrática pelos tratamentos, melhorando até o nível estimado de lisina digestível de 0,93%. Os tratamentos influenciaram, de forma quadrática, a concentração de uréia no plasma dos animais, diminuindo até o nível estimado de 0,83% de lisina digestível. Observou-se efeito linear crescente dos níveis de lisina digestível sobre o consumo de lisina diário. Os tratamentos não influenciaram o comprimento da carcaça pelo método brasileiro (CCMB), a área de olho de lombo (AOL), a espessura de toucinho no ponto P2 (ETP₂), o rendimento de carne magra (RCM), o rendimento de gordura (RG), o rendimento de pernil (RP) e o rendimento de lombo (RL). O rendimento de carcaça reduziu em função dos níveis de lisina digestível da ração. Os tratamentos influenciaram de forma quadrática a conversão alimentar em músculo (CAM), que melhorou até o nível estimado de 0,94%. Concluiu-se que o nível de lisina digestível que proporcionou os melhores resultados de desempenho e características de carcaça de suínos machos castrados dos 60 aos 95 kg foi 0,94% de lisina digestível verdadeira, correspondente a um consumo de lisina digestível de 26,48 g/dia (2,86 g de Lis/Mcal de EM).

Palavras-chave: aminoácidos, carcaça, fase de terminação, genótipo, uréia.

**DIGESTIBLE LYSINE REQUIREMENT IN DIETS, USING THE IDEAL
PROTEIN CONCEPT, FOR BARROWS WITH HIGH GENETIC
POTENTIAL FROM 60 TO 95 KG**

Abstract – Forty barrows with high genetic potential for lean gain and initial and final body weights of 60.43 ± 1.56 kg and 96.66 ± 3.22 kg, respectively, were used to evaluate the effect of digestible lysine levels, using the ideal protein concept, on the performance and carcass composition. The animals were assigned to a randomized blocks design, with four treatments, five replicates and two animals per experimental unity. The treatments were composed of a basal diet containing 16.48% crude protein and 3,250 kcal of ME/kg, that were supplemented with different levels of HCL-L-Lysine, resulting in diets with 0.70; 0.80; 0.90 and 1.00% of digestible lysine. The diets were supplemented with increasing levels of synthetic amino acids, resulting in diets in which methionine + cystine, threonine, tryptophan, valine and isoleucine:lysine ratios were constant in 70, 70, 20, 68 and 62%, respectively, based on the true digestibility. No effects of treatments were observed for feed intake in the present trial. However, significant quadratic effects were found for weight gain and concentration of plasma urea of animals with quadratic effects maximum of 0.87 and 0.83% of lysine, respectively. The treatments effected quadractily feed:gain ratio, with quadractic minimum of 0,93% of lysine. Intake of digestible lysine increased linearly among treatments. No significant changes in carcass lenght, *longissimus* muscle area, fat depth (10th rib), lean percentage, fat income, ham percentage, *longissimus* percentage were observed increasing the levels of lysine in the diet. On the other hand, carcass yield decreased linearly among treatments and muscle feed:gain was responded quadractily, with quadratic maximum at 0,94% of lysine. It can be concluded that the level of digestible lysine that maximized the performance and carcass characteristics of barrows, with high genetic potential, from 60 to 95 kg, was 0,94% of true digestible lysine, corresponding to digestible lysine intake of 26.48 g/day (2.86 g of Lys/Mcal of ME).

Key Words: amino acids, carcass, finishing phase, genotype, urea.

Introdução

O consumidor está exigindo produtos suínos que, além de possuírem qualidades nutricional e sanitária garantidas, apresentem maior proporção de carne e menor deposição de gordura. Dessa forma, a produção de carcaças com maior quantidade de carne magra passou a ser o principal objetivo do suinocultor que, para isso, tem trabalhado com animais de alto potencial genético para o desempenho, eficiência alimentar e crescimento de tecido magro.

A taxa de crescimento magro dos suínos é influenciada pelo consumo de energia. De acordo com Schinckel (2000), a deposição de proteína, em função do consumo de energia, aumenta até atingir um platô, o qual é determinado pelo potencial genético do animal. Quando o limite genético de deposição de músculos é atingido, o consumo em excesso de energia irá promover a deposição de gordura na carcaça (Bellaver & Viola, 1997).

A resposta de deposição de tecido magro em função do consumo de energia só será eficientemente obtida se o aporte de aminoácidos for suficiente para permitir a expressão genética do animal. A lisina dietética é considerada o nutriente que mais influencia a deposição de proteína pelos suínos em crescimento; isto se deve à sua constância na proteína corporal e à sua destinação metabólica preferencial para a deposição de tecido magro (Kessler, 1998). Assim, os fatores que influenciam a deposição de proteína alteram a exigência de lisina pelos animais. Dentre estes fatores, destacam-se o genótipo, o sexo e o estágio de crescimento (categoria) do animal. Dessa forma, todos esses fatores também devem ser considerados durante a determinação das exigências nutricionais e formulação das rações dos suínos.

As exigências de lisina dos suínos podem ser estabelecidas em g/dia a partir do conhecimento da deposição de proteína no corpo do animal. A deposição de proteína corporal, quando associada ao conteúdo de água, é caracterizada na literatura de diferentes maneiras: crescimento muscular, crescimento de tecido magro, crescimento de carne magra e rendimento de carne magra.

As exigências de lisina para suínos em crescimento têm sido estimadas em experimentos nos quais os níveis de lisina das rações foram obtidos, na maioria das vezes, por alterações nas proporções de milho e farelo de soja ou por meio da inclusão de lisina sintética sem ajustes nos níveis dos demais aminoácidos essenciais, resultando quase sempre em rações com deficiências de outros aminoácidos essenciais. Neste sentido, é possível que o nível de lisina estimado não seja o real para a categoria em estudo. Em rações de suínos, quando o nível de suplementação de um aminoácido essencial é inadequado e o de lisina suficiente, as respostas dos animais podem estar limitadas pelo aminoácido deficiente.

Segundo Yen et al. (1986), o mais adequado seria utilizar o conceito de proteína ideal; ou seja, a mudança na concentração da lisina da ração, por exemplo, deve ser acompanhada por uma alteração proporcional dos demais aminoácidos essenciais.

Conceitualmente, proteína ideal trata do balanço ideal dos aminoácidos da ração, capaz de prover, sem deficiências nem excessos, as exigências de todos os aminoácidos necessários à perfeita manutenção e crescimento da espécie (Zaviezo, 1998). O conceito prevê a relação entre os aminoácidos essenciais digestíveis e a lisina digestível, considerada como padrão (100) em virtude de ser utilizada basicamente para a síntese protéica, sendo o

componente principal do tecido magro de suínos.

Assim, este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar níveis de lisina digestível, utilizando o conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados, com alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça, dos 60 aos 95 kg de peso.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

Foram utilizados 40 suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça, com peso inicial de $60,43 \pm 1,56$ kg, distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro tratamentos (níveis de lisina digestível), cinco repetições e dois animais por unidade experimental. Na distribuição dos animais dentro de cada bloco, foi adotado, como critério, o peso inicial dos animais.

Os animais foram alojados em baias dotadas de comedouros semi-automáticos e de bebedouros tipo chupeta, localizadas em prédio de alvenaria com piso de concreto e coberto com telha de cerâmica.

As rações experimentais (Tabela 1) foram formuladas à base de milho e farelo de soja, suplementadas com minerais e vitaminas para atender às exigências nutricionais dos animais, de acordo com Rostagno et al. (2000), exceto para proteína bruta e lisina. Os tratamentos corresponderam a uma ração basal suplementada com três níveis de L-Lisina HCl em substituição ao amido, resultando em rações experimentais com 0,70; 0,80; 0,90 e 1,00% de lisina digestível.

Tabela 1 – Composições centesimal e nutricional das rações experimentais

| Ingredientes (%) | Níveis de lisina digestível (%) | | | |
|---|---------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| | 0,70 | 0,80 | 0,90 | 1,00 |
| Milho | 71,980 | 71,980 | 71,980 | 71,980 |
| Farelo de soja | 22,630 | 22,630 | 22,630 | 22,630 |
| Amido | 1,000 | 0,779 | 0,496 | 0,172 |
| Óleo de soja | 1,300 | 1,300 | 1,300 | 1,300 |
| Fosfato bicálcico | 1,190 | 1,190 | 1,190 | 1,190 |
| Calcário | 0,680 | 0,680 | 0,680 | 0,680 |
| L-Lisina HCL | --- | 0,127 | 0,254 | 0,381 |
| DL-Metionina | --- | 0,063 | 0,134 | 0,205 |
| L-Treonina | --- | 0,031 | 0,102 | 0,173 |
| L-Triptofano | --- | --- | 0,014 | 0,034 |
| L-Valina | --- | --- | --- | 0,016 |
| L-Isoleucina | --- | --- | --- | 0,019 |
| Sal comum | 0,310 | 0,310 | 0,310 | 0,310 |
| Premix mineral ¹ | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 |
| Premix vitamínico ² | 0,300 | 0,300 | 0,300 | 0,300 |
| Promotor de crescimento ³ | 0,500 | 0,500 | 0,500 | 0,500 |
| BHT | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| Composição Calculada⁴ | | | | |
| Energia digestível (kcal/kg) | 3.423 | 3.423 | 3.423 | 3.423 |
| Energia metabolizável (kcal/kg) | 3.250 | 3.250 | 3.250 | 3.250 |
| Proteína bruta (%) | 16,481 | 16,664 | 16,664 | 17,14 |
| Lisina total (%) ⁵ | 0,809 | 0,910 | 1,012 | 1,113 |
| Lisina digestível (%) ⁵ | 0,700 | 0,800 | 0,900 | 1,000 |
| Metionina + Cistina digestível (%) ⁵ | 0,498 | 0,560 | 0,630 | 0,700 |
| Treonina digestível (%) ⁵ | 0,530 | 0,560 | 0,630 | 0,700 |
| Triptofano digestível (%) ⁵ | 0,166 | 0,166 | 0,180 | 0,200 |
| Valina digestível (%) ⁵ | 0,664 | 0,664 | 0,664 | 0,680 |
| Isoleucina digestível (%) ⁵ | 0,601 | 0,601 | 0,601 | 0,620 |
| Cálcio (%) | 0,650 | 0,650 | 0,650 | 0,650 |
| Fósforo disponível (%) | 0,320 | 0,320 | 0,320 | 0,320 |
| Sódio (%) | 0,160 | 0,160 | 0,160 | 0,160 |

¹ Conteúdo/kg de produto: Ca (98,80 g); Co (185 mg); Cu (15.750 mg); Fe (26.250 mg); I (1.470 mg); Mn (41.850 mg); Zn (77.999 mg).

² Conteúdo/kg de produto: Ácido Fólico (116,55 mg); Ácido Pantotênico (2.333,50 mg); Antioxidante(BHT) (1.500 mg); Biotina (5,28 mg); Colina (40,00 g); Niacina (5.600 mg); Piridoxina (175 mg); Riboflavina (933,30 mg); Selênio (105 mg); Tiamina (170 mg); Vitamina A (1.225.000 UI); Vitamina B12 (6.825 mcg); Vitamina D3 (315.000 UI); Vitamina E (1.400 mg) e Vitamina K3 (700 mg).

³ Olaquinox: 11.000 mg/kg.

⁴ Composição calculada, segundo Rostagno et al. (2000).

⁵ Valores estimados com base nos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos dos ingredientes, de acordo com Rostagno et al. (2000).

Em cada nível de lisina avaliado, procurou-se manter, com base na digestibilidade verdadeira, a relação da metionina + cistina, treonina, triptofano, valina e isoleucina com a lisina, conforme proteína ideal preconizada por Rostagno et al. (2000) para suínos na fase de terminação. As rações e a água foram fornecidas à vontade.

As rações, as sobras e os desperdícios foram pesados semanalmente e os animais pesados no início e no final do período experimental, quando atingiram $95,66 \pm 3,22$ kg de peso, para determinação do consumo de ração e de lisina, do ganho de peso e da conversão alimentar.

Ao final do experimento, um animal de cada unidade experimental, após jejum alimentar de 24 horas, recebeu ração experimental à vontade por uma hora. Após esse período, estes animais retornaram ao jejum alimentar e hídrico por mais cinco horas, quando então foi feita a coleta de sangue por meio de punção do *sinus orbital*. O sangue foi centrifugado a 3.000 rpm, durante quinze minutos, para a obtenção do plasma, que, em seguida, foi armazenado em congelador para posterior determinação da concentração da uréia plasmática por meio de processo enzimático, via *Kit* comercial.

O outro animal de cada unidade experimental, com peso mais próximo da média da baia, foi abatido por sangramento após jejum alimentar de 24 horas e jejum hídrico nas últimas 12 horas. Em seguida, procedeu-se à toailete e à evisceração das carcaças.

As carcaças inteiras, incluindo cabeça e pés, foram pesadas e, em seguida, serradas longitudinalmente. As meias carcaças foram pesadas separadamente. A meia carcaça esquerda foi utilizada para a determinação das medidas lineares de carcaça. Após permanecer em câmara fria (4 a 8°C)

por 24 horas, foi também realizada a medida da área de olho de lombo. A meia carcaça direita foi dissecada para determinação dos rendimentos (peso do componente em relação ao peso da carcaça resfriada x 100) de carne magra e de gordura. Na meia carcaça direita foram calculados também o rendimento de pernil (RP) e rendimento de lombo (RL), expressos como o peso do pernil e do lombo em relação ao peso da meia carcaça resfriada x 100.

Na avaliação das carcaças, foram considerados ainda os seguintes parâmetros: rendimento de carcaça, expresso como peso da carcaça quente em relação ao peso de abate após jejum x 100; comprimento da carcaça pelo Método Brasileiro de Classificação de Carcaça (CCMB) (ABCS, 1973); área de olho de lombo (à altura da última costela, com a cobertura de gordura correspondente, incluindo a pele (ABCS, 1973); e a espessura de toucinho a 6,5 cm da linha dorso-lombar, à altura da 10^a costela (ETP₂).

Para a avaliação da conversão alimentar em músculo (CAM), foram utilizados: o peso final (PF) dos animais, o peso da carcaça quente (PCQ), o peso da meia carcaça direita (PCD), o peso da meia carcaça direita fria (PCEF), o rendimento de carne magra (RCM), o rendimento de carcaça (RC) e o rendimento de frigorificação (RF).

A determinação do RC e do RF foi obtida de acordo com as seguintes expressões, segundo Fowler et al. (1976):

$$RC = PCQ / PF \times 100$$

$$RF = PCEF / PCD \times 100$$

Os cálculos da CAM foram feitos utilizando a seguinte expressão sugerida por Fowler et al. (1976):

$$\text{CAM} = \text{CA} / (\text{RC} \times \text{RF} \times \text{RCM}) \times 10^{-6}$$

As análises dos ingredientes das rações e da água e de proteína e gordura das carcaças dos animais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV, de acordo com as técnicas descritas por Silva (1990).

As análises estatísticas das variáveis de desempenho, das concentrações de uréia no plasma dos animais e das características da carcaça foram realizadas utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genética – SAEG, desenvolvido na UFV (1997).

As estimativas de exigência de lisina digestível foram determinadas por meio de análises de regressão linear e quadrática.

Resultados e discussão

Os resultados de desempenho, de consumo de lisina diário e da concentração de uréia no plasma de suínos machos castrados de 60 a 95 kg são apresentados na Tabela 2.

Não foi observado efeito ($P > 0,05$) dos níveis de lisina digestível sobre o consumo de ração diário (CRD) dos animais. Resultados semelhantes foram obtidos com suínos na fase de terminação por Hahn et al. (1995), Dourmad et al. (1996), Souza (1997), Fontes et al. (2000), Cline et al. (2000) e Main et al. (2002).

Tabela 2 – Desempenho, consumo de lisina e concentração de uréia no plasma de suínos machos castrados dos 60 aos 95 kg, em função dos níveis de lisina da ração

| Parâmetro | Níveis de lisina digestível (%) | | | | CV (%) |
|---|---------------------------------|-------|-------|-------|--------|
| | 0,70 | 0,80 | 0,90 | 1,00 | |
| Consumo de ração diário (g) | 2.798 | 3.018 | 2.828 | 2.768 | 6,41 |
| Consumo de lisina digestível (g/dia) ¹ | 19,59 | 24,14 | 25,45 | 27,68 | 6,46 |
| Ganho de peso diário (g) ² | 1.052 | 1.160 | 1.198 | 1.118 | 7,08 |
| Conversão alimentar (g/g) ² | 2,66 | 2,60 | 2,36 | 2,48 | 4,09 |
| Uréia plasmática (mg/dL) ² | 37,24 | 35,21 | 32,41 | 42,28 | 11,49 |

¹ Efeito linear (P<0,01).

² Efeito quadrático (P<0,05).

De acordo com Edmonds & Baker (1987), suínos podem tolerar consideráveis excessos de aminoácidos, principalmente lisina, sem apresentar variações significativas no consumo alimentar.

Segundo Henry (1985) e D'Mello (1993), o desbalanço de aminoácidos tem como um dos sintomas característicos a redução no consumo de alimento. Neste estudo, o desbalanço de aminoácidos foi evitado por meio da suplementação da ração com aminoácidos sintéticos (DL-metionina, L-treonina, L-triptofano, L-valina e L-isoleucina) à medida que se elevaram os níveis de lisina da ração, para manter a relação considerada entre os aminoácidos e a lisina das rações.

No entanto, efeitos negativos dos níveis de lisina da ração sobre o CRD foram observados por Johnston et al. (1993) e King et al. (2002), quando trabalharam, respectivamente, com suínos machos castrados, dos 105 aos 127 kg, e machos inteiros e fêmeas, dos 80 aos 120 kg.

Com relação ao consumo de lisina diário (CLD), constatou-se aumento linear ($P < 0,001$) em razão da elevação do nível de lisina da ração (Figura 1). De forma similar, Fontes et al. (2000), Cline et al. (2000) e King et al. (2000) também observaram aumento do CLD dos animais na fase de terminação.

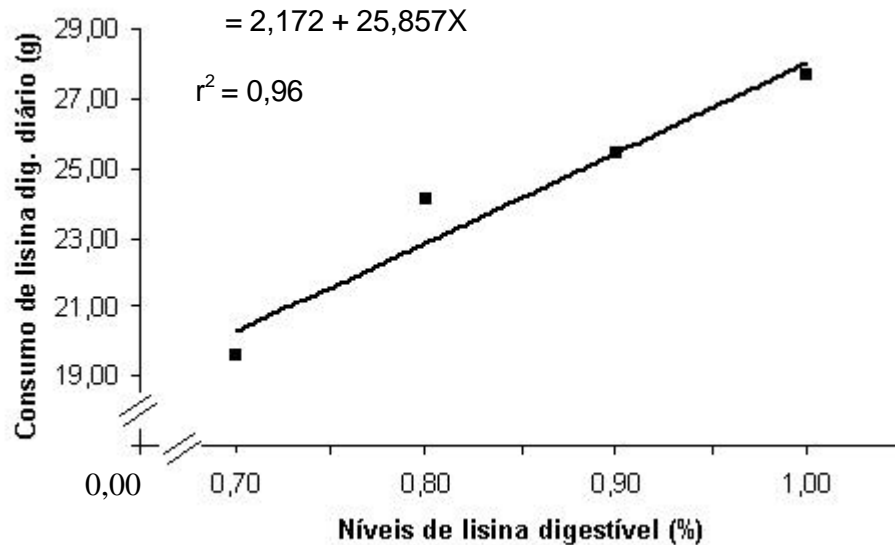


Figura 1 – Efeito dos níveis de lisina digestível da ração sobre o consumo de lisina digestível diário de suínos machos castrados de 60 a 95 kg.

Como o consumo de ração pelos animais não variou significativamente entre os tratamentos, o aumento do consumo de lisina digestível ocorreu em razão direta dos aumentos de suas concentrações nas rações.

Houve efeito quadrático ($P < 0,05$) dos tratamentos sobre o ganho de peso diário (GPD), que aumentou até o nível estimado de 0,87% de lisina digestível, correspondente a um consumo diário de lisina digestível de 24,67 g/dia (Figura 2).

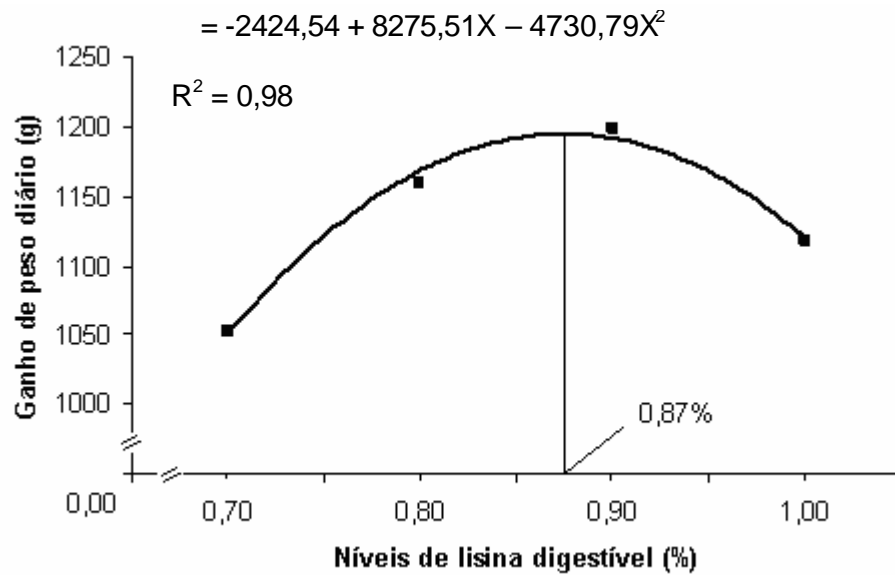


Figura 2 – Efeito dos níveis de lisina digestível da ração sobre o ganho de peso diário de suínos machos castrados de 60 a 95 kg.

Souza (1997) também observou comportamento quadrático do GPD de suínos machos castrados em terminação, em razão de níveis crescentes de lisina na ração. Da mesma forma, Main et al. (2002) observaram variação significativa do GPD de suínos machos castrados, dos 68 aos 92 kg, em razão de níveis crescentes de lisina na ração.

A partir do comportamento observado para o GPD dos animais neste estudo, em função do nível de lisina da ração, pode-se inferir que suínos respondem a níveis crescentes de lisina até o ponto determinado pelo potencial genético.

A conversão alimentar variou ($P < 0,05$) de forma quadrática em função dos níveis de lisina digestível das rações, melhorando até o nível estimado de 0,93% de lisina digestível, correspondente a um consumo diário de 26,22 g de lisina digestível (Figura 3). Influência dos níveis de lisina da ração sobre a CA de suínos em terminação foi também constatada por Hahn et al. (1995), Cline et al. (2000) e Fabian et al. (2001).

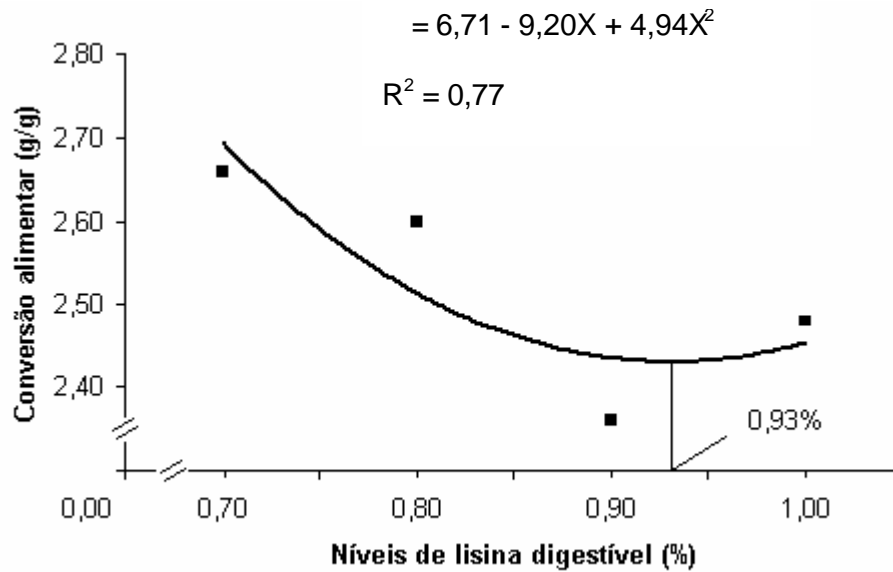


Figura 3 – Efeito dos níveis de lisina sobre a conversão alimentar de suínos machos castrados de 60 a 95 kg.

O nível de lisina que proporcionou os melhores resultados de CA dos animais neste trabalho (0,93%) situa-se acima daquele de 0,73% obtido por Souza (1997) e similar àquele de 0,90% encontrado por Fontes et al. (2000) para leitoas na fase de terminação. A maior diferença entre o nível de lisina dos estudos de Souza (1997) e o obtido neste estudo é justificada, além do sexo, pelo potencial genético inferior dos animais utilizados nos estudos de Souza (1997).

Os níveis de lisina da ração influenciaram ($P < 0,01$) de forma quadrática a concentração de uréia plasmática (UPL) dos animais, que reduziu até o nível estimado de 0,83% de lisina, segundo a equação $= 237,600 - 493,559X + 297,563X^2$. Efeito quadrático dos níveis de lisina da ração sobre a UPL também foi verificado por Fontes et al. (2005).

De acordo com Cameron et al. (2003), a relação entre uréia plasmática e lisina na ração deve ser não-linear, ocorrendo um ponto de inflexão no nível de

lisina correspondente à exigência do animal. Neste estudo, o ponto de inflexão ocorreu próximo ao valor de lisina digestível para melhores resultados de GPD, porém contrastou com o valor de lisina que proporcionou os melhores resultados de CA.

Os resultados de rendimento de carcaça (RC), comprimento da carcaça pelo método brasileiro (CCMB), área de olho de lombo (AOL), espessura de toucinho a 6,5 cm da linha dorso-lombar, à altura da 10^a costela (ETP₂), conversão alimentar em músculo (CAM), rendimento de carne magra (RCM), rendimento de gordura (RG), rendimento de pernil (RP) e rendimento de lombo (RL) dos animais, em função dos níveis de lisina da ração, são apresentados na Tabela 3.

Com exceção do rendimento de carcaça (RC) e da conversão alimentar em músculo (CAM), não foi constatado efeito ($P>0,05$) dos níveis de lisina da ração sobre os parâmetros de carcaça dos animais.

Resultados similares ao deste estudo para AOL e ETP₂ foram encontrados por Cromwell et al. (1993), avaliando exigência de lisina para suínos machos castrados de 51 a 105 kg, assim como Souza Filho et al. (1999), que, trabalhando com suínos machos castrados, dos 30 aos 130 kg, não verificaram efeito dos níveis de lisina na ração sobre a AOL, RP e RG. Fabian et al. (2001) e Kendall et al. (2001) também não observaram efeito dos níveis de lisina sobre as características de carcaça de suínos machos castrados de 50 a 80 e de 70 a 93 kg, respectivamente.

Por outro lado, Chen et al. (1995) evidenciaram tendência na melhoria das características de carcaça de suínos, com maior acúmulo de músculo e menor de gordura, quando os níveis de proteína ou de lisina na ração foram

Tabela 3 – Rendimento de carcaça (RC), comprimento da carcaça pelo método brasileiro (CCMB), área de olho de lombo (AOL), espessura de toucinho à altura da 10^a costela (ETP₂), rendimento de carne magra (RCM), conversão alimentar em músculo (CAM), rendimento de gordura (RG), rendimento de pernil (RP) e rendimento de lombo (RL) dos animais em função dos níveis de lisina da ração, de suínos machos castrados de 60 a 95 kg

| Parâmetros | Níveis de lisina digestível (%) | | | | CV (%) |
|------------------------|---------------------------------|-------|-------|-------|--------|
| | 0,70 | 0,80 | 0,90 | 1,00 | |
| RC (%) ¹ | 83,70 | 83,09 | 83,05 | 82,44 | 0,39 |
| CCMB (cm) | 92,52 | 93,67 | 91,65 | 93,80 | 1,88 |
| AOL (cm ²) | 42,70 | 43,38 | 42,41 | 42,72 | 8,92 |
| ETP ₂ (mm) | 13,00 | 9,33 | 13,75 | 11,67 | 11,96 |
| RCM (%) | 56,53 | 56,92 | 56,99 | 58,20 | 2,56 |
| CAM ² | 5,92 | 5,55 | 5,22 | 5,33 | 3,89 |
| RG (%) | 21,38 | 19,72 | 21,29 | 18,62 | 10,49 |
| RP (%) | 30,80 | 30,58 | 31,00 | 30,57 | 2,50 |
| RL (%) | 6,39 | 6,66 | 6,39 | 6,76 | 5,62 |

¹ Efeito linear (P<0,01).

² Efeito quadrático (P<0,05).

aumentados. Da mesma forma, efeito quadrático dos níveis de lisina da ração sobre a AOL foi observado por Main et al. (2002), utilizando suínos machos castrados na fase de terminação.

O RC foi influenciado (P<0,01) de forma linear pelos níveis de lisina digestível da ração, segundo a equação $Y = 86,321 - 3,826X$ ($r^2 = 0,92$). Entretanto, outros autores (Cromwell et al., 1993; Friesen et al., 1995; De la Llata et al., 2002) não encontraram influência dos níveis de lisina sobre o RC de suínos.

Os valores de AOL obtidos neste estudo foram superiores aos obtidos por Fialho et al. (1998), Wagner et al. (1999), Cline et al. (2000) e Tambei et al.

(2001), de 33,4; 30,8; 39,4 e 37,1 cm², respectivamente. As variações obtidas entre os estudos podem ser atribuídas, entre outras razões, a diferenças no potencial genético dos animais para deposição de carne magra na carcaça.

Com relação à ETP₂, o valor médio de 11,94 mm, obtido neste estudo, foi inferior ao encontrado por Cromwell et al. (1993) e Weatherup et al. (1998), que abateram suínos machos castrados aos 105 e 92 kg, respectivamente. A genética dos animais utilizados nos experimentos pode explicar, em parte, as diferenças nos resultados de ETP₂.

O valor médio de rendimento de carne magra, 57,16%, obtido neste trabalho, está próximo ao valor de 58,2% obtido por Varley (2001) ao avaliar as características de carcaça de suínos híbridos comerciais.

Houve efeito quadrático ($P < 0,05$) dos tratamentos sobre a CAM, que melhorou até o nível estimado de 0,94% de lisina digestível, correspondente a um consumo diário de lisina digestível de 26,48 g (Figura 3). Este valor está próximo ao valor de 0,93% de lisina digestível estimado que proporcionou os melhores resultados de CA.

Pelos dados de RCM e RG na carcaça dos animais, em que a relação proteína:gordura aumentou de 2,64 para 3,13, pode-se justificar as melhoras na CA e na CAM dos animais. Segundo Kyriazakis et al. (1994), a deposição de proteína, por agregar maior quantidade de água, é mais eficiente que a deposição de gordura.

A exigência de lisina digestível, de 0,93%, obtida neste estudo é superior ao valor recomendado pelo NRC (1998) e próximo ao nível preconizado por Rostagno et al. (2005) para suínos machos castrados de alto potencial genético, dos 50 a 80 kg e dos 70 aos 100 kg, respectivamente.

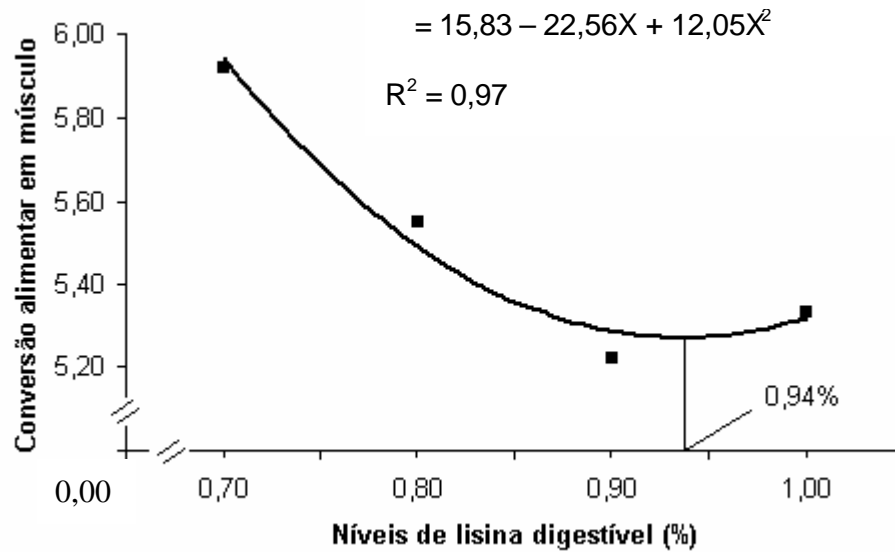


Figura 3 – Efeito dos níveis de lisina sobre a conversão alimentar em músculo de suínos machos castrados de 60 a 95 kg.

Conclusão

O nível de lisina digestível que proporcionou os melhores resultados de desempenho e características de carcaça de suínos machos castrados, com alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça, dos 60 aos 95 kg foi, respectivamente, de 0,94%, correspondente ao consumo de lisina digestível de 26,48 g/dia (2,86 g de lis digestível/Mcal de EM).

Referências bibliográficas

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS - ABCS. **Método brasileiro de classificação de carcaça**. Estrela, RS. 17p, 1973.
- BELLAVER, C.; VIOLA, E.S. Qualidade de carcaça, nutrição e manejo nutricional. **In: VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 1997, Foz do Iguaçu-PR. Anais...** Foz do Iguaçu: ABRAVES, 1997, p.152-158.
- CAMERON, N.D.; McCULLOUGH, E.; TROUP, K. et al. Serum urea concentration as a predictor of dietary lysine requirement in selected lines of pigs. **Journal of Animal Science**, v.81, p.91-100, 2003.

- CHEN, H.Y.; MILLER, P.S.; LEWIS, A.J. et al. Changes in plasma urea concentration can be used to determine protein requirements of two populations of pigs with different protein accretion rates. **Journal of Animal Science**, v.73, p.2631-2639, 1995.
- CLINE, T.R.; CROMWELL, G.L.; CRENSHAW, T.D. et al. Further assessment of the dietary lysine requirement of finishing gilts. **Journal of Animal Science**, v.78, p.987-992, 2000.
- CROMWELL, G.L.; CLINE, T.R.; CRENSHAW, J.D. The dietary protein and (or) lysine requirements of barrows and gilts. **Journal of Animal Science**, v. 71, p.1510-1519, 1993.
- De La LLATA, M.; DRITZ, S.S.; TOKACH, M.D. et al. Effects of increasing L-lysine HCl in corn- or sorghum-soybean meal-based diets on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.80, p.2420-2432, 2002.
- D'MELLO, J.P.F. Amino acid supplementation of cereal-based diets for non-ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, v.45, p.1-18, 1993.
- DOURMAD, J.Y.; GUILLOU, D.; SÉVE, B. et al. Response to dietary supply during the finishing period in pigs. **Livestock Production Science**, v.45, p.179-186, 1996.
- EDMONDS, M.S. & BAKER, D.H. Amino acid excesses for young pigs: effects of methionine, tryptophan, threonine or leucine. **Journal of Animal Science**, v.64, p.1664-1671, 1987.
- FABIAN, J.; CHIBA, L.I.; KUHLLERS, L.T. et al. Effect of genotype and dietary lysine content during the grower phase on growth performance, serum urea N, and carcass and meat quality. **Journal of Animal Science**, v.79 (Suppl. 1), p.67, 2001.
- FIALHO, E.T.; OLIVEIRA, A.I.G.; LIMA, J.A.F. et al. Influência de planos de nutrição sobre as características de carcaça de suínos de diferentes genótipos abatidos entre 80 e 120 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, p.1140-1146, 1998.
- FONTES, D.O.; DONZELE, J.L.; FERREIRA, A.S. et al. Níveis de lisina para leitoas selecionadas geneticamente para deposição de carne magra, dos 60 aos 95 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.784-793, 2000.
- FOWLER, V.R.; BICHARD, M. & PEASE, A. Objectives in pig breeding. **Animal Production**, v.23, p.365-387, 1976.
- FRIESEN, K.G.; NELSSSEN, J.L.; GOODBAND, R.D. et al. The effect of dietary lysine on growth, carcass composition, and lipid metabolism in high-lean growth gilts fed from 72 to 136 kilograms. **Journal of Animal Science**, v.73, p.3392-3401, 1995.
- HAHN, J.D.; BIEHL, R.R. & BAKER, D.H. Ideal digestible lysine for early-finishing and late-finishing swine. **Journal of Animal Science**, v.73, p.773-784, 1995.
- HENRY, Y. Dietary factors involved in feed intake regulation in growing pigs: A Review. **Livestock Production Science**, v.12, p.339-354, 1985.

- JOHNSTON, M.E.; NELSSSEN, J.L.; GOODBAND, R.D. et al. The effects of somatotropin and dietary lysine on growth performance and carcass characteristics of finishing swine fed to 105 or 127 kilograms. **Journal of Animal Science**, v.71, p.2986-2995, 1993.
- KING, R.H.; CAMPBELL, R.G.; SMITS, R.J. et al. Interrelationships between dietary lysine, sex, and porcine somatotropin administration on growth performance and protein deposition in pigs between 80 and 120 kg live weight. **Journal of Animal Science**, v.78, p.2639-2651, 2000.
- KENDALL, D.C.; ALLEE, G.L. & USRY, J.L. Evaluation of synthetic L-lysine use in finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.79(Suppl. 1), p.65, 2001.
- KESSLER, A.M. Exigências nutricionais para máximo rendimento de carne em suínos. In: SIMPÓSIO SOBRE RENDIMENTO E QUALIDADE DA CARNE SUÍNA, 1998, Concórdia-SC, **Anais...**Concórdia, 1998. p.18-25.
- KYRIAZAKIS, I.; DOTAS, D.; EMMANS, G.C. The effects of breed on the relationship between feed composition and the efficiency of protein utilization in pigs. **British Journal of Nutrition**, v.71, p.849-859, 1994.
- MAIN, R.G.; DRITZ, S.S.; TOKACH, M.D. Effects of increasing lysine:calorie ratio in pigs grown in a commercial finishing environment. **Swine Day**, p.135-150, 2002.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC.Comittee Animal Nutrition. **Nutrient requirements of swine**. 10 ed. Washigorn: National Academic Press, 1998. 189p.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos: Tabelas Brasileiras**. Viçosa, MG: UFV, 2000. 141p.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**: Viçosa, MG: UFV, 2005. 186p.
- SCHINCKEL, A.P.& EINSTEIN, M.E. Concepts of pig growth and composition. 2000. Disponível em: www.anse.purdue.edu/swine/porkpage/growth/pubs , (acessado em 22/0/2001).
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa-MG: UFV, Imprensa Universitária, 1990. 166p.
- SOUZA, A.M. **Exigências nutricionais de lisina para suínos mestiços, de 15 a 95 kg de peso..** 1997. 81f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, MG, 1997.
- SOUZA FILHO, G.A., LIMA, J.A.F., FIALHO, E.T. et al. *Efeito de planos de nutrição e de genótipos sobre características físicas de carcaça de suínos* In: XXVI CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Porto Alegre, RS. **Anais...** Porto Alegre, 1999;
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (UFV). **S.A.E.G. (Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas)**. Viçosa, MG (Versão 8.0), 1997;

- TEMBEI, J.N., LIBAL, C.R., HAMILTON, C.R. et al. Lean growth and overall performance of pigs during the finisher phase as affected by lean growth potential determined during the grower phase and dietary protein level during the finisher phase. 2001. Disponível em: (<http://ars.sdstate.edu/swineext/2001SwineReport/2001-12LeanGrowth&OverallPerformanceOfPigsDuringFinisherPhase.pdf>) (Acessado em (22/03/2003)).
- VARLEY, M. The genetics of pig lean tissue growth. **Feed Mix**, v.9, n.3. 2001.
- YEN, H.T.; COLE, D.J.A.; LEWIS, D. Aminoacid requirements of growing pigs. 7. The response of pigs from 25 to 55 kg live weight to dietary ideal protein. **Animal Production**, v.43, p.141-154, 1986.
- WAGNER, J.R.; SCHINCKEL, A.P.; CHEN, W. et al. Analysis of body composition changes of swine during growth and development. **Journal of Animal Science**, v.77, p.1442-1466, 1999.
- WEATHERUP, R.N.; BEATTIE, V.E.; MOSS, B.W. et al. The effect of increasing slaughter weight on the production performance and meat quality of finishing pigs. **Animal Science**, v.67, p.591-600, 1998.
- ZAVIEZO, D. Proteína ideal – novo conceito nutricional na formulação de rações para aves e suínos. **Avicultura industrial**, outubro, 1998.

CONCLUSÕES GERAIS

Foram realizados três experimentos com o objetivo de avaliar níveis de lisina digestível para suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça. Concluiu-se que:

- o nível de lisina digestível que proporcionou os melhores resultados de conversão alimentar e de deposição de proteína na carcaça de suínos, dos 15 aos 30 kg, foi de 1,12%, correspondente a um consumo de lisina digestível de 12,03 g/dia (3,42g de Lis digestível/Mcal de EM).

- para suínos de 30 a 60 kg, o nível de lisina digestível que proporcionou os melhores resultados de conversão alimentar e de deposição de proteína na carcaça foi de 1,10%, correspondente a um consumo de lisina digestível de 21,94 g/dia (3,40 g de Lis digestível/Mcal de EM).

- o nível de lisina digestível que proporcionou os melhores resultados de desempenho e de conversão alimentar em músculo de suínos dos 60 aos 95 kg foi, respectivamente, de 0,94%, correspondente ao consumo de lisina digestível de 26,48 g/dia (2,86 g de lis digestível/Mcal de EM).

APÊNDICES

APÊNDICE A

Tabela 1A – Análise de variância e coeficientes de variação, referentes a consumo de ração diário (CRD), ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar (CA), consumo de lisina diário (CLD) e teor de uréia no plasma (UPL) de suínos machos castrados, dos 15 aos 30 kg, alimentados com rações contendo quatro níveis de lisina digestível

| FV | GL | Quadrados médios | | | | |
|-----------------------------|----|------------------|------------|-----------|------------|----------|
| | | CRD | GPD | CA | CLD | UPL |
| Níveis de lisina digestível | 3 | 3537,383 | 26848,31 | 0,096449 | 11,26066 | 55,24024 |
| Linear | 1 | 620,0100 | 43274,40 | 0,207362 | 32,46151** | 53,17950 |
| Quadrática | 1 | 9990,450 | 37216,88** | 0,081603* | 1,320466 | 85,38163 |
| Bloco | 4 | 45878,08 | 1970,359 | 0,043215 | 5,261507 | 37,12636 |
| Resíduo | 12 | 147504,1 | 2508,343 | 0,015277 | 1,645818 | 52,29338 |
| CV (%) | | 10,34 | 7,03 | 8,16 | 11,42 | 21,47 |

* (P<0,05).

** (P<0,01).

Tabela 2A – Análise de variância e coeficientes de variação, referentes a porcentagem de água (PA), porcentagem de proteína (PP), porcentagem de gordura (PG), deposição diária de proteína (DP) e deposição diária de gordura (DG) de suínos machos castrados, dos 15 aos 30 kg, alimentados com rações contendo quatro níveis de lisina digestível

| FV | GL | Quadrados médios | | | | |
|-----------------------------|----|------------------|----------|----------|-----------|----------|
| | | PA | PP | PG | DP | DG |
| Níveis de lisina digestível | 3 | 3,887617 | 1,787675 | 2,418167 | 976,5079 | 426,8407 |
| Linear | 1 | 0,361805 | 2,679120 | 2,099520 | 1585,090 | 328,4146 |
| Quadrática | 1 | 2,496400 | 0,012100 | 4,410000 | 404,6132* | 817,2452 |
| Bloco | 3 | 4,146683 | 0,819142 | 4,126817 | 74,93972 | 401,4247 |
| Resíduo | 9 | 3,465144 | 0,812903 | 2,101828 | 71,43070 | 79,20187 |
| CV (%) | | 2,92 | 5,27 | 11,14 | 9,75 | 11,40 |

* (P<0,05).

APÊNDICE B

Tabela 1B – Análise de variância e coeficientes de variação, referentes a consumo de ração diário (CRD), ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar (CA), consumo de lisina diário (CLD) e teor de uréia no plasma (UPL) de suínos machos castrados, dos 30 aos 60 kg, alimentados com rações contendo quatro níveis de lisina digestível

| FV | GL | Quadrados médios | | | | |
|-----------------------------|----|------------------|----------|-----------|------------|----------|
| | | CRD | GPD | CA | CLD | UPL |
| Níveis de lisina digestível | 3 | 14655,21 | 8099,799 | 0,019261 | 32,50292 | 23,74365 |
| Linear | 1 | 1582,579 | 17637,61 | 0,048746* | 93,09419** | 57,42858 |
| Quadrática | 1 | 5566,315 | 3277,137 | 0,003328 | 0,130889 | 1,683506 |
| Bloco | 4 | 15555,21 | 3384,646 | 0,005707 | 4,283688 | 17,77449 |
| Resíduo | 12 | 18922,35 | 2859,854 | 0,011492 | 0,911105 | 20,95458 |
| CV (%) | | 6,93 | 7,67 | 4,78 | 7,66 | 13,96 |

* (P<0,05).

** (P<0,01).

Tabela 2B – Análise de variância e coeficientes de variação, referentes a porcentagem de água (PA), porcentagem de proteína (PP), porcentagem de gordura (PG), deposição diária de proteína (DP) e deposição diária de gordura (DG) de suínos machos castrados, dos 30 aos 60 kg, alimentados com rações contendo quatro níveis de lisina digestível

| FV | GL | Quadrados médios | | | | |
|-----------------------------|----|------------------|----------|-----------|-----------|----------|
| | | PA | PP | PG | DP | DG |
| Níveis de lisina digestível | 3 | 2,910754 | 0,226307 | 4,229014 | 989,6667 | 156,3948 |
| Linear | 1 | 1,239766 | 0,665514 | 4,553703 | 2880,325* | 302,1563 |
| Quadrática | 1 | 1,760273 | 0,007454 | 0,4771892 | 29,11318 | 13,27043 |
| Bloco | 4 | 4,840483 | 0,660669 | 6,823030 | 362,2451 | 1718,754 |
| Resíduo | 11 | 2,596690 | 0,562811 | 4,546427 | 361,9232 | 9798,312 |
| CV (%) | | 2,66 | 4,34 | 13,72 | 14,36 | 23,89 |

* (P<0,05).

APÊNDICE C

Tabela 1C – Análise de variância e coeficientes de variação, referentes a consumo de ração diário (CRD), ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar (CA), consumo de lisina diário (CLD) e teor de uréia no plasma (UPL) de suínos machos castrados, dos 60 aos 95 kg, alimentados com rações contendo quatro níveis de lisina digestível

| FV | GL | Quadrados médios | | | | |
|-----------------------------|----|------------------|-----------|-----------|------------|-----------|
| | | CRD | GPD | CA | CLD | UPL |
| Níveis de lisina digestível | 3 | 45780,21 | 18715,98 | 0,090879 | 58,37213 | 69,33387 |
| Linear | 1 | 12728,65 | 15433,34 | 0,161672 | 167,5363** | 30,24570 |
| Quadrática | 1 | 70155,39 | 39781,95* | 0,048582* | 4,670409 | 141,6695* |
| Bloco | 4 | 18680,29 | 9652,537 | 0,019588 | 1,574975 | 38,04826 |
| Resíduo | 11 | 33453,55 | 6402,277 | 0,010681 | 2,445300 | 17,85657 |
| CV (%) | | 6,41 | 7,08 | 4,09 | 6,46 | 11,49 |

* (P<0,05).

** (P<0,01).

Tabela 2C – Análise de variância e coeficientes de variação, referentes a Rendimento de carcaça (RC), comprimento da carcaça pelo método brasileiro (CCMB), área de olho de lombo (AOL), espessura de toucinho a 6,5 cm da linha dorso-lombar, à altura da 10^a costela (ETP₂), rendimento de carne magra (RCM), conversão alimentar em músculo (CAM), , rendimento de gordura (RG), rendimento de pernil (RP) e rendimento de lombo (RL) dos animais em função dos níveis de lisina da ração, de suínos machos castrados de 60 a 95 kg, em função dos níveis de lisina da ração

| FV | GL | Quadrados médios | | | | | | | | |
|-----------------------------|----|-------------------------|----------|----------|------------------|----------|------------|----------|----------|----------|
| | | RC | CCMB | AOL | ETP ₂ | RCM | CAM | RG | RP | RL |
| Níveis de lisina digestível | 3 | 1,064809 | 4,135640 | 0,675673 | 15,03065 | 2,082650 | 0,3764182 | 7,075435 | 0,166607 | 0,137586 |
| Linear | 1 | 2,928036** | 0,653411 | 0,172051 | 0,035280 | 5,138445 | 0,8651894 | 9,005491 | 0,013132 | 0,135268 |
| Quadrática | 1 | 0,31 x 10 ⁻⁵ | 1,015056 | 0,135056 | 2,512225 | 0,686827 | 0,2322022* | 1,010528 | 0,041922 | 0,009506 |
| Bloco | 3 | 0,430701 | 10,27047 | 8,737523 | 5,248983 | 0,580183 | 0,1664098 | 1,113858 | 0,577298 | 0,023625 |
| Resíduo | 9 | 0,107274 | 3,052528 | 14,56338 | 2,037378 | 2,149794 | 0,0458893 | 4,515224 | 0,588657 | 0,135674 |
| CV (%) | | 0,39 | 1,88 | 8,92 | 11,96 | 2,56 | 3,89 | 10,49 | 2,50 | 5,62 |

* (P<0,05).

** (P<0,01).