

FABRÍCIO DE ALMEIDA SANTOS

EXIGÊNCIA DE METIONINA MAIS CISTINA DIGESTÍVEIS PARA SUÍNOS  
MACHOS CASTRADOS DE ALTO POTENCIAL GENÉTICO, DOS 60 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 “*Magister Scientiae*”

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2005

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

T		
S237e	Santos, Fabrício de Almeida, 1979-	
2005	Exigência de metionina mais cistina digestíveis para suínos machos castrados de alto potencial genético, dos 60 aos 95 Kg / Fabrício de Almeida Santos. – Viçosa :	UFV,
2005.	viii, 31f. : il. ; 29cm.	
	Inclui apêndice.	
	Orientador: Juarez Lopes Donzele. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.	
	Referências bibliográficas: f. 27-29.	
	1. Suíno - Nutrição - Exigências. 2. Metionina na de suínos. 3. Cistina na nutrição de suínos.	nutrição
	4. Suíno - Registros de desempenho. 5. Suíno - Carcaça. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.	
	CDD 22.ed. 636.40852	

FABRÍCIO DE ALMEIDA SANTOS

EXIGÊNCIA DE METIONINA MAIS CISTINA DIGESTÍVEIS PARA SUÍNOS  
MACHOS CASTRADOS DE ALTO POTENCIAL GENÉTICO, DOS 60 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 “*Magister Scientiae.*”

APROVADA : 22 de fevereiro de 2005.

---

Profª. Rita Flávia Miranda de Oliveira  
(Conselheira)

---

Dr. Francisco Carlos de Oliveira Silva  
(Conselheiro)

---

Prof. Aloísio Soares Ferreira

---

Prof. Paulo César Brustollini

---

Prof. Juarez Lopes Donzele  
(Orientador)

A Deus.

Aos meus pais, Dario P. Santos (*in memoriam*) e Maria do Carmo A. Santos

À minha irmã, aos meus sobrinhos e ao meu cunhado

À minha avó Maria Tosatti (Dona Tita).

Ao Professor Juarez Lopes Donzele.

À toda minha família e aos meus amigos.

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo suporte financeiro.

Ao professor Juarez Lopes Donzele, pela amizade e confiança, pelos ensinamentos transmitidos, pelo incentivo e pela orientação durante o curso de pós-graduação e a execução deste trabalho.

Aos professores conselheiros Rita Flávia Miranda de Oliveira e Dr. Francisco Carlos de Oliveira Silva, pelas críticas e sugestões para o enriquecimento deste trabalho.

Aos membros da Banca Examinadora, Professor Aloísio Soares Ferreira e Professor Paulo César Brustollini, pelas sugestões.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), pela oportunidade de desenvolvimento desta pesquisa.

Aos funcionários da EPAMIG, em especial ao Carlos (Salame), pela ajuda indispensável durante todo o experimento.

Ao estudante de graduação em Zootecnia, Luís Otávio Teixeira Magalhães pelo auxílio no experimento.

Às amigas da pós-graduação Lourdes e Mariana, pela colaboração e amizade.

Ao aluno de Doutorado Marvio Lobão Teixeira, pela amizade, pelo companheirismo e pela ajuda durante a realização do experimento.

Aos meus grandes amigos Bruno (Pescocinho), Tigrão, Rafael, Vladimir, Douglas, Jacqueline, Leidi, Mário, Fernanda e Lidson, pela amizade e pelo companheirismo.

À galera da “ZOO 98”, principalmente aos amigos Adilson, Fred, Rafael, Tigrão, Silvano, Léo Calado, George, Bruno, Mário, Fernanda, Leidi, Lidson, Jacqueline, Buteco, Pará, Mônica e Cris, pela amizade e união.

À galera da república: Francisco (Periquitão), Cesinha (Franguinho), Jean (Pé de bozo), Daniel (Bigode) e Samuel (Zaza), pela amizade, pelo companheirismo e principalmente pelos “rocks”.

À minha irmã Adriana, aos meus sobrinhos Artur e Júlia, ao meu cunhado Arcanjo, à minha avó Dona Tita, aos meus primos, em especial Pablo e Rovigo, aos meus tios e tias e aos demais familiares, pelo apoio, pela amizade e pela confiança.

Ao meu tio e padrinho João Bosco (tio Boboco) pela amizade e confiança e pelo apoio.

Em especial, à minha mãe, que, desde muito cedo, tem sido mãe e pai ao mesmo tempo, por confiar em mim, por estar sempre ao meu lado nos momentos mais difíceis, me incentivando a continuar e a nunca desistir e, sobretudo, pelos seus ensinamentos, que me fizeram ser a pessoa que sou hoje. À você, minha mãe, o meu muito obrigado!

Enfim, a todos que direta e indiretamente contribuíram para a conclusão deste trabalho.

## **BIOGRAFIA**

FABRÍCIO DE ALMEIDA SANTOS, filho de Dario de Paula Santos e Maria do Carmo de Almeida Santos, nasceu em Ponte Nova, MG, em 15 de maio de 1979.

Em março de 1998, iniciou na Universidade Federal de Viçosa (UFV) o Curso de Graduação em Zootecnia, concluindo-o em março de 2003.

Em março de 2003, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFV, em nível de mestrado, na área de Nutrição em Monogástricos, submetendo-se à defesa de tese em 22 de fevereiro de 2005.

## CONTEÚDO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	7
4. EXIGÊNCIA DE METIONINA MAIS CISTINA DIGESTÍVEIS PARA SUÍNOS MACHOS CASTRADOS DE ALTO POTENCIAL GENÉTICO, DOS 60 AOS 95 KG .....	9
Resumo.....	9
Abstract.....	10
Introdução.....	11
Material e Métodos.....	12
Resultados e Discussão.....	16
Conclusão.....	26
Referências bibliográficas.....	27
5. APÊNDICE.....	31

## RESUMO

SANTOS, Fabrício de Almeida, M.S., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2005.

**Exigência de metionina mais cistina digestíveis para suínos machos castrados de alto potencial genético, dos 60 aos 95 kg.** Orientador: Juarez Lopes Donzele. Conselheiros: Rita Flávia Miranda de Oliveira e Francisco Carlos de Oliveira Silva.

Foram utilizados 70 suínos machos castrados com peso inicial de  $60,00 \pm 1,13$  kg para se determinar a exigência de metionina mais cistina digestíveis. Os animais foram distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, composto por cinco tratamentos (0,440; 0,464; 0,488; 0,512 e 0,536% de metionina mais cistina digestíveis, correspondendo às relações de 55,0, 58,0, 61,0, 64,0 e 67,0% de metionina mais cistina digestíveis:lisina digestível), sete repetições e dois animais por unidade experimental. Os níveis de metionina mais cistina digestíveis das rações influenciaram a conversão alimentar e o rendimento de carne magra, que melhoraram de forma quadrática até o nível estimado de 0,506%. O ganho de peso diário aumentou de forma linear até o nível de 0,512%, enquanto o consumo de metionina mais cistina digestíveis elevou de forma linear com o aumento dos níveis de metionina mais cistina digestíveis na dieta. Não houve efeito dos tratamentos sobre o consumo diário de ração, a espessura de toucinho no ponto P<sub>2</sub>, o rendimento de carcaça e a porcentagem de carne magra na carcaça dos animais. Concluiu-se que a exigência de metionina mais cistina digestíveis para suínos machos castrados dos 60 aos 95 kg é de 0,506%, correspondente à uma relação de metionina mais cistina digestíveis:lisina digestível de 63,0%, para melhor conversão alimentar e quantidade de carne magra na carcaça.

## ABSTRACT

SANTOS, Fabrício de Almeida. M.S., Universidade Federal de Viçosa, February of 2005.  
**Digestible Methionine and Cystine Requirement for High Genetical Potential Barrows for Lean Deposition from 60 to 95 kg.** Adviser: Juarez Lopes Donzele.  
Committee members: Rita Flávia Miranda de Oliveira and Francisco Carlos de Oliveira Silva.

Seventy castrated barrows were used to determinate the requirements of digestible methionine and cystine with initial weight  $60,00 \pm 1,13$  kg. The animals were experimental design of randomized blocks with five treatments (0,440; 0,464; 0,488; 0,512 and 0,536% of digestible methionine and cystine corresponding at the 55,0; 58,0; 61,0; 64,0 and 67,0% of digestible methionine and cystine : digestible lysine) with seven replicates and two animals by experimental unity. The digestible methionine and cystine levels influenced the feed: gain and lean yield that improved by a quadratic way until the level of 0,506%. The daily gain increased in a linear way until the level of 0,512% of digestible methionine and cystine. The digestible methionine and cystine intake increased in a linear way with the increase digestible methionine and cystine levels in the diet. It was not observed effect of the treatments on feed intake, backfat depth, carcass yield and percentage lean. It was concluded that requirements of digestible methionine and cystine for castrated barrows swine were 0,506% correspondent to digestible methionine and cystine:digestible lysine ration of 63,0% for a better feed:gain and lean yield.

## **Introdução Geral**

Os avanços na área do melhoramento genético para seleção de suínos com maior potencial para deposição de proteína em detrimento à de gordura na carcaça vêm exigindo uma reavaliação constante das exigências nutricionais dos suínos, uma vez que mudanças nas deposições de tecidos corporais podem gerar diferenças na exigência diária de nutrientes, sobretudo de aminoácidos.

Com esta nova tendência, pesquisas vêm sendo realizadas visando a otimização da utilização da porção protéica das rações, que tem sido um dos pontos-chave para o sucesso e a viabilidade da produção animal.

A determinação adequada do nível de aminoácidos na ração pode melhorar a eficiência alimentar e a taxa de crescimento e, conseqüentemente, aumentar o rendimento econômico da atividade suinícola. Por outro lado, se as necessidades biológicas do animal não forem atendidas, o consumo excessivo ou deficiente de aminoácidos pode restringir a taxa e a eficiência de crescimento do animal.

Nas rações práticas à base de milho e farelo de soja, a metionina vem se destacando como um dos principais aminoácidos a serem utilizados na formulação das rações, sendo considerada o segundo aminoácido limitante para suínos.

A metionina exerce importante papel em diversas funções metabólicas, como a biossíntese de componentes fundamentais para o crescimento e desenvolvimento dos suínos, como creatina, carnitina, poliamina, epinefrina, colina e melatonina (Baker, 1991).

A cistina, por sua vez, tem importante participação na estrutura de muitas proteínas, como o hormônio insulina e as imunoglobulinas, interligando cadeias polipeptídicas pela ponte dissulfeto (Baker, 1991).

Nesse sentido, a determinação da exigência de metionina mais cistina digestíveis para suínos machos castrados de alto potencial genético dos 60 aos 90 kg torna-se necessária para o estabelecimento de estratégias de alimentação adequadas para maximizar a produção suína.

Esta tese foi elaborada na forma de artigo, de acordo com as normas para leitura de tese da Universidade Federal de Viçosa (UFV), sendo que o artigo foi adaptado aos padrões da Revista Brasileira de Zootecnia.

## **Revisão de Literatura**

As fontes protéicas representam os componentes mais onerosos das rações práticas para suínos, de modo que as rações devem ser formuladas para a máxima eficiência de utilização pelos animais, minimizando as perdas. Suínos alimentados com rações deficientes em proteína não crescem nem se reproduzem normalmente. Portanto, as proteínas não são por si só consideradas constituintes essenciais nas rações, mas sim os seus aminoácidos (Lewis, 2001).

O desenvolvimento de pesquisas visando a otimização do uso de aminoácidos tem contribuído para o aumento da retenção corporal de nitrogênio e para a redução da excreção do mesmo. Vem também contribuindo para reduzir a produção total de dejetos, por meio da redução do consumo de água e da melhoria da eficiência alimentar, minimizando o impacto da poluição ambiental causada pela suinocultura.

Atualmente, pesquisas vêm sendo realizadas utilizando-se o conceito de proteína ideal, no qual um balanço adequado de aminoácidos é capaz de prover, sem deficiências ou excessos, as exigências absolutas de todos os aminoácidos necessários à perfeita

manutenção e crescimento da espécie. Com isto, os excessos de aminoácidos podem ser eliminados das rações (Chung & Baker, 1992).

A suplementação da ração com aminoácidos sintéticos permite a redução dos níveis de proteína bruta das rações, sem comprometer o suprimento de aminoácidos, o que pode aumentar os valores de energia líquida das rações tornando-as mais eficientemente utilizadas pelos suínos. Segundo Tuitoek et al. (1997), a suplementação de aminoácidos nas rações de suínos com níveis subótimos de proteína permite a redução dos excessos de aminoácidos, que ocorrem em rações práticas de suínos, porém sem reduzir o desempenho dos animais. Em estudos realizados por Tuitoek et al.(1997) com suínos em fase de crescimento, a redução do nível de proteína de 16,6 para 13% com suplementação adequada dos aminoácidos limitantes não influenciou as taxas de crescimento, o consumo de ração e a eficiência alimentar.

Entre os aminoácidos, a metionina destaca-se como segundo aminoácido limitante em rações práticas à base de milho e farelo de soja para suínos.

A metionina é considerada um aminoácido essencial para o crescimento dos suínos (Bell,1959) por exercer importante papel em diversas funções metabólicas e, principalmente, por ser o “primer” na síntese protéica. Como observado por (Solberg et al.,1971), rações deficientes em metionina aumentam a destruição das proteínas, contribuindo para a deposição de gordura.

Na forma de S-adenosimetionina, a metionina é o mais importante doador de radicais metil no organismo e está envolvida na biossíntese de muitos componentes importantes para o crescimento e desenvolvimento dos suínos, como a creatina, a carnitina, as poliaminas, a epinefrina, a colina e melatonina (Baker, 1991).

A metionina pode ser catabolizada em cistina pelo organismo, em um processo irreversível, com a função de remover o excesso de metionina e superar a deficiência de cistina (Graber et al., 1971). Os suínos são particularmente sensíveis ao excesso de metionina na ração (Edmonds et al., 1987; Edmonds & Baker, 1987).

Inicialmente, a cistina foi considerada um aminoácido essencial, mas pesquisas posteriores comprovaram que é possível obtê-la de uma ração em que não falta metionina. Porém, se a cistina estiver presente, diminui a necessidade de conversão de metionina, economizando, a quantidade deste aminoácido essencial na alimentação diária (Teixeira, 1991).

A cistina tem importante participação na estrutura de muitas proteínas, como a insulina e as imunoglobulinas, interligando cadeias polipeptídicas pela ponte dissulfeto (Baker, 1991).

Como a metionina mais cistina estão envolvidas nos processos de manutenção do organismo, como *turnover* de tecidos intestinais, e são precursoras de substratos em várias funções biológicas, estes aminoácidos têm sua exigência aumentada, moderadamente, com o avanço do crescimento dos suínos (Loughmiller et al., 1996).

Em razão da metionina mais cistina serem exigidas em altas quantidades para manutenção, espera-se que a exigência desses aminoácidos em relação à de lisina eleve com o aumento do peso corporal e da idade do animal (Fuller et al., 1989; Chung & Baker, 1992).

Em comparação aos requerimentos de proteína, as exigências de treonina e metionina mais cistina para manutenção são consideravelmente mais altas. Esta observação está de acordo com outras publicações que sugerem a treonina e metionina mais cistina

como os primeiros aminoácidos limitantes em condições inferiores de manutenção (Yoshida & Moritoki, 1974; Yokogoshi & Yoshida, 1976).

Existem diversos fatores que podem influenciar as exigências dos suínos. Entre eles, estão a raça, o sexo, a heterose, o estado de desenvolvimento do animal, o consumo de ração, a disponibilidade de nutrientes, a temperatura e umidade relativa do ambiente e o estado sanitário do animal (Rostagno et al. 2000).

Na produção de suínos, os animais nas fases de crescimento e terminação são divididos em três categorias (machos inteiros, machos castrados e fêmeas), que apresentam diferenças no desempenho e nas características de carcaça e, conseqüentemente, nas exigências nutricionais.

As características de carcaça podem ser influenciadas pelo sexo, de modo que as medidas utilizadas na avaliação da qualidade da carcaça dependem do estágio de desenvolvimento do animal. Estas diferenças são resultantes de alterações endócrinas ocorridas durante todo o desenvolvimento sexual (Bellaver & Viola, 1997).

Suínos machos castrados consomem mais alimento e ganham peso mais rapidamente que marrãs. Entretanto, as fêmeas são mais eficientes em converter alimento em ganho de peso e depositam maior porcentagem de tecido muscular e menor de tecido adiposo que os machos castrados. Uma vez que as fêmeas possuem taxa de deposição de tecido magro maior e consumo inferior ao dos machos castrados, suas exigências em aminoácidos devem ser superiores (Ekstrom, 1991).

Nesse sentido, a determinação das exigências nutricionais dos suínos nas várias fases de crescimento, segundo o sexo e potencial genético, é importante para o estabelecimento de estratégias de alimentação adequadas para maximizar a produção suína.

## Referências Bibliográficas

- BAKER, D.H. Partitioning of nutrients for growth and other metabolic functions. **Poultry Science**, v.70, p.1797-1805, 1991.
- BELL, D.J.; McINDOE, W.M.; GROSS, D. Tissue components of the domestic fowl. 3. The non-protein nitrogen of plasma and erythrocytes. **Biochemistry. Journal.**, v.72, p. 355-364, 1959.
- BELLAVER, C; VIOLA, E.S. Qualidade de carcaça, nutrição e manejo nutricional. In: VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, Foz do Iguaçu-PR. **Anais...** Foz do Iguaçu: ABRAVES, 1997. p.152-158,1997.
- CHUNG, T.K.; BAKER, D.H. Methionine requirement of pigs between 5 and 20 Kilograms body weight. **Journal Animal Science**, v.70, p.1857-1863, 1992.
- EDMONDS, M.S.; BAKER, D.H. Amino acid excesses for young pigs: effects of excess methionine, tryptofhan, treonine or leucine. **Journal Animal Science**, v.64, p.1664-1671, 1987.
- EDMONDS, M.S.; GONYOU, H.W.; BAKER, D.H. Effect of excess levels of excess methionine, tryptofhan, arginine, lysine or threonine on growth and dietary choice in the pig. **Journal Animal Science**, v.65, p.179-185, 1987.
- EKSTROM, K.E. Genetic and sex considerations in swine nutrition. In: Miller, E.R., Ullrey, D.E., Lewis, A.J., **Swine Nutrition**. Butterworth – Heinemann,1991. p 415-424.

- FULLER, M.F.; McWILLIAM, R.; WANG, T.C. The optimum dietary amino acid pattern for growing pigs. 2 – Requirements for maintenance and for tissue protein accretion. **British Journal of Nutrition**, v.62, p.255-267.1989.
- GRABER, H.G.; SCOTT, H.M.; BACKER, D.H. Sulfur amino acid nutrition of the growing chick: Effect of age on the capacity of methionine requirement. **Poultry Science**, v.50, p.854-858, 1971.
- LEWIS, A.J. Amino acids in swine nutrition In: Miller, E.R., Ullrey, D.E., Lewis, A.J., **Swine Nutrition**. Butterworth – Heinemann, 2001. p.147-164.
- LOUGHMILLER, J.A.; GOODBAND, R.D.; TOKACH, M.D., NELSSSEN, J.L.; SMITH II, J.W.; BERGSTROM, J.R. Evaluation of the sulfur amino acid requirement of finishing pigs. **Swine Day**, p.130-132. 1996.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; FERREIRA, A.S.; OLIVEIRA, R.F.M.; LOPES, D.C. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos**: Tabelas Brasileiras. Viçosa, MG:UFV, 2000, 141p.
- SOLBERG, J.; BUTTERY, P.J.; BOORMAN, K.N. Effect of moderate methionine deficiency on food, protein and energy utilization in the chick. **British Poultry Science**, v.12, p.297-304, 1971.
- TEIXEIRA, A.S. Alimentos e alimentação. Local: ESAL – FAEPE, 357p, 1991.
- TUITOEK, K.; YOUNG, L.G.; DE LANGE, C.F.M. The effect of reducing excess dietary amino acids on growing-finishing pig: an evaluation of the ideal protein concept. **Journal Animal Science**. v.75, p.1575-1583, 1997.
- YOKOGOSHI, H.; YOSHIDA, A. Some factors affecting the nitrogen sparing action of methionine and threonine in rats fed a protein free diet. **Journal of nutrition**. v. 106, p. 48-57, 1976.
- YOSHIDA, A.; MORITOKI, K. Nitrogen sparing action of methionine and threonine in rats receiving a protein free diet. **Nutrition Report**, v.9, p.159-168, 1974.

## **Exigência de Metionina mais Cistina Digestíveis para Suínos Machos Castrados de Alto Potencial Genético, dos 60 aos 95 kg**

RESUMO – O experimento foi conduzido para determinação da exigência de metionina mais cistina digestíveis para suínos de alto potencial genético para deposição de carne magra, dos 60 aos 95 kg. Foram utilizados 70 suínos machos castrados, híbridos comerciais com mesmo padrão genético, com peso inicial de  $60,00 \pm 1,13$  kg, distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco tratamentos (0,440; 0,464; 0,488; 0,512 e 0,536% de metionina mais cistina digestíveis, correspondentes, respectivamente, às relações de 55,0; 58,0; 61,0; 64,0 e 67,0% de metionina mais cistina digestíveis:lisina digestível na dieta), sete repetições e dois animais por unidade experimental. As rações experimentais e a água foram fornecidas à vontade até o final do período experimental, quando os animais atingiram  $95,00 \pm 0,50$  kg. Os níveis de metionina mais cistina digestíveis da ração influenciaram o ganho de peso diário, que aumentou de forma linear até o nível de 0,512%, a conversão alimentar e a quantidade de carne magra, que melhoraram de forma quadrática até o nível estimado de 0,506%. O consumo de metionina mais cistina digestíveis aumentou de forma linear com o aumento dos níveis de metionina mais cistina digestíveis na dieta. Não foi observado efeito dos tratamentos sobre o consumo diário de ração, a espessura de toucinho, o rendimento de carcaça e a porcentagem de carne magra na carcaça. Concluiu-se que suínos machos castrados, dos 60 aos 95 kg, com alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça exigem 0,506% de metionina mais cistina digestíveis, correspondentes à uma relação de metionina mais cistina digestíveis:lisina digestível de 63,0%, para melhor conversão alimentar e maior quantidade de carne magra na carcaça.

Palavras-chave: aminoácidos sulfurados, características de carcaça, desempenho, nutrição, terminação

## **Digestible Methionine and Cystine Requirement for High Genetical Potential Barrows for Lean Deposition from 60 to 95 kg**

ABSTRACT – The experiment was conducted with objective of determining the requirements of digestible methionine and cystine for barrows with high potential genetic for lean deposition from 60 to 95 kg. Seventy hybrid commercial castrated barrows swine with the same genetic pattern initial average weight of  $60,00 \pm 1,13$  kg, in experimental design of randomized blocks with five treatments (0,440; 0,464; 0,488; 0,512 and 0,536% of digestible methionine and cystine corresponding at the 55,0; 58,0; 61,0, 64,0 and 67,0% of methionine and cystine: digestible lysine in the diet) seven replicates and two animals by experimental unity. The experimental ration and the water were supplied comfortable until the end of experimental period when the animals got average weight of  $94,95 \pm 0,50$  kg. The digestible methionine and cystine levels of ration influenced the daily gain of weight increased the level until 0,512% the feed:gain and the lean yield that improved by a quadratic way until the level of 0,506%. The digestible methionine and cystine intake increased in a linear way with the increase digestible methionine and cystine levels in the diet. It was not observed effect of the treatments on feed intake, backfat depth, carcass yield and percentage lean. It was concluded that castrated barrows swine from 60 to 95 kg with high potential genetic for lean deposition requiring 0,506% digestible methionine and cystine correspondent to digestible methionine and cystine:digestible lysine ration of 63,0% for a better feed:gain and lean yield.

Key Words: carcass characteristics, finishing, performance, nutrition, sulphurous amino acids

## **Introdução**

A tendência mundial de produção de suínos com alto potencial genético para deposição de carne magra e a elevação dos preços das fontes protéicas têm direcionado os nutricionistas a formularem rações que atendam adequadamente às exigências em aminoácidos desses animais. Consumos de aminoácidos abaixo ou acima das exigências biológicas do animal podem restringir a taxa e a eficiência de crescimento. Por outro lado, o nível adequado de aminoácidos na ração pode melhorar a eficiência alimentar, a taxa de crescimento e, conseqüentemente, aumentar o rendimento econômico da atividade suinícola.

A suplementação de aminoácidos sintéticos na forma cristalina pode permitir a redução dos níveis de proteína bruta sem comprometer o suprimento de aminoácidos essenciais, mantendo os mesmos padrões de produção obtidos em rações com níveis mais elevados de proteína bruta (Silva, 1998). Além disso, rações com baixos teores de proteína, suplementadas com aminoácidos sintéticos, geralmente são mais eficientemente utilizadas pelos suínos (Tuitoeck et al., 1997). Entre estes aminoácidos, a metionina tem sido apontada como o segundo aminoácido limitante em rações práticas à base de milho e farelo de soja.

A metionina exerce importante papel em diversas funções metabólicas, principalmente por ser o “primer” na síntese protéica. Como observado por Solberg et al. (1971), dietas deficientes em metionina provocam o aumento do catabolismo das proteínas, contribuindo para a deposição de gordura. Na forma de S-adenosimetionina, a metionina é o mais importante doador de radicais metil no organismo e está envolvida na biossíntese de

muitos componentes importantes para o crescimento e desenvolvimento dos suínos, como a creatina, a carnitina, as poliaminas, a epinefrina, a colina e a melatonina (Baker, 1991).

A cistina tem importante participação na estrutura de muitas proteínas, como a insulina e as imunoglobulinas, interligando cadeias polipeptídicas pela ponte dissulfeto (Baker, 1991).

Apesar dessas importantes funções, pesquisas sobre exigências de aminoácidos sulfurados para suínos na fase de terminação são escassas. Neste contexto, este trabalho foi realizado para determinar as exigências de metionina mais cistina digestíveis e estabelecer sua relação com a lisina digestível para suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne magra, dos 60 aos 95 kg.

## **Material e Métodos**

O experimento foi conduzido na Granja de Suínos da Fazenda Experimental Vale do Piranga, pertencente à EPAMIG, localizada no município de Oratórios-MG, no período de dezembro de 2002 a março de 2003.

Foram utilizados 70 suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça, com peso inicial de  $60,00 \pm 1,13$  kg, distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco tratamentos (0,440; 0,464; 0,488; 0,512; 0,536% de metionina mais cistina digestíveis, correspondentes às relações de metionina mais cistina digestíveis: lisina digestível de 55,0; 58,0; 61,0; 64,0 e 67,0%,

respectivamente), sete 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 providas de comedouros semi-automáticos e bebedouros tipo chupeta, em galpão de alvenaria com piso de concreto e cobertura de telhas de amianto.

Durante todo o período experimental, foram aferidas, pela manhã temperaturas máxima e mínima do galpão.

As rações experimentais, isoenergéticas e isolisínicas (Tabela 1), foram formuladas à base de milho, sorgo e farelo de soja e suplementadas com minerais e vitaminas, para atenderem às exigências dos animais, de acordo com recomendações de Rostagno et al. (2000), com exceção dos níveis de metionina mais cistina. Os tratamentos consistiram de diferentes níveis de metionina mais cistina digestíveis nas rações, obtidos a partir da inclusão de DL-metionina 99,0% em substituição ao ácido glutâmico.

Nas dietas, foi verificada a relação aminoacídica entre a lisina e os demais aminoácidos essenciais, a fim de se assegurar que, em todos os tratamentos, nenhum outro aminoácido ficasse limitante na ração. Na avaliação das relações aminoacídicas das dietas, foram utilizadas aquelas preconizadas por Rostagno et al. (2000) para proteína ideal para suínos na fase de terminação.

Durante o período experimental, os animais receberam as rações experimentais e água à vontade, realizando-se a pesagem das sobras de ração e, periodicamente, dos animais, para avaliação do ganho de peso, do consumo de ração e da conversão alimentar.

Ao final do período experimental, quando atingiram o peso final de  $95,00 \pm 0,50$  kg os animais foram submetidos a jejum, por 18 horas, e encaminhados para o abate, realizado

Tabela 1 - Composições centesimal e calculada das rações experimentais

Ingredientes (%)	Níveis de metionina mais cistina digestíveis (%)				
	0,440	0,464	0,488	0,512	0,536
Milho	42,784	42,784	42,784	42,784	42,784
Farelo soja	17,011	17,011	17,011	17,011	17,011
Sorgo baixo tanino	35,700	35,700	35,700	35,700	35,700
Óleo de soja	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600
L-Lisina HCl	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
L-Treonina	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097
DL-Metionina	0,000	0,025	0,049	0,074	0,098
L-Triptofano	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013
Fosfato bicálcico	1,220	1,220	1,220	1,220	1,220
Calcário	0,627	0,627	0,627	0,627	0,627
Mistura mineral <sup>1</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Mistura vitamínica <sup>2</sup>	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075
Acido glutâmico	0,120	0,095	0,071	0,046	0,022
Sal comum	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323
BHT	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Promotor de crescimento	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada <sup>3</sup>					
Proteína bruta (%)	14,99	14,99	14,99	14,99	14,99
ED (kcal/kg)	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400
Lisina total (%)	0,894	0,894	0,894	0,894	0,894
Lisina digestível (%)	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800
Met. mais cist. digestível (%)	0,440	0,464	0,488	0,512	0,536
Treonina digestível (%)	0,560	0,560	0,560	0,560	0,560
Triptofano digestível (%)	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160
Cálcio (%)	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650
Fósforo disponível (%)	0,320	0,320	0,320	0,320	0,320
Sódio (%)	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160

<sup>1</sup> Contém em 1 kg: ferro, 100g; cobre, 10g; cobalto, 1g; manganês, 40g; zinco, 100g; excipiente q.s.p., 1000g.

<sup>2</sup> Contém em 1 kg: vitamina A, 6.000.000 UI; vitamina D<sub>3</sub>, 1.500.000 UI; vitamina E, 15.000.000 UI; vitamina B<sub>1</sub>, 1,35g; vitamina B<sub>2</sub>, 4g; vitamina B<sub>6</sub>, 2g; ácido pantotênico, 9,35g; vitamina K<sub>3</sub>, 1,5g; ácido nicotínico, 20,0g; vitamina B<sub>12</sub>, 20,0g; ácido fólico, 0,6 g; biotina, 0,08 g; iodo, 1,5g; selênio, 0,3g e excipiente q. s. p., 1000g.

<sup>3</sup> Composição calculada segundo Rostagno et al. (2000).

no Frigorífico Industrial do Vale do Piranga (FRIVAP). Os animais foram insensibilizados por choque elétrico e sacrificados por sangramento. As carcaças foram depiladas com lança-chamas e, evisceradas. Posteriormente, foram avaliadas quanto ao rendimento de

carne magra e à espessura de toucinho, por meio de aparelho de tipificação de carcaça com pistola Hennessy, seguindo-se os procedimentos adotados no frigorífico.

Foram avaliados os seguintes critérios: o ganho de peso diário, o consumo diário de ração, a conversão alimentar, a espessura de toucinho, a quantidade de carne magra, o peso da carcaça e a porcentagem de carne magra na carcaça.

As variáveis de desempenho e características de carcaça foram analisadas pelo Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG), desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa (UFV,2000), versão 8.0, utilizando-se os procedimentos para análises de variância e de regressão de acordo com o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + T_j + e_{ijk},$$

em que:

$Y_{ijk}$  = característica observada

$\mu$  = média geral das características;

$B_i$  = efeito do bloco  $i$ ;  $i = 1, 2, \dots$  e  $7$ ;

$T_j$  = efeito do nível de metionina mais cistina  $j$ ;  $j = 1, 2, \dots$  e  $5$ ;

$e_{ijk}$  = erro aleatório associado à cada observação.

As estimativas de exigência de metionina mais cistina digestíveis foram determinadas pelas análises de regressão linear, quadrática e ou pelo modelo descontínuo *Linear Response Plateau* (LRP), conforme o melhor ajustamento obtido para cada variável e considerando-se o comportamento biológico dos animais.

## **Resultados e Discussão**

As médias das temperaturas observadas nos termômetros de máxima e mínima foram  $30,05 \pm 2,5$  e  $21,13 \pm 1,5$ , respectivamente, durante todo o período experimental. Considerando-se que a zona de conforto térmico para suínos nas fases de crescimento e terminação está compreendida, respectivamente, entre 18 e 23°C e 12 a 18°C (Perdomo, 1994), constatou –se com base na variação de temperatura ocorrida na condução do experimento, que esses animais foram submetidos a estresse por calor, porém, não tiveram seu desempenho produtivo afetado.

Os resultados de desempenho e consumo de metionina mais cistina digestíveis de suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne magra, dos 60 aos 95 kg, recebendo rações com diferentes níveis de metionina mais cistina digestíveis, estão apresentados na Tabela 2.

Não se verificou efeito ( $P>0,10$ ) dos níveis de metionina mais cistina digestíveis sobre o consumo diário de ração (CDR). Este resultado foi semelhante aos obtidos por Hahn & Baker (1995) e Loughmiller et al. (1996b) em estudo envolvendo suínos em terminação, e por Vieira Vaz (2003) e Kiefer (2003), com suínos em crescimento em ambiente termoneutro, que também não observaram variação significativa no CDR dos animais em razão do aumento dos níveis de metionina mais cistina digestíveis.

Em contrapartida, Loughmiller et al. (1998), conduzindo três experimentos, e Knowles et al. (1998), conduzindo dois experimentos, todos com suínos em terminação,

Tabela 2 – Resultados de desempenho e do consumo de metionina mais cistina digestíveis de suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne magra, dos 60 aos 95 kg, em função dos níveis de metionina mais cistina digestíveis na ração.

Variável	Metionina mais cistina digestíveis (%)					CV%
	0,440	0,464	0,488	0,512	0,536	
Consumo de ração (g/dia)	2863	2750	2790	2868	2834	6,84
Ganho de peso (g/dia) <sup>1</sup>	1056	1057	1108	1189	1109	7,27
Conversão alimentar (g)/(g) <sup>2</sup>	2,71	2,60	2,52	2,42	2,57	4,40
Consumo met+cis dig(g/dia) <sup>3</sup>	12,6	12,8	13,6	14,7	15,2	7,07

<sup>1 e 3</sup> Efeito linear (P<0,05) e (P< 0,01), respectivamente.

<sup>2</sup> Efeito quadrático (P<0,01).

constatarem influência significativa dos níveis dos aminoácidos sulfurados da ração sobre o consumo voluntário da dieta dos animais.

A diferença no consumo de ração verificada entre os trabalhos pode estar relacionada, entre outros fatores, às diferenças nos níveis dos aminoácidos sulfurados avaliados, considerando suas respectivas relações com o nível de lisina das rações experimentais.

Esta hipótese foi fundamentada no fato de que, nos cinco experimentos conduzidos por esses autores, as variações nos consumos de ração ocorreram em razão de os níveis de aminoácidos sulfurados cujas relações com a lisina corresponderam a valores abaixo de 55,0% e/ou acima de 67,0%, que constituíram os valores limites avaliados neste estudo.

Os níveis de metionina mais cistina digestíveis influenciaram (P<0,05) o ganho de peso diário (GPD), que aumentou de forma linear (Figura 1) segundo a equação:  $\hat{Y} = 622,028 + 988,195 X$  ( $r^2 = 0,48$ ). Embora tenha-se observado aumento linear no GPD dos animais, foi constatada redução de 6,7% no valor absoluto do ganho de peso (1189 x 1109

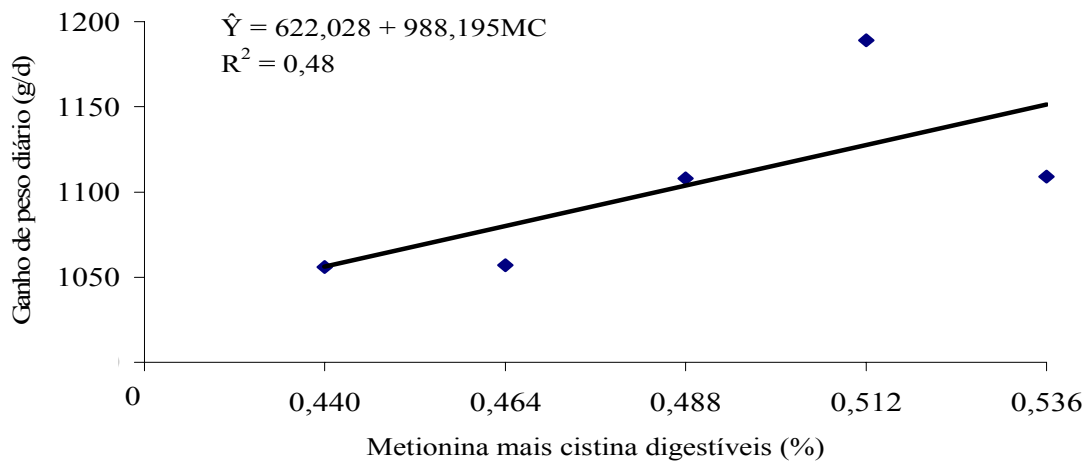


Figura 1 – Representação gráfica do ganho de peso diário, em função dos níveis de metionina mais cistina digestíveis das rações de suínos machos castrados de alto potencial genético, dos 60 aos 95 kg

g) entre os dois maiores níveis de metionina mais cistina estudados (0,512 x 0,536%). Essa resposta estaria indicando que o nível de metionina mais cistina digestíveis de 0,512%, correspondente à uma relação com a lisina digestível de 64,0%, foi suficiente para atender à demanda dos animais para maior ganho de peso.

A resposta de CDR dos animais aos níveis dos aminoácidos sulfurados obtida neste trabalho confirma o relato de Edmonds & Baker (1987) de que os suínos podem tolerar considerável excesso de metionina sem apresentarem alteração significativa no consumo de alimento.

Efeito positivo do aumento do nível de metionina mais cistina da ração sobre o GPD dos suínos em terminação também foi encontrado por Chung et al.(1989). Por outro lado, diferentes autores (Hahn & Baker, 1995; Knowles et al.1998; Grandhi & Nyachoti, 2002)

não encontraram efeito dos níveis de metionina mais cistina sobre o GPD de suínos na fase de terminação.

A divergência nos resultados entre os estudos pode ser justificada, em parte, pelo nível de lisina utilizado nas rações experimentais.

Loughmiller et al. (1996a) avaliando a influência dos níveis de metionina mais cistina das rações, correspondentes às relações de 60,0; 65,0 e 70,0% com a lisina, utilizando dois níveis de lisina (0,55% e 0,70%), sobre o desempenho de suínos em terminação verificaram que o padrão de resposta de GPD dos animais aos níveis de metionina mais cistina das rações variou de acordo com o nível de lisina utilizado na ração. Enquanto os melhores resultados de GPD foram obtidos nos níveis de aminoácidos sulfurados correspondentes às relações de 60,0 e 65,0%, quando se utilizou o nível de 0,55% de lisina, estas melhores respostas foram observadas nos níveis de metionina mais cistina correspondentes às relações de 65,0 e 70,0%, quando o nível de lisina correspondeu a 0,70%.

Os resultados obtidos por Loughmiller et al. (1998) confirmaram que a resposta de ganho de peso dos suínos aos níveis de metionina mais cistina das rações pode variar de acordo com o nível de lisina da ração experimental.

A conversão alimentar (CA) dos animais foi influenciada pelos tratamentos, tendo diminuído ( $P < 0,05$ ) de forma quadrática até o nível estimado de 0,506% de metionina mais cistina digestíveis, correspondentes à uma relação de 63,0% com a lisina digestível, cuja representação gráfica encontra-se apresentada na Figura 2.

De forma semelhante, Chung et al. (1989) e Hahn & Baker (1995) verificaram aumento na eficiência de utilização do alimento para ganho de peso pelos suínos em terminação, em razão da elevação dos níveis de metionina mais cistina digestíveis na dieta.

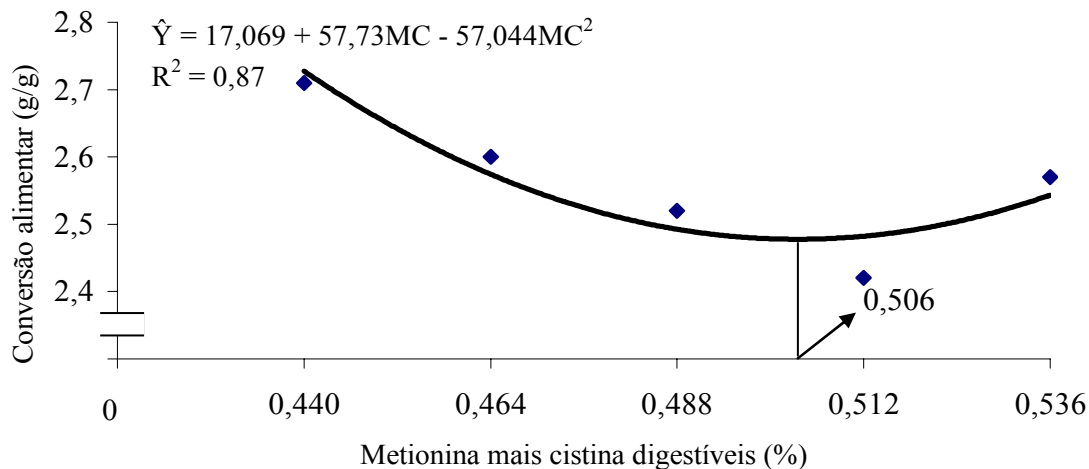


Figura 2 – Representação gráfica da conversão alimentar, em função dos níveis de metionina mais cistina digestíveis das rações de suínos machos castrados de alto potencial genético, dos 60 aos 95 kg.

No entanto, os resultados de CA obtidos neste estudo diferem dos encontrados por Loughmiller et al. (1996a), que não observaram efeito dos níveis de metionina mais cistina sobre a CA dos suínos em terminação.

A variação dos resultados de CA obtida entre os trabalhos pode ser atribuída a fatores como genética, sexo dos animais e composição das rações experimentais.

Resultados obtidos em dois experimentos conduzidos por Loughmiller et al. (1998) evidenciaram diferentes respostas de CA de suínos em terminação, em função dos níveis de metionina mais cistina avaliados. Quando os níveis desses aminoácidos corresponderam às relações de 63,0; 70,0 e 77,0% com a lisina em um experimento, a CA dos animais não variou entre os tratamentos. Porém, quando estas relações variaram de 45,0 a 65,0% em outro experimento, a CA melhorou de forma linear.

Knowles et al. (1998), por sua vez, avaliando o desempenho de suínos machos castrados e fêmeas em terminação a partir de diferentes relações de metionina mais cistina total:lisina total, em que as relações variaram de 50,0 a 70,0%, verificaram efeito

significativo dos tratamentos à medida que se aumentou os níveis de metionina mais cistina nas rações.

O consumo de metionina mais cistina aumentou ( $P < 0,01$ ) de forma linear (Figura 3) à medida que se elevou o nível desses aminoácidos na ração segundo a equação  $\hat{Y} = -0,701296 + 29,6578 X$  ( $r^2 = 0,96$ ). Aumento linear no consumo de aminoácidos sulfurados pelos suínos, em função de sua concentração na ração, também foi relatado por Loughmiller et al. (1996a; 1998).

Como o CDR não variou significativamente entre os níveis de metionina mais cistina digestíveis na ração, o aumento no consumo desses aminoácidos ocorreu diretamente em razão do crescente nível de inclusão de metionina na ração.

Os resultados de características de carcaça de suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne magra, recebendo rações com diferentes níveis de metionina mais cistina digestíveis, dos 60 aos 95 kg, estão apresentados na Tabela 3.

Não foi observado efeito ( $P > 0,05$ ) dos níveis de metionina mais cistina digestíveis sobre a espessura de toucinho no ponto  $P_2$  ( $ETP_2$ ), o rendimento de carcaça (RC) e a porcentagem de carne magra (PCM) na carcaça. Estes resultados são semelhantes aos obtidos por Lenis et al. (1990), Loughmiller et al. (1996 a,b e 1998) e Grandhi & Nyacothi (2002), que também não constataram variação nessas características de carcaça em suínos em terminação decorrente do aumento dos níveis de metionina mais cistina na ração.

De forma semelhante, Knowles et al. (1998) avaliaram diferentes relações metionina mais cistina total com a lisina total (50,0; 55,0; 60,0; 65,0; 70,0%) em rações com níveis de lisina de 0,55 e 0,65 para suínos em terminação e não verificaram efeito dos tratamentos sobre essas variáveis de carcaça, independentemente do nível de lisina utilizado. Todavia, em outro experimento conduzido com fêmeas suínas em terminação (74 a 110 kg), esses

Tabela 3 – Resultados de características de carcaças de suínos machos castrados com alto potencial genético para deposição de carne magra, dos 60 aos 95 kg, em função dos níveis de metionina mais cistina digestíveis na ração.

Variável	Metionina mais cistina digestíveis (%)					CV%
	0,440	0,464	0,488	0,512	0,536	
Espessura de toucinho (mm)	11,97	10,80	11,84	11,56	11,76	18,76
Quantidade de carne magra (kg) <sup>1</sup>	35,72	37,73	38,48	39,40	38,30	7,53
Peso da carcaça (kg)	64,77	64,48	67,30	67,51	66,44	6,10
Porcentagem de carne magra (%)	55,15	58,51	57,18	58,36	57,65	2,92

<sup>1</sup> – Efeito quadrático (P<0,05)

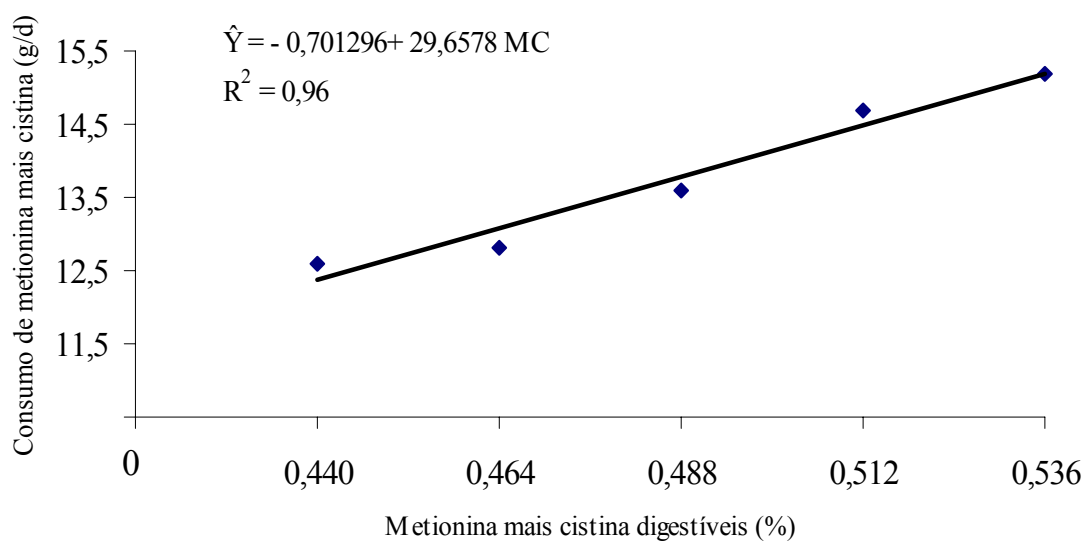


Figura 3 - Representação gráfica do consumo de metionina mais cistina, em função dos níveis de metionina mais cistina digestíveis nas rações de suínos machos castrados de alto potencial genético, dos 60 aos 95 kg

autores verificaram aumento linear na porcentagem de carne livre de gordura na carcaça, em razão do aumento gradual da relação metionina mais cistina:lisina da ração de 35,0 para 65,0%.

Os níveis de metionina mais cistina digestíveis das rações influenciaram ( $P < 0,05$ ) de forma quadrática a quantidade de carne magra (QCM) na carcaça, que aumentou até o nível estimado de 0,506%, correspondente à uma relação com a lisina digestível de 63,0% (Figura 4). Efeito positivo dos níveis de metionina mais cistina digestíveis sobre QCM também foi observado por Kiefer (2003), em suínos em crescimento (30 a 60 kg) mantidos em ambiente termoneutro, e por Knowles et al. (1998), que verificaram aumento linear na QCM de suínos em terminação à medida que se elevou a relação metionina mais cistina:lisina de 35 para 65%.

Com os resultados de QCM obtidos neste estudo, ficou evidenciado que, além do ganho de peso, os níveis de metionina mais cistina digestíveis também influenciaram a composição do ganho, favorecendo a deposição de carne na carcaça, o que, em parte, justifica os resultados de CA dos animais.

A relação positiva entre a QCM e a CA está associada ao fato de que suínos melhorados geneticamente para deposição de carne magra são mais eficientes na deposição de proteína na carcaça, pois, ao depositarem 1g de proteína, agregam 3,1g de água na carcaça, tornando-se mais especializados para deposição de proteína na carcaça (Krick et al. 1992).

Com os resultados obtidos neste estudo, ficou evidenciado que o nível de metionina mais cistina digestível de 0,506%, correspondente à uma relação de 63,0% com a lisina digestível, atendeu às exigências dos animais para melhor desempenho e características de carcaça. Esta relação (63,0%), embora próxima à de 65,0%, proposto por Fuller et al.

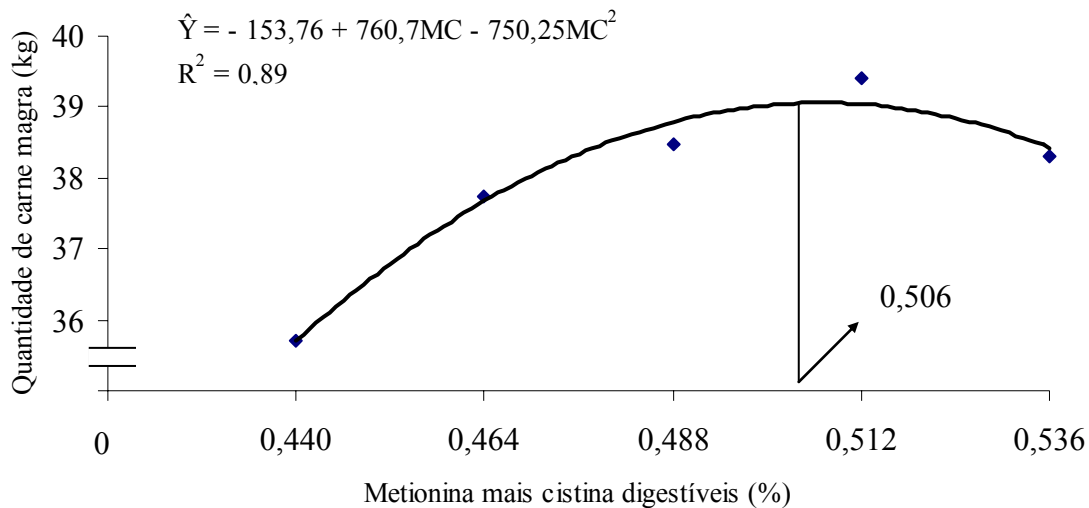


Figura 4 – Representação gráfica da quantidade de carne magra, em função dos níveis de metionina mais cistina digestíveis nas rações de suínos machos castrados de alto potencial genético, dos 60 aos 95 kg.

(1989), encontra-se acima da de 59,0%, preconizada pelo NRC (1998), e abaixo daquele de 70,0%, recomendada por Rostagno et al. (2000).

Entre os fatores que podem ter contribuído para a diferença de resultados entre os trabalhos, destacam-se os diferentes critérios de resposta avaliados e o “*status*” sanitário dos animais.

Quanto aos critérios de resposta, Knowles et al. (1998) trabalhando com fêmeas suínas em terminação, estimaram que a relação metionina mais cistina:lisina total requerida pelos animais, corresponde a 40,0% para melhor resposta de ganho de peso, a 57,0%, para melhor relação carne:gordura e a 65,0%, para minimizar a deposição de gordura na carcaça.

O desafio imunológico provoca alterações metabólicas nos suínos com efeitos negativos sobre a taxa de crescimento e a deposição de proteína na carcaça. Segundo Le Floch et al. (2004), aminoácidos que seriam destinados para crescimento muscular são desviados para produção de componentes dos mecanismos de defesa imunológica dos

animais. Dentre estes aminoácidos a metionina têm sido apontada como um dos principais aminoácidos com importantes funções metabólicas de manutenção, como precursora de imunoglobulinas e por ser um “primer” na síntese protéica. Além disso, a metionina é precursora da cisteína, aminoácido que durante processos inflamatórios é utilizado para síntese de componentes antioxidantes importantes, como a glutatona (Obled, 2003).

## **Conclusão**

A exigência de metionina mais cistina digestíveis para suínos machos castrados de alto potencial genético, dos 60 aos 95 kg, é de 0,506%, correspondente à relação metionina mais cistina digestíveis:lisina digestível de 63,0%.

## Referências Bibliográficas

- BAKER, D.H. Partitioning of nutrients for growth and other metabolic functions. **Poultry Science**, v.70, p.1797-1805, 1991.
- CHUNG, T.K.; IZQUIERDO, O.A.; HASHIMOTO, K. Methionine requirement of the finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.67, p.2677- 2683, 1989.
- EDMONDS, M.S.; GONYOU, H.W.; BAKER, D.H. Effect of excess levels of excess methionine, tryptofhan, arginine, lysine or threonine on growth and dietary choice in the pig. **Journal of Animal Science**, v.65, p.179-185, 1987.
- FULLER, M.F.; McWILLIAM, R.; WANG, T.C. The optimum dietary amino acid pattern for growing pigs. 2 – Requirements for maintenance and for tissue protein accretion. **British Journal of Nutrition**, v.62, p.255-267,1989.
- GRANDHI, R.R.; NYACHOTI, C.M. Effect of true ileal digestible dietary methionine to lysine ratios on growth performance and carcass merit of boards, gilts and barrows selected for low backfat. **Canadian Journal of Animal Science**, v.82, p.399-407, 2002.
- HAHN, J.D.; BAKER, DH. O optimum ratio to lysine of threonine, tryptophan and sulfur amino acids for finishing swine. **Journal of Animal Science**, v.73, p.482-489, 1995.
- KIEFER, C. **Exigência de aminoácidos sulfurados digestíveis para suínos mantidos em diferentes ambientes térmicos dos 30 aos 60 kg**. Viçosa, MG: UFV, 2003. 44p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- KNOWLES, T.A; SOUTHERN, L.L.; BINDER, T.D. Ratio of total sulfur amino acids to lysine for finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.76, p.1081-1090, 1998.
- KRICK, B.J.; BOYD, R.D. Influence of genotype and sex on the response of growing pigs to recombinant porcine sonatotropin. **Journal of Animal Science**. v.70, p. 3024, 1992.
- LENIS, N.P.; VAN DIEPEN, J.T.H.M.; GOEDHART, P.W. Amino acid requirements of pigs. 1. Requirement for methionine + cystine, threonine and tryptophan of fast-growing boards and gilts, fed ad libitum.**Netherlands Journal of Agricultural Science**, v.38, p.577-595, 1990.

- Le FLOCH, N.; MELCHIOR, D.; Et OBLED, C. Modifications of protein and amino acid metabolism during inflammation and immune system activation. **Livestock Production Science**, v.87, p. 37-45, 2004.
- LOUGHMILLER, J.A.; GOODBAND, R.D.; TOKACH, M.D.; NELSEN, J.L.; SMITH II, J.W.; BERGSTROM, J.R. Evaluation of the sulfur amino acid requirement of finishing pigs. **Swine Day**, p.130-132, 1996a.
- LOUGHMILLER, J.A.; TOKACH, M.D.; GOODBAND, R.D.; NELSEN, J.L.; TITGEMEYER, E.C.; KIM, I.H.; BERGSTON, J.R.; SMITH II, J.W. Dietary total sulfur amino acid requirement for optimal growth performance and carcass characteristics in finishing gilts. **Swine Day**, p.133-135, 1996b.
- LOUGHMILLER, J.A.; NELSEN, J.L.; GOODBAND, R.D.; TOKACH, M.D.; TITGEMEYER, E.C.; KIM, I.H. Influence of dietary total sulfur amino acid and methionine on growth performance and carcass characteristics in finishing gilts. **Journal of Animal Science**, v.76, p. 2129-2137, 1998
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC. Nutrient requirements of swine. 10.Ed. Washington, DC: National Academic Science. 189p. 1998.
- OBLED, C. Necesidades de aminoácidos em estados inflamatórios. XIX CURSO DE ESPECIALIZAÇÕES FEDNA. Uniti de Nutrition et Metabolisme Proteique. INRA, Madrid 23 y 24 de Octubre, 2003.
- PERDOMO, C.C. Conforto ambiental e produtividade de suínos. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS, 1994, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1994. p.19-26.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; FERREIRA, A.S.; OLIVEIRA, R.F.M.; LOPES, D.C. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos**: Tabelas Brasileiras. Viçosa, MG.UFV, 2000, 141p.
- SILVA, M.A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. Exigências nutricionais em metionina + cistina e de proteína bruta, para frangos de corte, em função do nível de proteína bruta da ração. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, p. 357-363, 1998.
- SOLBERG, J.; BUTTERY, P.J.; BOORMAN, K.N. Effect of moderate methionine deficiency on food, protein and energy utilization in the chick. **British Poultry Science**, v.12, p.297-304, 1971.

TUITOEK, K.; YOUNG, L.G.; DE LANGE, C.F.M. The effect of reducing excess dietary amino acids on growing-finishing pig: an evaluation of the ideal protein concept. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 1575-1583, 1997.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **Manual de utilização do programa (Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas) SAEG**. Viçosa, MG: UFV, 2000. 150p, (versão 8.0).

VIEIRA VAZ, R.G.M. **Exigências de aminoácidos sulfurados para suínos machos castrados mantidos em diferentes ambientes térmicos dos 15 aos 30 kg**. Viçosa, MG: UFV, 2003. 39p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.

## **Apêndice**

## APÊNDICE

Quadro 1 - Análise de variância e coeficientes de variação referentes ao consumo diário de ração (CDR), ganho de peso diário (GPD) conversão alimentar (CA) e consumo de metionina mais cistina digestíveis (CM+C) de suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne magra, dos 60 aos 95 kg, em função dos níveis de metionina mais cistina digestíveis na ração.

Fator variação	Quadrados Médios				
	GL	CDR	GPD	CA	CM+C
Trat	4	15337,50	17584,55	0,67738	7,92639
Linear	1	2232,600	33748,82**	0,14353	30,3984*
Quadrático	1	16520,05	7486,298	0,91367*	0,34751
Resíduo	20	37237,60	6454,490	0,12702	0,94805
CV(%)		6,84	7,27	4,34	7,07

\* Significativo (P<0,01)

\*\*Significativo (P<0,05)

Quadro 2 - Análise de variância e coeficientes de variação referentes à espessura de toucinho no ponto P<sub>2</sub> (ETP<sub>2</sub>), à quantidade de carne magra (QCM), ao peso da carcaça (PC) e à porcentagem de carne magra (PCM), de suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne magra, dos 60 aos 95 kg, em função dos níveis de metionina mais cistina digestíveis na ração.

Fator variação	Quadrados Médios				
	GL	ETP <sub>2</sub>	QCM	PC	PCM
Trat	4	1,640879	16,10395	21,27037	4,29922
Linear	1	0,113192	24,81569	18,24241	0,37529
Quadrático	1	0,197427	32,33317*	14,12410	0,76773
Resíduo	33	4,746308	8,155480	16,30756	2,84448
CV(%)		18,76	7,53	6,10	2,92

\*Significativo (P<0,05)