

FABRÍCIO DE ALMEIDA SANTOS

**NÍVEIS DE LISINA, TREONINA E METIONINA + CISTINA  
DIGESTÍVEIS EM RAÇÕES PARA SUÍNOS MACHOS  
CASTRADOS DE ALTO POTENCIAL GENÉTICO DOS 95 AOS  
125 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  
2008

FABRÍCIO DE ALMEIDA SANTOS

**NÍVEIS DE LISINA, TREONINA E METIONINA + CISTINA DIGESTÍVEIS EM  
RAÇÕES PARA SUÍNOS MACHOS CASTRADOS DE ALTO POTENCIAL  
GENÉTICO DOS 95 AOS 125 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 : 21 de fevereiro de 2008.

---

Dr. Francisco Carlos de Oliveira Silva  
(Co-Orientador)

---

Prof<sup>a</sup>. Rita Flávia Miranda de Oliveira  
(Co-Orientadora)

---

Prof. João Luís Kill

---

Prof. Márvio Lobão Teixeira de Abreu

---

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.

A 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 financiamento do projeto.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig), pela concessão da bolsa de estudo.

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.

À professora Rita Flávia Miranda de Oliveira, pelas críticas e sugestões para o enriquecimento deste trabalho.

Ao professor João Luís Kill, pela amizade e consideração e pelas sugestões. Agradeço especialmente pela contribuição na minha qualificação.

Ao pesquisador Dr. Francisco Carlos de Oliveira Silva, pelos conselhos, pelo auxílio e pela confiança e amizade construída desde 2002, quando começamos os trabalhos na fazenda da EPAMIG. Muito obrigado, “Chico”!

Ao professor e amigo Márvio Lobão Teixeira de Abreu, pelo companheirismo, pelos conselhos, pelas sugestões e críticas, pela ajuda nos experimentos e por ser sempre estar disposto a nos ouvir, incentivar nosso crescimento profissional e pessoal. Muito obrigado, Márvio!

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

A todos os funcionários da Fazenda Experimental Vale do Piranga (EPAMIG), pelo apoio durante os experimentos e pelo exemplo de humildade e amizade. Agradecimento especial ao Carlos (Salame), pela amizade, pelas conversas e pela ajuda indispensável durante todos os experimentos.

Aos funcionários do setor de suinocultura, José Alberto (Dedeco), Vitor, Marreco, Francisco (Chico), Zé Bié, Marreco, Raimundo e Roberto, pelo apoio durante os ensaios de campo e pelos churrascos.

Aos meus grandes amigos Bruno (Pescocinho), Rafael, Alysso, Douglas, Will, Jean e Alessandro “Cabelo”, pela amizade, pelo companheirismo, pelos bate-papos e pelas “festinhas”.

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

À minha namorada, Marcela, pelo carinho, pela amizade e pelo companheirismo nestes anos que estamos juntos.

À minha irmã Adriana, aos meus sobrinhos Artur e Júlia, ao meu cunhado Arcanjo, à minha avó Dona Tita (um exemplo que deve ser sempre seguido), aos meus primos, 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. A minha Tia Graça, pelo carinho e confiança no meu sucesso.

Um agradecimento 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 a pessoa que sou hoje. A você, minha mãe, meu muito obrigado!

Enfim, a todos que, direta ou 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, Minas Gerais, 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, nível de mestrado, na área de Nutrição de Monogástricos, submetendo-se à defesa de tese em 22 de fevereiro de 2005.

Em março de 2005, 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 21 de fevereiro de 2008.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>x</b>
<b>INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>1</b>
<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>8</b>
<b>NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES PARA SUÍNOS MACHOS CASTRADOS DE ALTO POTENCIAL GENÉTICO DE 95 A 125 KG.....</b>	<b>11</b>
<b>Resumo.....</b>	<b>11</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>12</b>
<b>Introdução.....</b>	<b>13</b>
<b>Material e Métodos.....</b>	<b>14</b>
<b>Resultados e Discussão.....</b>	<b>18</b>
<b>Conclusões.....</b>	<b>25</b>
<b>Referências Bibliográficas.....</b>	<b>26</b>
<b>NÍVEIS DE TREONINA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES PARA SUÍNOS MACHOS CASTRADOS DE ALTO POTENCIAL GENÉTICO DE 95 A 125 KG.....</b>	<b>29</b>
<b>Resumo.....</b>	<b>29</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>30</b>
<b>Introdução.....</b>	<b>31</b>
<b>Material e Métodos.....</b>	<b>33</b>
<b>Resultados e Discussão.....</b>	<b>37</b>
<b>Conclusões.....</b>	<b>43</b>
<b>Referências Bibliográficas.....</b>	<b>44</b>

<b>NÍVEIS DE METIONINA+CISTINA DIGESTÍVEIS EM RAÇÕES PARA SUÍNOS MACHOS CASTRADOS DE ALTO POTENCIAL GENÉTICO DE 95 A 125 kg.....</b>	<b>47</b>
<b>Resumo.....</b>	<b>47</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>48</b>
<b>Introdução.....</b>	<b>49</b>
<b>Material e Métodos.....</b>	<b>51</b>
<b>Resultados e Discussão.....</b>	<b>55</b>
<b>Conclusões.....</b>	<b>59</b>
<b>Referências Bibliográficas.....</b>	<b>60</b>
<b>CONCLUSÕES GERAIS.....</b>	<b>62</b>
<b>APÊNDICE.....</b>	<b>63</b>



## RESUMO

SANTOS, Fabrício de Almeida, D.Sc. Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2008. **Níveis de lisina, treonina e metionina+cistina digestíveis em rações para suínos machos castrados de alto potencial genético dos 95 aos 125 kg.** Orientador: Juarez Lopes Donzele. Co-Orientadores: Francisco Carlos de Oliveira Silva e Rita Flávia Miranda de Oliveira.

Foram realizados três experimentos com 224 suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne na carcaça, na fase dos 95 aos 125 kg, para avaliação dos níveis de lisina, treonina e metionina+cistina digestíveis por meio dos dados de desempenho e características de carcaça. Os animais foram distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com oito repetições e dois animais por baia representando a unidade experimental. As rações experimentais e a água foram fornecidas à vontade até o final do período experimental em todos os ensaios. No experimento 1, foram utilizados 80 suínos com peso inicial e final de  $95,55 \pm 1,04$  e  $125,06 \pm 2,90$  kg, respectivamente, distribuídos nos tratamentos, representados por cinco níveis de lisina digestível: 0,540; 0,642; 0,744; 0,846 e 0,948%. Não se observou efeito dos níveis de lisina digestível sobre o consumo diário de ração (CDR) 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 0,803% de lisina digestível na ração, e sobre a conversão alimentar (CA), que melhorou até o nível estimado de 0,817% de lisina digestível. Houve efeito dos níveis dietéticos de lisina sobre o consumo diário de lisina (CDL), que aumentou de forma linear. Os níveis de lisina digestível da ração não influenciaram o peso de carcaça dos animais (PC), mas afetaram, de forma linear crescente, a quantidade de carne (QC) e a deposição diária de carne (DDC) e, de forma linear decrescente, a espessura de toucinho no ponto  $P_2$  (ETP<sub>2</sub>). Embora a DDC tenha variado de forma linear, o modelo Linear Response Plateau – LRP foi o que melhor se ajustou aos dados e estimou em

0,803% o nível de lisina digestível a partir do qual ocorreu o platô. No experimento 2, foram utilizados 80 suínos machos castrados com peso inicial e final de  $95,87 \pm 1,26$  e  $125,26 \pm 2,59$  kg, respectivamente, alimentados com rações com cinco níveis de treonina digestível (0,470; 0,497; 0,528; 0,557; e 0,587%), correspondentes às relações treonina digestível : lisina digestível de 58,0; 61,0; 65,0; 69,0 e 73,0%, respectivamente. Os níveis de treonina digestível não tiveram efeito sobre o CDR e GPD dos animais, mas tiveram efeito quadrático sobre a CA, que melhorou até o nível estimado de 0,526% de treonina digestível. Houve efeito linear dos níveis de treonina na ração sobre o consumo diário de treonina digestível (CDT), que aumentou de forma linear conforme aumentaram os níveis desse aminoácido na ração. Os níveis de treonina digestível não influenciaram o PC, a QC, a ETP<sub>2</sub> e a DDC. No experimento 3, foram utilizados 64 suínos com peso inicial e final de  $95,46 \pm 1,09$  e  $125,21 \pm 2,49$  kg, respectivamente, alimentados com rações contendo quatro níveis de metionina+cistina digestíveis (0,427; 0,466; 0,504 e 0,545%, correspondentes a relações metionina+cistina:lisina digestíveis de 57,0; 62,0; 67,0 e 73,0%, respectivamente). Não se observou efeito dos níveis de metionina+cistina digestíveis sobre o CDR, o GPD e a CA dos animais. Houve efeito dos níveis de aminoácidos da ração sobre o consumo diário de metionina+cistina digestível (CDMC), que aumentou de forma linear. Os níveis de metionina+cistina digestíveis nas rações não influenciaram o PC, a QC, a ETP<sub>2</sub> e a DDC. O nível de lisina digestível de 0,803%, correspondente a um consumo de lisina digestível de 24,60 g/dia, proporciona os melhores resultados de GPD e DDC, enquanto o nível de 0,817%, correspondente a um consumo de lisina digestível de 25,03 g/dia, proporciona o melhor resultado de CA e o nível de 0,948%, correspondente a um consumo de lisina digestível de 29,09 g/dia, proporciona os melhores resultados de QC e ETP<sub>2</sub>. O nível de 0,526% de treonina digestível, correspondente a uma relação com a lisina digestível de 65% e a um consumo de 18,49 g/dia de treonina digestível, proporciona o melhor resultado de CA. O nível de metionina+cistina digestíveis de 0,427%, correspondente a uma relação com a lisina digestível de 57%, e a um consumo de 14,20 g/dia de metionina+cistina digestíveis, proporciona os melhores resultados de desempenho e característica de carcaça.

## ABSTRACT

SANTOS, Fabrício de Almeida, D.Sc. Universidade Federal de Viçosa, February of 2008. **Levels of digestible lysine, threonine and methionine + cystine in rations for barrows of high genetic potential of 95 to 125 kg.** Adviser: Juarez Lopez Donzele, Co-Advisers: Francisco Carlos de Oliveira Silva and Rita Flávia Miranda de Oliveira.

Three experiments were carried out with 224 barrows of high genetic potential for lean deposition, of 95 to 125 kg, to evaluate the levels of digestible lysine, threonine and methionine + cystine, related to performance and carcass characteristics. Animals were distributed in a blocks randomized design, eight repetitions with two animals in each experimental unit. Experimental rations and water were offered ad libitum in all trials during the entire experiment. In experiment I, 80 barrows were used with initial and final weight of  $95.55 \pm 1.04$  and  $125.06 \pm 2.90$ kg respectively, and with treatments corresponding of five digestible lysine levels: 0.54; 0.642; 0.744; 0.846 e 0.948%. No effects of digestible lysine levels were observed on animals' daily feed intake (DFI). Quadratic effect was observed in digestible lysine levels on average daily gain (ADG), which increased up to the estimated digestible lysine level of 0.803%, and also improve the feed conversion (FC) up to the estimated level of 0.817%. Effects of treatments on daily lysine intake (DLI) was observed, which increased linearly. Treatments had no effect on animals' carcass weight (CW). Digestible lysine levels influenced the lean gain (LG) and the daily lean deposition (DLD) linearly, and influenced the back fat thickness (BFT) in P2, decreasing it linearly. Although the DLD increased linearly, the Linear Response Plateau – LRP, was the best which adjusted with data, and was estimated in 0.803% of digestible lysine level, were the plateau started. In experiment II, 80 barrows were used with initial and final weight of  $95.87 \pm 1.26$  and  $125.26 \pm 2.59$ kg respectively, and with treatments corresponding of five digestible

threonine levels (0.470; 0.497; 0.528; 0.557; 0.587%, with digestible threonine: digestible lysine relation, corresponding to 58.0; 61.0; 65.0; 69.0 and 73.0%, respectively). No effect was observed of digestible threonine levels in DFI and ADG. Quadratic effect was observed on threonine levels in FC, which improved until the estimated level of 0.526%. The treatments influenced daily threonine intake DTI, which increased in a linear way. Levels of threonine didn't influenced CW, LG, BFT in P<sub>2</sub> and the DLD. In experiment III, 64 barrows were used with initial and final weight of 95.46 ± 1.09 and 125.21 ± 2.49kg respectively, and four treatments corresponding of four methionine + cystine digestible levels (0.427; 0.466; 0.504 e 0.545%, corresponding to digestible methionine + cystine : digestible lysine ratio of 57.0; 62.0; 67.0 and 73.0%, respectively). No effect was observed between digestible methionine + cystine levels and DFI, ADG and FC. Effects of treatments on daily methionine + cystine intake DMC was observed, which increased linearly. Digestible methionine + cystine levels didn't influenced the CW, LG, BFT in P<sub>2</sub> and DLD. It is concluded, basing in experiment I, that the digestible lysine levels of 0.803%, corresponding of digestible lysine intake of 24.60 g/day, provide the best results for ADG and DLD, level of 0.817%, corresponding of digestible lysine intake of 25.03 g/day, provide the best results for FC and the level of 0.948%, corresponding of digestible lysine intake of 29.09 g/day, provide the best results for LG and BFT in P<sub>2</sub>. In experiment II, the digestible threonine level of 0.526%, corresponding of 65% threonine/digestible lysine ratio and daily threonine intake of 18.49 g/day, provide the best results for FC. In experiment III, the digestible methionine + cystine level of 0.427%, corresponding with digestible lysine relation of 57% and a methionine + cystine intake of 14.20 g/day, provide the best results to performance and carcass characteristics.

## INTRODUÇÃO GERAL

A crescente valorização da qualidade da carcaça suína e os avanços na área de melhoramento genético têm propiciado o abate de animais mais pesados, com porcentagem maior de carne e menor de gordura para atender à demanda do consumidor por produtos de maior qualidade e palatabilidade e à demanda da indústria, que busca maior rendimento de sua linha de produção.

O abate de animais mais pesados possibilita, entre outras vantagens, aumento no rendimento de carcaça e no peso dos principais cortes industriais sem alterar significativamente a porcentagem desses cortes. Segundo Faccin (1997), um suíno com peso de abate de 105 a 120 kg pode apresentar rendimento de carcaça de 75% e rendimento de carne superior a 55%, o que otimiza o uso de equipamentos e mão-de-obra e reduz os custos de produção, além de oferecer maior alternativa de carne na forma de embutidos ou cortes *in natura* de boa qualidade.

Além da indústria, o produtor também se beneficia, pois o abate de suínos mais pesados promove aumento de 20 a 30% na oferta de carne, melhorando a capacidade de produção sem a necessidade de alteração no número de matrizes. Conseqüentemente, verificam-se aumento na renda do produtor e melhora no rendimento operacional de sua propriedade. Nessa tendência atual de abater suínos com peso superior a 100 kg, torna-se necessário estabelecer as exigências nutricionais desses animais para máximo rendimento produtivo e deposição de proteína corporal. Além disso, de acordo com Bikker & Bosch (1996), as taxas de crescimento corporal dos genótipos modernos são variáveis, em virtude das diferenças nos processos de seleção. Assim, linhagens atuais necessitam de maior consumo de aminoácidos para expressão de todo o seu potencial de ganho em carne.

Como a lisina é o primeiro aminoácido limitante em rações à base de milho e farelo de soja para suínos (Yen et al., 1986), o desempenho e a composição de carcaça dos animais podem estar associados ao nível desse aminoácido nas rações. Conseqüentemente, a determinação da exigência desse aminoácido seria necessária para definir os padrões de alimentação dos

animais. Baker (1996) constatou que a exigência de lisina e as relações entre lisina e os aminoácidos treonina, metionina+cistina e triptofano podem variar de acordo com o peso dos suínos. Em outros estudos, pesquisadores verificaram diminuição na espessura de toucinho e maior velocidade de ganho de peso com o uso de aminoácidos industriais, o que permite diminuir o excesso de proteína nas rações (Hahn & Backer, 1995; Friesen et al., 1995; Unruh et al., 1996).

No Brasil, há carência de informações sobre as exigências de aminoácidos para suínos com peso superior a 95 kg. Neste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos dos níveis de lisina, treonina e metionina+cistina digestíveis em rações para suínos na fase dos 95 aos 125 kg e analisar o desempenho e as características de carcaça desses animais.

Esta tese foi redigida com base nas normas para elaboração de teses da Universidade Federal de Viçosa e cada artigo foi elaborado de acordo com as normas para publicação de artigos científicos da Revista Brasileira de Zootecnia.

## REVISÃO DE LITERATURA

Suínos necessitam de quantidades adequadas de aminoácidos nas rações para atender suas exigências de manutenção e deposição corporal de proteína (Bikker & Bosch, 1996). As novas linhagens comerciais disponíveis no mercado exigem maiores quantidades de aminoácidos, em gramas por dia, para expressar todo o seu potencial genético de deposição de carne na carcaça. Com a demanda crescente, torna-se mais necessário o fornecimento de rações com níveis adequados, sem excesso nem deficiência, de aminoácidos.

Nesse sentido, a formulação de rações com base no conceito da proteína ideal impede o excesso ou desbalanceamento de aminoácidos, melhorando a eficiência de utilização e diminuindo a necessidade metabólica de conversão desses nutrientes em gordura, que é depositada na carcaça. Desta forma, ocorre melhora nas características metabólicas dos suínos e na composição das carcaças (Bellaver & Viola, 1997).

A utilização de aminoácidos industriais nas rações permite a redução dos níveis de proteína bruta sem comprometer o suprimento de aminoácidos, o que pode aumentar a energia líquida das rações e melhorar sua eficiência de utilização pelos suínos. 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 adequada suplementação dos aminoácidos limitantes não influenciou as taxas de crescimento, o consumo de ração e a eficiência alimentar.

Desse modo, na formulação de rações com base no conceito de proteína ideal, as exigências de aminoácidos passaram a ser expressas com base na exigência de lisina, ou seja, mesmo quando determinadas, as exigências dos outros aminoácidos limitantes são relacionadas à lisina. Portanto, a lisina tem sido escolhida como o aminoácido-referência por ser o primeiro aminoácido limitante na maioria das rações para suínos e por sua principal função no organismo, a deposição de proteína. Além disso, existem muitas informações sobre a concentração e digestibilidade de lisina nos alimentos.

Alguns estudos têm evidenciado que suínos com alto potencial genético para deposição de carne na carcaça apresentam maior exigência de lisina digestível. Stahly et al. (1994) observaram, em experimento com suínos dos 22 aos 109 kg com baixo, médio e alto potencial genético para eficiência alimentar e deposição de carne, que os animais de alto potencial exigem níveis mais altos de lisina na ração para máximo desempenho e deposição de carne na carcaça. Do mesmo modo, Gasparoto et al. (2001), em pesquisa com dois grupos genéticos de suínos, encontraram exigência diferenciada no valor de lisina total (1,00 e 0,75%) entre as linhagens comerciais estudadas.

Além da lisina, a metionina destaca-se como o segundo aminoácido limitante em rações práticas à base de milho e farelo de soja para suínos. A metionina tem importantes funções metabólicas, principalmente por ser o “primer” na síntese protéica. Na forma de S-adenosilmetionina, 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 metionina pode ser catabolisada em cistina pelo organismo, em um processo irreversível, e tem a função de remover o excesso de metionina e superar a deficiência de cistina (Graber et al., 1971). Os suínos são animais sensíveis ao excesso de metionina na ração (Edmonds et al., 1987; Edmonds & Baker, 1987).

Inicialmente, a cistina foi considerada um aminoácido essencial, no entanto, pesquisas posteriores comprovaram que é possível obter esse aminoácido de uma ração em que não falta metionina. Quando a cistina está presente na ração, a necessidade de conversão de metionina diminui, economizando a quantidade desse aminoácido essencial na alimentação diária (Teixeira, 1991). A cistina tem importante participação na estrutura de muitas proteínas, como o hormônio insulina e as imunoglobulinas, interligando cadeias polipeptídicas pela ponte dissulfeto (Baker, 1991).

Como os aminoácidos metionina+cistina estão envolvidos nos processos de manutenção do organismo, como *turnover* de tecidos intestinais, e são precursores de substratos em várias funções biológicas, suas exigências aumentam moderadamente com o aumento do peso corporal e da idade do animal (Fuller et al., 1989; Chung & Baker, 1992; Loughmiller et al., 1996).



Outro aminoácido de grande importância na nutrição de suínos é a treonina, que se destaca por ser um aminoácido estritamente essencial – o segundo ou terceiro aminoácido limitante para suínos alimentados com rações à base de milho, farelo de soja e farelo de trigo (De Blass et al., 1999).

A treonina tem importantes funções no organismo, pois participa nas sínteses de proteína muscular, de mucinas no sistema gastrointestinal e de imunoglobulinas no sistema imune (Ajinomoto Biolatina, 2003). As exigências desse aminoácido podem aumentar com o avanço da idade e o aumento do peso corporal, uma vez que suas funções superam a deposição protéica. De acordo com Pedersen et al. (2002), a treonina é requerida em maior proporção porque está envolvida nos processos de manutenção e nos sistemas corporais vitais, como o trato gastrointestinal, e na síntese de proteínas, além de exercer importante ação no sistema imune.

Hahn & Baker (1995) avaliaram o desempenho e a composição da carcaça de animais alimentados com rações com diversas relações aminoacídicas e recomendaram relação de 70% treonina:lisina para animais na fase de terminação e relação de 67% para animais na fase de crescimento. Esses autores concluíram que a exigência de treonina para suínos em terminação é superior à de suínos na fase inicial, pois as exigências para manutenção são relativamente maiores que para deposição protéica (Fuller et al., 1989).

Além de melhorar o desempenho dos animais, a utilização de aminoácidos industriais pode resultar em melhorias nas características de carcaça dos suínos, uma vez que as linhagens atuais, com alto potencial genético para deposição de carne em detrimento à de gordura, possibilitam o abate de animais mais pesados, permitindo atender à demanda do consumidor por carne de melhor qualidade e à demanda da indústria, uma vez que o abate de animais mais pesados é mais econômico, pois os custos fixos por unidade de peso são diluídos quando há maior quantidade de produto, o que reduz os custos fixos por animal produzido.

De acordo com Irgang & Protas (1986), apesar de os suínos pesados apresentarem menor porcentagem de carne em relação à de gordura, o abate de animais com peso acima dos 95 kg proporciona à indústria um aumento do rendimento da carcaça e no peso dos principais cortes comerciais, sem alterar

significativamente a porcentagem desses cortes. Para o produtor, o abate de suínos mais pesados aumenta também a capacidade de produção de carne sem alterar o número de matrizes.

Segundo Faccin (1997), um suíno geneticamente melhorado para elevado peso ao abate, de 105 a 120 kg (140 a 150 dias de idade), proporciona rendimento de carcaça de 75% e rendimento de carne superior a 55%, o que otimiza o uso de equipamentos e de mão-de-obra, reduzindo os custos de produção da indústria e oferecendo alternativas de carne na forma de embutidos ou cortes *in natura* de boa qualidade.

Em pesquisa com suínos dos 90 aos 120 kg, García-Macías et al. (1996) observaram que, apesar de esses animais apresentarem carcaças mais pesadas, o aumento do peso não afeta negativamente o rendimento de cortes nem provoca a incidência de carne tipo PSE (pálida, macia e exsudativa), com maior qualidade da carne e da gordura. Esses autores verificaram significativo aumento no teor de ácido oléico e decréscimo no de ácido linoléico. Essa alteração no tipo de ácido graxo presente na carne é desejável, pois influencia a conservabilidade da carne, uma vez que a redução do grau de insaturação da gordura a torna menos propensa ao processo oxidativo, retardando o aparecimento de ranço.

Além do aumento da gordura, Martin et al. (1980) observaram correlação linear entre o aumento do peso da carcaça e o aparecimento de coloração mais escura da carne, seguida de menor índice de gotejamento, que reflete melhora na suculência da carne. Os autores concluíram, também, que a qualidade da carne não foi afetada pelo aumento do peso de abate.

No entanto, a determinação das exigências dos aminoácidos para os suínos podem ser influenciadas por alguns fatores, entre eles, a genética, o sexo e a categoria animal.

Em virtude da diversidade de padrões genéticos presentes no mercado, a influência da genética deve ser constantemente avaliada. Diversos trabalhos têm sido realizados para determinar as exigências nutricionais de acordo com os potenciais genéticos dos animais para deposição de carne na carcaça (Oliveira, 2003). Assim, Friesen et al. (1994) verificaram que suínos melhorados geneticamente apresentaram maior ganho de peso e melhora na eficiência alimentar em comparação aos animais de baixo potencial genético.

Na produção de suínos, a diferença sexual pode influenciar as exigências nutricionais dos animais, que, nas fases de crescimento e terminação, são divididos em três categorias (machos não-castrados, machos castrados e fêmeas) e diferem quanto ao desempenho e às características de carcaça. Essas diferenças na carcaça dependem do estágio de desenvolvimento do animal, que promove alterações endócrinas durante o desenvolvimento sexual (Bellaver & Viola, 1997). O desempenho pode diferir entre sexos, uma vez que suínos machos castrados consomem mais ração e ganham peso mais rapidamente que as fêmeas. Entretanto, as fêmeas são mais eficientes em converter alimento para ganho de peso, pois depositam porcentagem maior de tecido muscular e menor de tecido adiposo em relação aos machos castrados. Como possuem taxa de deposição de tecido magro maior e consumo inferior ao dos machos castrados, as exigências de aminoácidos das fêmeas são superiores (Henry, 1995).

Outro fator que interfere nas exigências nutricionais é a categoria do animal, pois as exigências de alguns aminoácidos, como metionina+cistina, treonina e triptofano, para manutenção são maiores que para crescimento. Relacionando as exigências de lisina às de outros aminoácidos, pesquisadores constataram que a exigência de lisina e as relações entre lisina e aminoácidos treonina, metionina+cistina e triptofano podem variar de acordo com o peso dos animais (Baker, 1996).

Neste sentido, a determinação das exigências nutricionais de suínos nas fases de crescimento, considerando o genótipo, o sexo e a categoria animal, é importante para o estabelecimento de programas de alimentação adequados para maior produção de suínos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AJINOMOTO,2003.[http://www.lisina.com.br/upload/bibliografia/IT\\_10\\_port.pdf](http://www.lisina.com.br/upload/bibliografia/IT_10_port.pdf).  
Acessado dia 10 de março de 2006.
- BAKER, D.H. Partitioning of nutrients for growth and other metabolic functions. **Poultry Science**, v.70, p.1797-1805, 1991.
- BAKER, D.H. Ideal amino acid profiles for swine and poultry and their applications in feed formulation. *Biokyowa Technical Review*, v.9. 1996.
- 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.
- BIKKER, P.; BOSCH, M. Nutrient requirements of pigs with high genetic potential for lean gain. **In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS**, 1996, Viçosa, MG, **Anais...** Viçosa:UFV, 1996.
- CHUNG, T.K.; BAKER, D.H. Methionine requirement of pigs between 5 and 20 Kilograms body weight. **Journal of Animal Science**, v.70, p.1857-1863, 1992.
- DE BLAS, C.;GARCIA, A.I.; CARABÁÑO,R. Necesidades de treonina en animales monogástricos. **XVI Curso de Especialización – FEDNA**. 1999
- EDMONDS, M.S.; BAKER, D.H. Amino acid excesses for young pigs: effects of excess methionine, tryptofhan, treonine or leucine. **Journal of 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 of Animal Science**, v.65, p.179-185, 1987.
- FACCIN, M. Tendências da suinocultura brasileira. **In: VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS**, 1997, Foz do Iguaçu-PR. **Anais...** Foz do Iguaçu: ABRAVES, p.57-69.1997.
- FRIESEN, K.G.; NELSSSEN, 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, 1994a.
- FRIESEN, K.G.; NELSSSEN, J.L.; UNRUH, R.D. et al. Effects of the interrelationship between genotype, sex, and dietary lysine on growth performance and carcass composition in finishing pigs fed to either 104 or 127 kilograms. **Journal of Animal Science**, v.72, p.946-954, 1994b.

- 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.
- 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.
- GARCÍA-MACÍAS, J.A.; GISPERT, M.; OLIVER, M.A. et al. The effects of cross, slaughter weight and halothane genotype on leanness and meat and fat quality in pig carcasses. **Animal Science**, v.63, p.487-496, 1996.
- 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.
- 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.
- HAHN, J.D.; BIEHL, R.R.; BAKER, D.H. Ideal digestible lysine level for early- and late-finishing swine. **Journal of Animal Science**, v.73, p.773-784, 1995.
- HENRY, Y. Effects of dietary tryptophan deficiency in finishing pigs, according to age or weight at slaughter or live weight gain. **Livestock Production Science**, p.63-76, 1995.
- IRGANG, R.; PROTAS, J.F.S. Peso ótimo de abate de suínos. II. Resultados de carcaça. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.21, p.1337-1345, 1986.
- LOUGHMILLER, J.A.; GOODBAND, R.D.; TOKACH, M.D. et al. Evaluation of the sulfur amino acid requirement of finishing pigs. **Swine Day**, p.130-132, 1996.
- MARTIN, A.H.; SATHER, A.P.; FREDEEN, H.T. et al. Alternative market weights for swine. II. Carcass composition and meat quality. **Journal of Animal Science**, v.50, p.699-705, 1980.
- OLIVEIRA, A.L.S.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Lisina em rações para suínos machos selecionados para deposição de carne magra na carcaça dos 110 aos 125 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.150-155, 2003.
- PEDERSEN, C.; BOISEN, S.; Fernandez, J.A. Studies on the effect of dietary crude protein supply on the composition of ileal endogenous crude protein loss in growing pigs. Acta Scand. Sect. A, **Animal Science**, v.52, p.142-149, 2002.
- STAHLY, T.S.; WILLIAMS, N.H.; SWENSON, S. Impact of genotype and dietary amino acid regimen on growth of pigs from 6 to 25. **Journal of Animal Science**, v.72 (Suppl.1), p.165, 1994.

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 of Animal Science**, v.75, p.1575-1583, 1997.

UNRUH, J.A.; FRIESEN, K.G.; STUWE, S.R. et al. The influence of genotype, sex, and dietary lysine on pork subprimal cut yields and carcass quality of pigs fed to either 104 or 127 kilograms. **Journal of Animal Science**, v.74, n.6 p.1274-1283, 1996.

YEN, H.T.; COLE, D.J.A.; LEWIS, D. Aminoacid requirements of growing pigs. The response of pigs from 25 to 55 kg live weight to dietary ideal protein. **Animal Production**, v.43, p.141-154, 1986.

## NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES PARA SUÍNOS MACHOS CASTRADOS DE ALTO POTENCIAL GENÉTICO DE 95 A 125 KG

### Resumo

Avaliou-se o efeito dos níveis de lisina digestível em rações formuladas utilizando-se o conceito de proteína ideal sobre o desempenho e a composição de carcaça de suínos machos castrados de alto potencial para deposição de carne na carcaça. Utilizaram-se 80 suínos com peso inicial de  $95,55 \pm 1,04$ , distribuídos em delineamento de blocos ao acaso, com cinco tratamentos (0,540; 0,642; 0,744; 0,846 e 0,948% de lisina digestível), cada um com oito repetições de dois animais por baia. As rações experimentais e a água foram fornecidas à vontade até o final do período experimental, quando os animais atingiram  $125,06 \pm 2,90$  kg. Os níveis de lisina digestível da ração não influenciaram o consumo diário de ração dos animais, mas tiveram efeito quadrático sobre o ganho de peso diário, que aumentou até o nível estimado de 0,803%, e sobre a conversão alimentar, que melhorou até o nível estimado de 0,817% de lisina digestível na ração. Houve efeito linear dos níveis de lisina da ração sobre o consumo diário desse aminoácido. Os níveis de lisina não influenciaram o peso de carcaça dos animais, mas afetaram, de forma linear crescente, a quantidade de carne e a deposição diária de carne e, de forma linear decrescente, a espessura de toucinho no ponto P<sub>2</sub>. Embora a deposição diária de carne tenha variado de forma linear, o modelo Linear Response Plateau – LRP foi o que melhor se ajustou aos dados, estimado em 0,803% o nível de lisina digestível, a partir do qual ocorreu o platô. O nível de lisina digestível de 0,803%, correspondente a um consumo de lisina digestível de 24,60 g/dia, proporciona os melhores resultados de ganho de peso diário e deposição diária de carne; o nível de 0,817%, correspondente a um consumo de lisina digestível de 25,03 g/dia proporciona o melhor resultado de conversão alimentar; e o nível de 0,948%, correspondente a um consumo de lisina digestível de 29,09 g/dia, proporciona os melhores resultados de quantidade de carne e espessura de toucinho.

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

## DIGESTIBLE LYSINE REQUIREMENT FOR BARROWS OF HIGH GENETIC POTENTIAL OF 95 TO 125 KG

### Abstract

Eighty barrows of high genetic potential for carcass lean deposition were used with initial weight of  $95.55 \pm 1.04$  kg, to evaluate digestible lysine levels, using the ideal protein concept, related to performance and carcass composition. Animals were distributed in blocks randomized design, with five treatments, eight repetitions and two animals in each experimental unit. Experimental rations and water were offered ad libitum until the end of experiment period, when animals reached  $125.06 \pm 2.90$  kg. No effect of digestible lysine level was observed in animal's daily feed intake. Quadratic effect of digestible lysine level was observed on average daily gain, which increased up to the estimated digestible lysine level of 0.803% in feed, also a feed conversion improvement was achieved up to the estimated level of 0.817%. Treatments had also effect in daily lysine intake, with linearly increase. Treatments did not influence the animals' carcass weight. Digestible lysine levels caused a linearly increase in lean gain and daily lean deposition, and linearly decrease in back fat thickness at P<sub>2</sub>. Although the daily lean deposition increased linearly, the Linear Response Plateau – LRP, was the best which adjusted with data, and was estimated in 0.803% of digestible lysine level, were the plateau started. It is concluded that the digestible lysine levels of 0.803%, corresponding of digestible lysine intake of 24.60 g/day, provide the best results for daily gain and daily lean deposition, level of 0.817%, corresponding of digestible lysine intake of 25.03 g/day, provide the best results for feed conversion and the level of 0.948%, corresponding of digestible lysine intake of 29.09 g/day, provide the best results for lean gain and back fat thickness in P<sub>2</sub>.

**Key-words:** amino acids, carcass characteristics, performance, nutrition, late finishing



## INTRODUÇÃO

O avanço da suinocultura nacional, principalmente nas áreas de nutrição e melhoramento genético, tem propiciado o abate de animais com peso superior a 95 kg. O processamento de carcaças mais pesadas possibilita aos frigoríficos aperfeiçoar o uso de mão-de-obra e equipamentos e produzir maior quantidade de produtos com menores custos fixos por animal processado. De acordo com Faccin (1997), o abate de animais com 120 kg, representa um rendimento de carcaça de 75% e de carne acima de 55%, otimizando a produção nos frigoríficos.

Essa nova demanda do mercado se tornou possível graças a empresas de melhoramento genético, que produzem linhagens comerciais com carcaças mais pesadas, com mesmo desempenho, visando maior produção de carne em detrimento à produção de gordura, uma vez que essas novas linhagens comerciais são compostas de animais com maior exigência de proteína e aminoácidos.

Segundo alguns autores (Stahly et al., 1991; Friesen et al., 1994a, 1995) suínos com alto potencial genético para deposição de carne na carcaça exigem maiores quantidades diárias de lisina para máximo desempenho e maior deposição protéica.

A lisina é o primeiro aminoácido limitante em rações à base de milho e soja (NRC,1998) para suínos e diretamente responsável pela deposição de tecido muscular na carcaça, portanto, as respostas de desempenho e composição de carcaça dos animais podem estar associadas ao seu nível na ração (Oliveira et al., 2002). Nesse sentido, conduziu-se este trabalho para avaliar o efeito dos níveis de lisina digestível sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos castrados de alto potencial genético na fase dos 95 aos 125 kg.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Granja de Suínos da Fazenda Experimental Vale do Piranga, da EPAMIG, localizada no município de Oratórios, Minas Gerais, no período de janeiro a abril de 2005.

Foram utilizados 80 suínos machos castrados, híbridos comerciais PIC com alto potencial genético para deposição de carne, na fase dos 95 aos 125 kg, distribuídos em um delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco tratamentos, cada um com oito repetições e dois animais por baia, que constituiu a unidade experimental. Na distribuição dos animais dentro de cada bloco, adotou-se como critério o peso inicial.

As rações experimentais (Tabela 1) foram formuladas à base de milho, farelo de soja e glúten de milho e suplementadas com minerais e vitaminas, conforme descrito por Rostagno et al. (2000). Os tratamentos corresponderam aos 0,540; 0,642; 0,744; 0,846 e 0,948% de lisina digestível, obtidos a partir de uma ração basal suplementada com L-lisina HCl. Em cada nível de lisina estudado, foi verificada a relação entre os demais aminoácidos essenciais e a lisina digestível, a fim de assegurar que nenhum outro aminoácido ficasse limitante na ração. Na avaliação das relações aminoacídicas das rações, foram utilizadas as relações preconizadas por Fuller (1996) na proteína ideal para suínos de 50 a 110 kg. Aminoácidos industriais foram adicionados às rações em substituição ao ácido glutâmico, com base no equivalente protéico, e o total foi ajustado para 100 kg nas rações, por meio do inerte.

Os animais foram alojados em baias providas de comedouro semi-automático e bebedouros tipo chupeta, localizadas em galpão de alvenaria com piso de concreto coberto com telhas de amianto. As temperaturas do ar foram monitoradas diariamente por meio de termômetro de máxima e mínima.

Durante o período experimental, os animais receberam as rações experimentais e água à vontade. As sobras de ração e os animais foram pesados semanalmente para determinação do ganho de peso, do consumo de ração e da conversão alimentar.

Tabela 1 - Composição centesimal das rações experimentais

Ingredientes	Níveis de lisina digestível (%)				
	0,540	0,642	0,744	0,846	0,948
Milho	75,990	75,990	75,990	75,990	75,990
Farelo de soja	15,100	15,100	15,100	15,100	15,100
Glúten de milho	3,400	3,400	3,400	3,400	3,400
Óleo de soja	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
Fosfato bicálcico	1,275	1,275	1,275	1,275	1,275
Calcário	0,760	0,760	0,760	0,760	0,760
Ácido glutâmico	1,500	1,278	0,947	0,537	0,004
Inerte	0,100	0,183	0,286	0,392	0,518
L-lisina HCl (78,5%)	-	0,130	0,260	0,390	0,520
DL-metionina (99%)	-	-	0,014	0,087	0,151
L-treonina (98,5%)	-	-	0,060	0,141	0,220
L-triptofano (99%)	-	0,009	0,033	0,053	0,075
L-valina (99%)	-	-	-	-	0,045
L-isoleucina (99%)	-	-	-	-	0,067
Premix vitamínico <sup>1</sup>	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Premix mineral <sup>2</sup>	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Sal comum	0,345	0,345	0,345	0,345	0,345
Bacitracina de zinco	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
BHT <sup>3</sup>	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
<b>TOTAL</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Composição nutricional calculada<sup>4</sup> / estimada<sup>5</sup>

Proteína bruta (%)	15,9	15,9	15,9	15,9	15,9
Energia digestível (kcal/kg)	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400
Lisina total (%)	0,605/0,631	0,707/0,733	0,808/0,835	0,910/0,937	1,012/1,039
Lisina digestível (%)	0,550/0,540	0,651/0,642	0,750/0,744	0,850/0,846	0,950/0,948
Metionina+Cistina digestível (%)	0,500/0,488	0,500/0,488	0,514/0,502	0,586/0,574	0,648/0,637
Treonina digestível (%)	0,489/0,502	0,489/0,502	0,544/0,561	0,617/0,641	0,689/0,718
Triptofano digestível (%) <sup>4</sup>	0,131	0,139	0,162	0,180	0,201
Isoleucina digestível (%)	0,546/0,562	0,546/0,562	0,546/0,562	0,546/0,562	0,612/0,628
Valina digestível (%)	0,623/0,669	0,623/0,669	0,623/0,669	0,623/0,669	0,668/0,713
Cálcio (%)	0,681	0,681	0,681	0,681	0,681
Fósforo disponível (%)	0,331	0,331	0,331	0,331	0,331

<sup>1</sup> Conteúdo/kg : vit. A - 6.000.000 UI; vit. D3 - 1.500.000 UI; vit. E - 15.000.000 UI; vit. B1 - 1,35 g; vit. B2 - 4 g; vit. B6 - 2 g; ácido pantotênico - 9,35 g; vit. K3 - 1,5 g; ácido nicotínico - 20,0 g; vit. B12 - 20,0 g; ácido fólico - 0,6 g; biotina - 0,08 g; Se - 0,3 g; excipiente q. s. p. - 1.000 g.

<sup>2</sup> Conteúdo/kg : Fe - 100 g; Cu - 10 g; Co - 1 g; Mn - 40 g; Zn - 100 g; I - 1,5 g excipiente q.s.p. - 1.000 g.

<sup>3</sup> Butil Hidroxi Tolueno.

<sup>4</sup> Composição calculada segundo Rostagno et al. (2000).

<sup>5</sup> Composição estimada utilizando-se aminograma realizado no Laboratório da Ajinomoto Biolatina e dos coeficientes de digestibilidade segundo Rostagno et al. (2000).

No final do período experimental, quando atingiram o peso final de  $125,06 \pm 2,90$  kg, os animais foram mantidos em jejum por 18 horas e, em seguida, foram pesados e encaminhados para o abate, realizado 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, evisceradas e pesadas. Posteriormente, as carcaças foram avaliadas quanto à espessura de toucinho e quantidade de carne, por meio de aparelho de tipificação de carcaça com pistola Henessay Grading Probe (HGP-4), seguindo os procedimentos adotados no frigorífico.

A deposição diária de carne (DDC) foi estimada utilizando-se os dados de peso inicial dos animais (PI), rendimento de carcaça (RC), peso de carcaça estimado (PCE), porcentagem de carne na carcaça (PC), quantidade de carne final (QCF), quantidade de carne inicial estimada (QCIE) e dias no período experimental (D).

Os valores de RC e PC foram obtidos a partir dos dados de Rossoni et al. (2004), em que o rendimento de carcaça foi obtido pelo Método Brasileiro de Classificação de Carcaça (MBCC), considerando a relação entre o peso da carcaça quente e o peso vivo final dos animais, enquanto a porcentagem de carne na carcaça foi determinada segundo metodologia utilizada no frigorífico (Frivap).

Abaixo, seguem as equações utilizadas para determinar a PCE, QCIE, QCE e DDC:

$$PCE = (PI \times RC)/100;$$

$$QCIE = (PCE \times PC)/100;$$

$$QCE = QCF - QCIE;$$

$$DDC \text{ (g/dia)} = (QCE / D) \times 1000;$$

Foram avaliados as seguintes variáveis: consumo diário de ração, ganho de peso diário, consumo diário de lisina, conversão alimentar, espessura de toucinho, quantidade de carne, peso da carcaça e deposição diária de carne.

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  $i$ ;  $i = 1, 2... e 8$ ;

$T_j$  = efeito do nível de lisina  $j$ ;  $j = 1, 2... e 5$ ;

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

Os níveis de lisina digestível foram obtidos por meio de análises de regressão linear, quadrática e/ou pelo modelo descontínuo “Linear Response Plateau” (LRP), conforme o melhor ajustamento obtido para cada variável estudada.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As temperaturas registradas no termômetro de máxima e mínima durante o período experimental foram, respectivamente,  $29,09 \pm 2,5^{\circ}\text{C}$  e  $22,14 \pm 1,5^{\circ}\text{C}$ . Considerando que a faixa de termoneutralidade para suínos na fase de terminação é de 12 a  $18^{\circ}\text{C}$  (Perdomo, 1994), constatou-se, com base na variação das temperaturas máxima e mínima durante o experimento, que esses animais podem ter sido submetidos a estresse por calor.

Não foram observados efeitos dos níveis de lisina ( $P>0,05$ ) sobre o consumo diário de ração (CDR) (Tabela 2), resultado semelhante aos obtidos por Friesen et al. (1994b,1995), Hanh et al. (1995), Dourmad et al. (1996), Loughmiller et al. (1998), Cline et al. (2000) e Arouca et al. (2004,2005), em pesquisa com suínos em fase de terminação tardia. Bertol et al. (2000) e Oliveira et al. (2003a,b), no entanto, observaram diminuição linear no consumo diário de ração de suínos machos castrados alimentados com rações com diferentes níveis de lisina, também em fase de terminação tardia, logo, a concentração de aminoácidos na ração pode interferir no consumo de alimento pelos animais.

Tabela 2 - Consumo diário de ração (CDR), consumo diário de lisina digestível (CDL), ganho de peso diário (GPD) e conversão alimentar (CA) de suínos machos castrados dos 95 aos 125 kg de acordo com os níveis de lisina digestível das rações

Variáveis	Níveis de lisina digestível (%)					CV (%)
	0,540	0,642	0,744	0,846	0,948	
CDR (g/dia)	2.939	3.208	2.991	3.099	3.046	6,88
CDL <sup>1</sup> (g/dia)	15,87	20,60	22,25	26,22	28,88	6,98
GPD <sup>2</sup> (g/dia)	937	1.047	1.099	1.086	1.058	8,97
CA <sup>3</sup>	3,14	3,06	2,72	2,85	2,90	6,16

<sup>1</sup>Efeito linear ( $P<0,01$ ).

<sup>2</sup>Efeito quadrático ( $P<0,05$ ).

<sup>3</sup>Efeito quadrático ( $P<0,01$ ).

O consumo médio diário de ração (3.057 g/dia) observado neste trabalho foi inferior ao registrado nos trabalhos de Oliveira et al. (2003a) e Arouca et al. (2004), de 3.180 e 3.433 g/dia, respectivamente. Com base nesses resultados, pode-se inferir que as altas temperaturas registradas neste trabalho influenciaram o CDR pelos animais. De acordo com Quiniou et al. (2000), suínos expostos a altas temperaturas reduzem a ingestão de alimento para diminuir a produção de calor, em razão da sua limitada capacidade de dissipar calor para o ambiente.

O consumo de lisina digestível aumentou ( $P < 0,01$ ) de forma linear, de acordo com os níveis desse aminoácido na ração, e pode ser representado pela equação:  $\hat{Y} = - 0,2788 + 30,977X$  ( $r^2 = 0,98$ ). Aumento linear no consumo de lisina digestível por suínos em fase de terminação tardia, atribuído à sua concentração na ração, também foi relatado por Loughmiller et al. (1998), Bertol et al. (2000), Cline et al. (2000), Oliveira et al. (2003a,b) e Arouca et al. (2005).

Uma vez que o consumo diário de ração não variou ( $P > 0,05$ ) entre os níveis de lisina digestível na ração, o aumento no consumo de lisina digestível pode ser atribuído ao nível crescente de lisina na ração.

Neste estudo, verificou-se efeito ( $P < 0,05$ ) dos níveis de lisina digestível sobre o ganho de peso diário (GPD) dos animais, que aumentou de forma quadrática até o nível estimado de 0,803% (Figura1), que corresponde a um consumo de lisina digestível de 24,60 g/dia.

Resultados semelhantes foram observados por Arouca et al. (2005), em suínos machos castrados selecionados geneticamente para eficiência de crescimento dos 96 aos 120 kg. Esses autores observaram consumo total de lisina de 27,84 g/dia, correspondente a um consumo de lisina digestível de 24,78 g/dia. Outros pesquisadores (Loughmiller et al., 1998; Witte et al., 2000; Oliveira et al., 2003 a,b), no entanto, não observaram efeito significativo dos níveis de lisina da ração sobre o ganho de peso diário de suínos em fase de terminação tardia. Bertol et al. (2000), em suínos machos castrados de 80 a 120 kg, verificaram decréscimo linear do ganho de peso dos animais quando os níveis de lisina digestível da ração aumentaram de 0,60 para 0,90%.

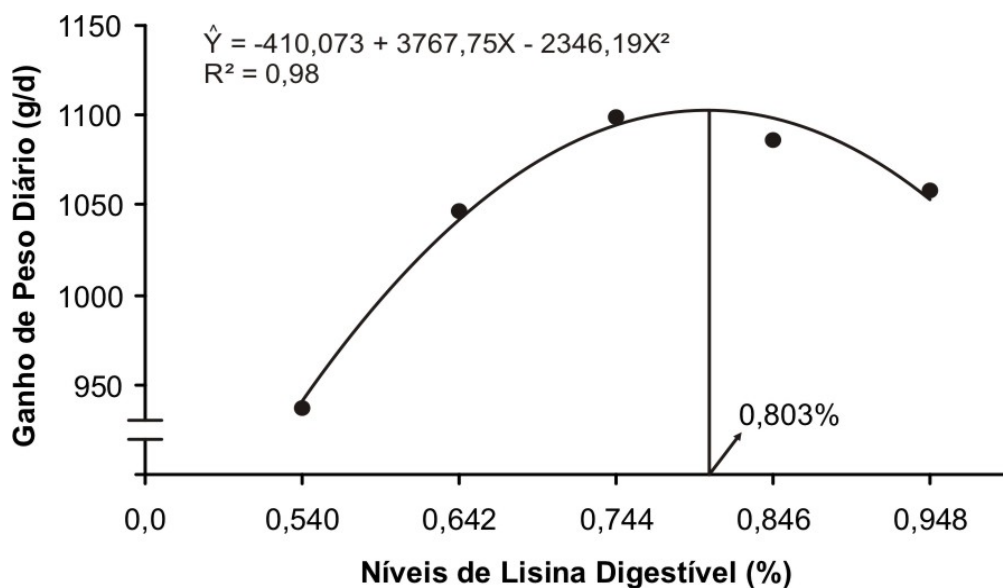


Figura 1 – Ganho de peso diário de suínos machos castrados de alto potencial genético alimentados na fase dos 95 aos 125 kg com rações formuladas com diferentes níveis de lisina digestível.

O ganho de peso diário proporcionado pelo nível de 0,803% de lisina digestível foi de 1.102,6 g/dia, próximo ao obtido por Arouca et al. (2004), de 1.099,12 g/dia. Todavia, foi superior ao proposto por Friesen et al. (1995) e Rostagno et al. (2005), de 980 g/dia como maior ganho de peso diário para suínos em fase de terminação tardia (90 aos 125 kg). A diferença de ganho de peso diário entre esses trabalhos pode estar relacionada aos grupos genéticos utilizados, ao sistema de alimentação (Stahly et al., 1991), ao perfil de aminoácidos da dieta, ao estado de saúde e ao sexo dos animais e ao ambiente. Robinson et al. (1999), avaliando níveis de lisina para machos castrados dos 41 aos 114 kg e para fêmeas abatidas aos 132 e 150 kg, relataram variação significativa no ganho de peso diário apenas nas fêmeas.

Considerando os resultados de GPD dos animais neste estudo, pode-se inferir que suínos machos castrados com alto potencial para deposição de carne na carcaça respondem aos níveis de lisina da ração até o ponto determinado pelo potencial genético de cada linhagem comercial.

A conversão alimentar (CA) dos animais foi influenciada pelos níveis de lisina da ração e melhorou ( $P < 0,01$ ) de forma quadrática até o nível estimado de 0,817% de lisina digestível, correspondente a um consumo de lisina digestível estimado de 25,03 g/dia (Figura 2).



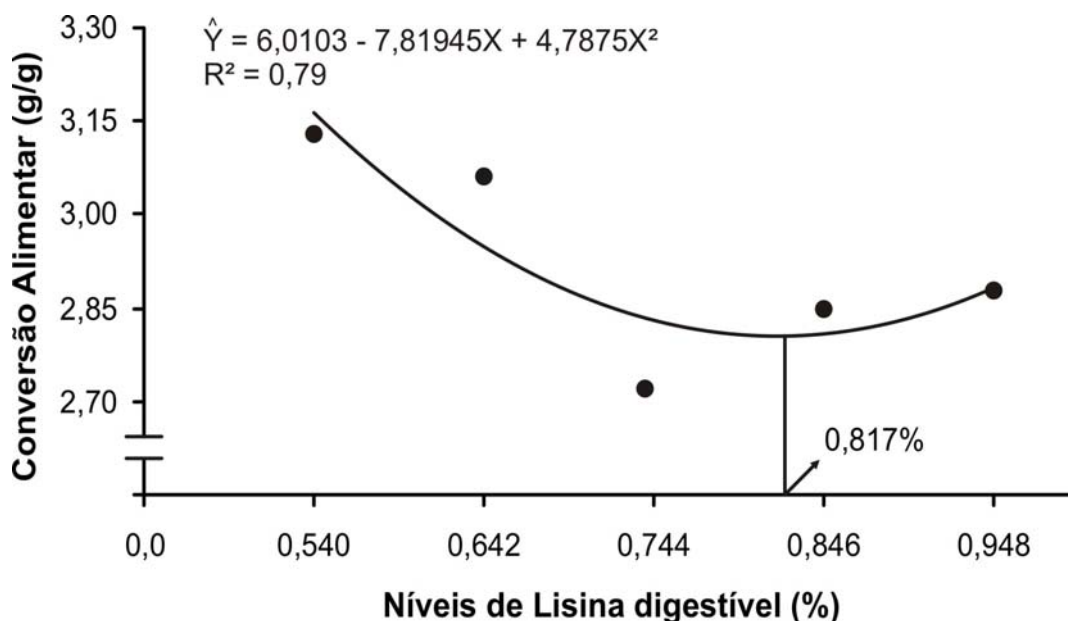


Figura 2 – Conversão alimentar de suínos machos castrados de alto potencial genético alimentados na fase dos 95 aos 125 kg com rações formuladas com diferentes níveis de lisina digestível.

Efeito positivo dos níveis de lisina da ração sobre a eficiência de utilização do alimento para ganho de peso foi observado por Loughmiller et al. (1998), King et al. (2000), Witte et al. (2000) e Oliveira et al. (2003b) em suínos na fase de terminação tardia. No entanto, Johnston (1993), em experimento com suínos dos 105 aos 127 kg, e De la Llata et al. (2002), com suínos dos 90 aos 120 kg, não observaram efeito positivo dos níveis de lisina sobre a eficiência de utilização do alimento para ganho de peso dos suínos.

A variação na conversão alimentar entre os estudos pode ser atribuída ao nível de lisina utilizado nas rações experimentais, ao sexo e ao potencial genético dos animais. De acordo com Stahley et al. (1993), animais de alto potencial genético são mais eficientes na utilização do alimento para deposição de carne e respondem de forma positiva ao aumento no nível de lisina das rações em comparação a animais de baixo potencial genético para deposição de carne, que apresentam menor eficiência de utilização do alimento para deposição muscular.

Os níveis de lisina digestível de 0,803 e 0,817% obtidos neste trabalho, para melhores resultados de desempenho, foram superiores aos de 0,72; 0,61; 0,76 e 0,80% de lisina total, obtidos respectivamente por Arouca et al. (2004;

2005) e Oliveira et al. (2003a,b). Considerando esses resultados, provavelmente os níveis de lisina digestível de 0,60 e 0,75%, preconizados, respectivamente, pelo NRC (1998) e por Rostagno et al. (2005) para suínos de 100 a 120 kg, não atendem às exigências das linhagens comerciais atuais, com maior eficiência de ganho em carne na carcaça.

Não foi observado efeito ( $P>0,05$ ) dos níveis de lisina digestível sobre o peso da carcaça (PC) (Tabela 3). Resultados semelhantes foram observados por Friesen et al. (1995), Souza Filho et al. (2000), Kill et al. (2003), Oliveira et al. (2003a,b) e Arouca et al. (2004; 2005). Gonçalves et al. (1999), no entanto, em experimento com machos castrados e fêmeas dos 60 aos 112 kg, observaram aumento significativo no peso da carcaça, enquanto Cline et al. (2000), em pesquisa com fêmeas de 54 a 116 kg, observaram diminuição linear do peso da carcaça com a redução do nível de lisina digestível da ração.

Tabela 3 - Peso da carcaça (PC), quantidade de carne (QC), espessura de toucinho no ponto P<sub>2</sub> (ETP<sub>2</sub>) e deposição diária de carne (DDC) em suínos machos castrados dos 95 aos 125 kg de acordo com os níveis de lisina digestível das rações

Variáveis	Níveis de lisina digestível (%)					CV (%)
	0,540	0,642	0,744	0,846	0,948	
PC (kg)	89,38	89,61	88,39	88,66	89,46	3,42
QC <sup>1</sup> (kg)	49,94	50,15	50,25	51,11	51,38	4,97
ETP <sub>2</sub> <sup>1</sup> (mm)	15,43	16,41	15,31	14,11	14,48	15,94
DDC <sup>2</sup> (g/dia)	433,85	492,93	515,11	540,84	548,88	17,53

<sup>1</sup>Efeito linear ( $P<0,05$ ).

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

Os níveis de lisina digestível influenciaram ( $P<0,05$ ) a quantidade de carne na carcaça (QC), que aumentou de forma linear, segundo a equação  $\hat{Y} = 47,7008 + 3,8363X$  ( $r^2 = 0,98$ ). Lougmillier et al. (1998) e Cline et al. (2000), em pesquisa com fêmeas na fase de terminação, respectivamente, dos 91 aos 113 kg e dos 54 aos 116 kg, também observaram aumento linear na quantidade de carne com o aumento dos níveis de lisina da ração. Por outro lado, Souza Filho et al. (2000), Arouca et al. (2004) e Oliveira et al. (2003b) não observaram efeito dos níveis de lisina da ração sobre a quantidade de carne na carcaça de suínos machos castrados em fase de terminação tardia, dos 90 aos 125 kg.

A espessura de toucinho no ponto P<sub>2</sub> (ETP<sub>2</sub>) apresentou redução linear (P<0,05), representada pela equação  $\hat{Y} = 18,5093 - 4,4761X$  ( $r^2 = 0,63$ ), com o aumento dos níveis de lisina digestível na ração. Resultado semelhante foi obtido por Cline et al. (2000), em fêmeas suínas dos 54 aos 116 kg, que apresentaram redução linear da ETP<sub>2</sub> com o aumento do nível de lisina da ração.

De modo contrário, diversos autores (Friesen et al., 1994b; Hanh et al., 1995; Loughmiller et al., 1998; Souza Filho et al., 2000; Moreira et al., 2002; Oliveira et al., 2003a,b; Arouca et al., 2004, 2005), em pesquisas com suínos machos e fêmeas na fase de terminação tardia, dos 90 aos 125 kg, não observaram efeito dos níveis de lisina sobre a espessura de toucinho no ponto P<sub>2</sub>. Essa variação entre os resultados pode ser explicada, em parte, pelo potencial genético para deposição de carne na carcaça e pelo sexo dos animais.

Foi observado efeito (P<0,01) dos níveis de lisina digestível sobre a deposição diária de carne (DDC), que aumentou de forma linear, segundo a equação:  $\hat{Y} = 311,3210 + 263,7510X$  ( $r^2 = 0,87$ ). Apesar da variação linear na DDC, o modelo Linear Response Plateau – LRP (Figura 3) foi o que melhor se ajustou aos dados, e estimou em 0,803% o nível de lisina digestível a partir do qual ocorreu o platô. Neste nível, obteve-se consumo de lisina digestível correspondente a 24,60 g/dia. Efeito positivo dos níveis de lisina digestível sobre a DDC também foi observado por Hahn et al. (1995) em pesquisa com suínos na fase de terminação, dos 90 aos 110 kg.

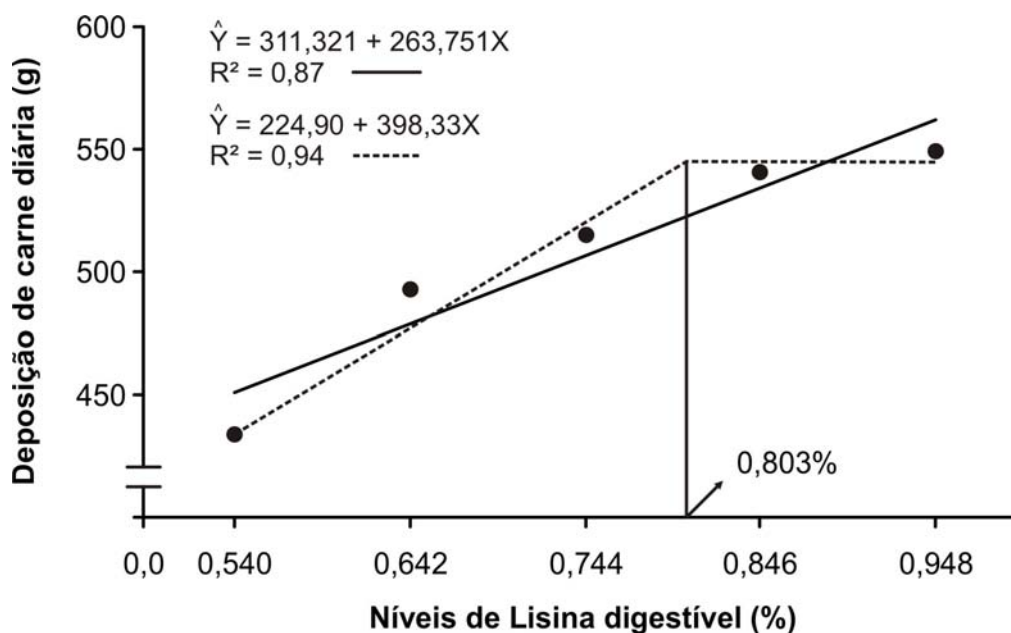


Figura 3 – Deposição diária de carne em suínos machos castrados de alto potencial genético alimentados na fase dos 95 aos 125 kg com rações formuladas com diferentes níveis de lisina digestível.

De forma contrária aos resultados obtidos neste trabalho, Gonçalves et al. (1999) avaliaram os efeitos dos níveis de lisina e energia e do sexo do animal sobre as características de carcaça de suínos híbridos dos 30 aos 112 kg e não observaram efeito dos níveis de lisina da ração sobre a taxa de crescimento em músculo. De forma semelhante, Arouca et al. (2005), em experimento com suínos machos castrados selecionados geneticamente para alta eficiência de crescimento, dos 96 aos 120 kg, não observaram efeito dos níveis de lisina total sobre a deposição diária de carne.

O melhor valor da deposição diária de carne (544,76 g/dia) obtido neste trabalho pelo modelo LRP foi superior aos observados por Hahn et al. (1995), Gonçalves et al. (1999), Cline et al. (2000), Arouca et al. (2004; 2005), de 342; 415; 315; 470 e 474 g/dia, respectivamente. Essas diferenças podem ser explicadas pelos níveis de lisina e pela genética dos animais utilizados nos trabalhos, uma vez que as linhagens atuais exigem maior quantidade de lisina digestível, em g/dia, para atender seu potencial de deposição diária de carne.

## CONCLUSÕES

O nível de lisina digestível de 0,803%, correspondente a um consumo de lisina digestível de 24,60 g/dia, proporciona os melhores resultados de ganho de peso e deposição diária de carne, enquanto o nível de 0,817%, correspondente a um consumo de lisina digestível de 25,03 g/dia, proporciona o melhor resultado de conversão alimentar e o nível de 0,948%, correspondente a um consumo de lisina digestível de 29,09 g/dia, promove os melhores resultados de quantidade de carne e espessura de toucinho no ponto P<sub>2</sub> em suínos machos castrados de alto potencial genético na fase dos 95 aos 125 kg.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AROUCA, C.L.C.; FONTES, D.O.; FERREIRA, W.M. et al. Exigências de lisina, com base no conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados, de 95 a 122 kg, selecionados para deposição de carne magra. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, p.773-781, 2004.
- AROUCA, C.L.C.; FONTES, D.O.; VELOSO, J.A.F. et al. Exigências de lisina, com base no conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados, dos 96 aos 120 kg, selecionados para eficiência de crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, p.104-111, 2005.
- BERTOL, T.M.; LUDKE, J.V.; FRAIHA, M. et al. Determinação das exigências de lisina digestível para suínos machos castrados e fêmeas dos 80 aos 120 kg de peso vivo. **In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, 37, 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. p.269 (CD-ROM).
- 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.
- 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.
- DOURMAD, J.Y.; GUILLOU, D.; SÈVE, B. et al. Response to dietary lysine supply during the finishing period in pigs. **Livestock Production Science**, v.45, p.179-186, 1996.
- FACCIN, M. Tendências da suinocultura brasileira. **In: VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS**, 1997, Foz do Iguaçu-PR. **Anais...** Foz do Iguaçu: ABRAVES, p.57-69.1997.
- FRIESEN, K.G.; NELSSSEN, 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, 1994a.
- FRIESEN, K.G.; NELSSSEN, J.L.; UNRUH, R.D. et al. Effects of the interrelationship between genotype, sex, and dietary lysine on growth performance and carcass composition in finishing pigs fed to either 104 or 127 kilograms. **Journal of Animal Science**, v.72, p.946-954, 1994b.
- 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.

- FULLER, M. Macronutrient requirements of growing swine. **In:** SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1, 1996, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, p. 205-22.1996.
- GONÇALVES, T.M.; BERTECHINI, A.G.; DE KONING, G. et al. Lisina, energia, sexo e períodos experimentais em características de carcaça de suínos híbridos. **In:** CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: ABRAVES, p. 453-455. 1999.
- HAHN, J.D.; BIEHL, R.R.; BAKER, D.H. Ideal digestible lysine level for early- and late-finishing swine. **Journal of Animal Science**, v.73, p.773-784, 1995.
- JOHNSTON, M.E.; NELSEN, J.L.; GOODBAND, R.D. et al. The effects of porcine 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.
- KILL, J.L.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Planos de nutrição para leitoas de alto potencial genético para deposição de carne magra dos 65 aos 105 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1330-1338, 2003.
- 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.
- LOUGHMILLER, J.A.; NELSEN, J.L.; GOODBAND, R.D. et al. Influence of dietary lysine on growth performance and carcass characteristics of late-finishing gilts. **Journal of Animal Science**, v.76, p.1075-1080, 1998.
- MOREIRA, I.; GASPAROTTO, L.F.; FURLAN, A.C. et al. Exigência de lisina para machos castrados de dois grupos genéticos de suínos na fase de terminação, com base no conceito de proteína ideal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.96-103, 2002.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of swine**. 10.ed. Washington, DC: National Academy Science, 189p.1998.
- OLIVEIRA, A.L.S.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M.; et al. Lisina para suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne magra dos 95 aos 110 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.337-343 2003a.
- OLIVEIRA, A.L.S.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Lisina em rações para suínos machos selecionados para deposição de carne magra na carcaça dos 110 aos 125 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.150-155 2003b.

- PERDOMO, C.C. Conforto ambiental e produtividade de suínos. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS, 1994, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo: CBNA, p.19-26.1994.
- QUINIOU, N.; DUBOIS, S.; NOBLET, J. Voluntary feed intake and feeding behaviour of group-housed growing pigs are affected by ambient temperature and body weight. **Livestock and Production Science**, v.41, p.245-253, 2000.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos.** 1ª ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 141p.2000.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. ; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais.** 2ª ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 186p. 2005.
- ROSSONI, M.C. **Exigência de treonina digestível para suínos machos castrados, de alto potencial genético, na fase de terminação.** Viçosa, MG: DZO/UFV, 2004, 21 f. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- 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. **Ciência Agrotecnica**, v.24, p.1060-1067, 2000.
- STAHLY, T.S.; CROMWELL, G.L.; TERHUNE, D. Responses of high, medium and low lean growth genotypes to dietary amino acid regimen. **Journal of Animal Science**, v.69, supplement 1, p.364, 1991. (Abstr.).
- STAHLY, T. Nutrition effects lean growth, carcass composition. **Feedstuffs**, v.65, p.12, 1993.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (UFV). **S.A.E.G. (Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas).** Viçosa, 2000. (Versão 8.0).
- WITTE, D.P.; ELLIS, M.; McKEITH, F.K. et al. Effect of dietary lysine and environmental temperature during the finishing phase on the intramuscular fat content of pork. **Journal of Animal Science**, v.78, p.1272-1276, 2000.



## NÍVEIS DE TREONINA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES PARA SUÍNOS MACHOS CASTRADOS DE ALTO POTENCIAL GENÉTICO DE 95 A 125 KG

### Resumo

Este estudo foi realizado para avaliar o efeito dos níveis de treonina digestível sobre o desempenho e a composição da carcaça de suínos machos castrados com alto potencial genético para deposição de carne. Oitenta suínos com peso inicial  $95,87 \pm 1,26$  kg foram distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco tratamentos (0,470; 0,497; 0,528; 0,557 e 0,587% de treonina digestível, correspondentes às relações de treonina digestível:lisina digestível de 58,0; 61,0; 65,0; 69,0 e 73,0%, respectivamente), cada um com oito 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  $125,26 \pm 2,59$  kg. Os níveis de treonina digestível das rações não influenciaram o consumo diário de ração e o ganho de peso dos animais, mas tiveram efeito quadrático sobre a conversão alimentar, que melhorou até o nível estimado de 0,526% de treonina na ração. O consumo diário de treonina digestível aumentou de forma linear de acordo com os níveis desse aminoácido na ração. Os níveis de treonina digestível da ração não influenciaram o peso de carcaça, a quantidade de carne, a espessura de toucinho no ponto P<sub>2</sub> e a deposição diária de carne. O nível de treonina digestível de 0,526%, correspondente a uma relação de 65% com a lisina digestível e a um consumo de treonina digestível de 18,49 g/dia, proporciona os melhores resultados de conversão alimentar em suínos machos castrados com alto potencial genético na fase dos 95 aos 125 kg.

**Palavras-chave:** aminoácidos, carcaça, desempenho, genótipo, nutrição, terminação tardia

## DIGESTABLE THREONINE LEVELS IN RATIONS FOR BARROWS OF HIGH GENETIC POTENTIAL OF 95 TO 125 kg

### Abstract

This study was proposed to evaluate the effect of digestible threonine levels on performance and carcass composition of high genetic potential for carcass lean deposition. Eighty barrows with initial weight of  $95,87 \pm 1,26$  kg, were distributed in blocks randomized design, with five treatments (0,470; 0,497; 0,528; 0,557; 0,587%, corresponding to digestible threonine : digestible lysine ratio of 58,0; 61,0; 65,0; 69,0 and 73%, respectively), eight repetitions and two animals in each experimental unit. Animals had the experimental rations and water in ad libitum access during the whole experiment period, when they reached  $125,26 \pm 2,59$  kg. No effect of threonine levels was observed in animals' daily feed intake and weight gain. Quadratic effect was observed in feed conversion with threonine levels, which improved until the threonine estimated level of 0,526%. It was observed linear effect of treatments increasing the daily digestible threonine intake. The digestible threonine levels did not influence carcass weight, lean gain, back fat thickness in P<sub>2</sub> and the daily lean deposition. It is concluded that the level of digestible threonine, which provide the best feed conversion for high genetic potential barrows, of 95 to 125 Kg, is 0,526%, which correspond to 65% of digestible lysine relation and digestible threonine intake of 18,49 g/day of digestible threonine.

**Key-words:** aminoacids, carcass, performance, genotype, nutrition, late finishing

## INTRODUÇÃO

As novas linhagens de suínos mais comercializadas atualmente, apresentam alto potencial de deposição de carne na carcaça, o que possibilita o abate de animais com peso superior a 95 sem alterar significativamente o desempenho dos animais.

O abate desses animais é mais econômico, pois permite processar carcaças mais pesadas e diluir os custos fixos por unidade de peso em maior quantidade de produto, reduzindo os custos fixos por animal produzido. Além do maior rendimento de carcaça, o abate de suínos mais pesados resulta em maior rendimento dos cortes, como verificado por Martin et al. (1980), que constataram aumento na área de olho-de-lombo e no comprimento de carcaça de animais abatidos com peso superior a 95 kg.

Uma vez que as novas linhagens apresentam exigências nutricionais diferenciadas, torna-se necessária a atualização dessas exigências para melhorar a eficiência de utilização dos nutrientes e aminoácidos pelos animais. Além disso, o uso de aminoácidos industriais possibilita a redução da poluição ocasionada pela atividade suinícola, ajustando de maneira adequada os nutrientes das rações às exigências dos animais, evitando o excesso de aminoácidos circulantes no sangue e reduzindo a excreção de nitrogênio pelos animais.

Entre os aminoácidos exigidos pelos animais e cujas necessidades devem ser avaliadas, a treonina tem se destacado por ser normalmente o segundo ou terceiro aminoácido limitante para suínos alimentados com dietas à base de milho, farelo de soja e farelo de trigo (De Blass et al., 1999). A treonina apresenta importantes funções no organismo animal: síntese de proteína muscular; síntese de mucinas no sistema gastrintestinal; e síntese de imunoglobulinas no sistema imune.

As exigências de treonina em gramas por dia aumentam com o crescimento do animal (Baker et al., 1993; Rademacher et al., 1999), uma vez que, com o avanço do peso e da idade dos animais, as exigências para manutenção são maiores que para deposição protéica (Fuller et al., 1989).

Neste contexto, verificou-se a necessidade de avaliar os níveis de treonina digestível em rações sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos castrados selecionados geneticamente para deposição de carne na carcaça na fase dos 95 aos 125 kg.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Granja de Suínos da Fazenda Experimental Vale do Piranga, da EPAMIG, localizada no município de Oratórios, Minas Gerais, no período de maio a julho de 2005.

Foram utilizados 80 suínos machos castrados, com peso inicial de  $95,87 \pm 1,26$  kg, híbridos comerciais PIC com alto potencial genético para deposição de carne na fase dos 95 aos 125 kg, distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco tratamentos, cada um com oito repetições de dois animais que constituiu a unidade experimental. Na distribuição dos animais dentro de cada bloco, adotou-se como critério o peso inicial dos animais.

As rações experimentais (Tabela 1) foram formuladas à base de milho e farelo de soja e suplementadas com minerais e vitaminas, de acordo com as exigências preconizadas por Rostagno et al. (2000). Os tratamentos consistiram dos níveis 0,470; 0,497; 0,528; 0,557 e 0,587% de treonina digestível, correspondentes às relações 58,0; 62,0; 65,0; 69,0 e 73,0% de treonina digestível:lisina digestível, respectivamente, obtidas a partir de uma ração basal suplementada com L-treonina. Na ração basal, verificou-se a relação aminoacídica entre a lisina e os demais aminoácidos essenciais, a fim de assegurar que, em todas as rações, nenhum outro aminoácido além da treonina ficasse limitante na ração. Na avaliação das relações aminoacídicas das rações, foram utilizadas as relações preconizadas por Fuller (1996), segundo o conceito de proteína ideal, para suínos de 50 a 110 kg. A L-treonina foi incorporada às rações em substituição ao ácido glutâmico, proporcionalmente às concentrações de nitrogênio, e seu total foi ajustado para 100 kg de ração por meio do acréscimo de amido.

Os animais foram alojados em baias providas de comedouro semi-automático e bebedouros tipo chupeta, localizadas em galpão de alvenaria com piso de concreto e coberto com telha de amianto. As temperaturas do ar foram monitoradas diariamente por meio de termômetro de máxima e mínima.

Tabela 1 - Composição centesimal das rações experimentais

Ingredientes	Níveis de treonina digestível (%)				
	0,470	0,497	0,528	0,557	0,587
Milho	79,820	79,820	79,820	79,820	79,820
Farelo de soja	15,750	15,750	15,750	15,750	15,750
Óleo de soja	0,670	0,670	0,670	0,670	0,670
Fosfato bicálcico	1,223	1,223	1,223	1,223	1,223
Calcário	0,710	0,710	0,710	0,710	0,710
Ácido glutâmico	0,300	0,265	0,228	0,190	0,152
Amido	0,533	0,540	0,546	0,554	0,562
L-lisina HCl (78,5%)	0,258	0,258	0,258	0,258	0,258
DL-metionina (99%)	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065
L-treonina (98,5%)	0,000	0,028	0,059	0,089	0,119
L-triptofano (99%)	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023
Premix vitamínico <sup>1</sup>	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Premix mineral <sup>2</sup>	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Sal comum	0,318	0,318	0,318	0,318	0,318
Bacitracina de zinco	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
BHT <sup>3</sup>	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
<b>TOTAL</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
Composição nutricional calculada <sup>4</sup> / estimada <sup>5</sup>					
ED (kcal/kg)	3.260	3.260	3.260	3.260	3.260
Proteína bruta (%)	14,23	14,23	14,23	14,23	14,23
Lisina total (%)	0,840/0,904	0,840/0,904	0,840/0,904	0,840/0,904	0,840/0,904
Lisina digestível (%)	0,750/0,807	0,750/0,807	0,750/0,807	0,750/0,807	0,750/0,807
Treonina digestível (%)	0,450/0,470	0,480/0,497	0,510/0,528	0,540/0,557	0,570/0,587
Metionina+cistina digestível (%)	0,502/0,555	0,502/0,555	0,502/0,555	0,502/0,555	0,502/0,555
Triptofano digestível (%) <sup>4</sup>	0,158	0,158	0,158	0,158	0,158
Valina digestível (%)	0,582	0,582	0,582	0,582	0,582
Cálcio (%)	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650
Fósforo disponível (%)	0,320	0,320	0,320	0,320	0,320
<b>Relação Tre:Lis digestível(%)</b>	<b>58,0</b>	<b>62,0</b>	<b>65,0</b>	<b>69,0</b>	<b>73,0</b>

<sup>1</sup> Conteúdo/kg : vit. A - 6.000.000 UI; vit. D3 - 1.500.000 UI; vit. E - 15.000.000 UI; vit. B1 - 1,35 g; vit. B2 - 4 g; vit. B6 - 2 g; ácido pantotênico - 9,35 g; vit. K3 - 1,5 g; ácido nicotínico - 20,0 g; vit. B12 - 20,0 g; ácido fólico - 0,6 g; biotina - 0,08 g; Se - 0,3 g; excipiente q. s. p. - 1.000 g.

<sup>2</sup> Conteúdo/kg : Fe - 100 g; Cu - 10 g; Co - 1 g; Mn - 40 g; Zn - 100 g; I - 1,5 g; excipiente q.s.p.- 1.000 g.

<sup>3</sup> Butil Hidroxi Tolueno

<sup>4</sup> Composição calculada segundo Rostagno et al. (2000).

<sup>5</sup> Composição estimada utilizando-se dados do aminograma realizado no Laboratório da Ajinomoto Biolatina e dos coeficientes de digestibilidade segundo Rostagno et al. (2000).

Durante o período experimental, os animais receberam as rações experimentais e água à vontade. As sobras de ração e os animais foram pesados semanalmente para determinação do ganho de peso, do consumo de ração e da conversão alimentar.

No final do período experimental, quando atingiram o peso final de  $125,26 \pm 2,59$  kg, os animais foram mantidos em jejum por 18 horas e, em seguida, foram pesados e encaminhados para o abate, realizado 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, evisceradas e pesadas e, posteriormente, foram avaliadas quanto à espessura de toucinho e quantidade de carne, por meio de aparelho de tipificação de carcaça com pistola Henessay Grading Probe (HGP-4), segundo procedimentos adotados no frigorífico.

A deposição diária de carne (DDC) foi estimada utilizando-se os dados de peso inicial dos animais (PI), rendimento de carcaça (RC), peso de carcaça estimado (PCE), porcentagem de carne na carcaça (PC), quantidade de carne final (QCF), quantidade de carne inicial estimada (QCIE) e dias no período experimental (D).

Os valores de RC e PC foram obtidos a partir dos dados de Rossoni et al. (2004), em que o rendimento de carcaça foi obtido Método Brasileiro de Classificação de Carcaça (MBCC), considerando a relação entre o peso da carcaça quente e o peso vivo final dos animais, enquanto a porcentagem de carne na carcaça foi determinada segundo metodologia utilizada no frigorífico (Frivap).

Abaixo, seguem as equações utilizadas para determinar a PCE, QCIE, QCE e DDC:

$$PCE = (PI \times RC)/100;$$

$$QCIE = (PCE \times PC)/100;$$

$$QCE = QCF - QCIE;$$

$$DDC \text{ (g/dia)} = (QCE / D) \times 1000;$$

Avaliaram-se as seguintes variáveis: consumo diário de ração, ganho de peso diário, consumo de treonina digestível, conversão alimentar, espessura de toucinho no ponto P<sub>2</sub>, quantidade de carne, peso da carcaça e deposição diária de carne.

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  $i$ ;  $i = 1, 2... e 8$ ;

$T_j$  = efeito do nível de treonina  $j$ ;  $j = 1, 2... e 5$ ;

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

Os níveis de treonina digestível foram obtidos por meio de análises de regressão linear, quadrática e/ou pelo modelo descontínuo “Linear Response Plateau” (LRP), conforme o melhor ajustamento obtido para cada variável estudada.



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As temperaturas observadas no termômetro de máxima e mínima foram  $25,22 \pm 3,5^{\circ}\text{C}$  e  $15,70 \pm 3,0^{\circ}\text{C}$ , respectivamente, durante o período experimental. Considerando que a faixa de termoneutralidade para suínos na fase de terminação é de 12 a  $18^{\circ}\text{C}$  (Perdomo, 1994), durante o experimento, os animais podem ter sido submetidos a estresse por calor durante uma parte do dia e terem sido mantidos na faixa de termoneutralidade na outra parte do dia, o que não afetou seu desempenho produtivo.

O consumo diário de ração (CDR) não foi influenciado ( $P>0,05$ ) pelos níveis de treonina digestível das rações (Tabela 2). Resultados semelhantes foram obtidos por Johnston et al. (2000) em pesquisa com animais na fase final de terminação (dos 90 aos 120 kg). Do mesmo modo, Pedersen et al. (2003) e Eittle et al. (2004), em experimento com animais dos 70 aos 105 kg e dos 65 aos 110 kg, respectivamente, também não observaram efeito dos níveis de treonina digestível da ração sobre o CDR.

Tabela 2 - Consumo diário de ração (CDR), consumo diário de treonina digestível (CDT), ganho de peso diário (GPD) e conversão alimentar (CA) de suínos machos castrados dos 95 aos 125 kg de acordo com os níveis de treonina digestível nas rações

Variáveis	Níveis de treonina digestível (%)					CV (%)
	0,470	0,497	0,528	0,557	0,587	
CDR (g/dia)	3.507	3.494	3.453	3.602	3.517	9,42
CDT <sup>1</sup> (g/dia)	16,48	17,36	18,23	20,06	20,64	9,10
GPD (g/dia)	1.112	1.156	1.204	1.159	1.116	9,97
CA <sup>2</sup>	3,16	3,02	2,88	3,12	3,15	7,02

<sup>1</sup> Efeito linear ( $P<0,01$ ).

<sup>2</sup> Efeito quadrático ( $P<0,06$ ).

Os resultados de consumo diário de ração obtidos neste trabalho diferem dos relatados por Henry & Seve (1998) de que suínos selecionados geneticamente são mais sensíveis ao desequilíbrio de aminoácidos na ração, principalmente de treonina, triptofano e metionina, que provocam redução do consumo voluntário de ração. Esses resultados contrariam também informações de De Blass et al. (1999) de que o acúmulo de treonina no sangue pode provocar reflexo negativo sobre o consumo de ração em suínos, em virtude da dificuldade desses animais de oxidar o excesso de treonina no plasma.

Apesar de, durante parte do dia, a temperatura máxima ( $25,22 \pm 3,5^{\circ}\text{C}$ ) ter excedido a faixa de termoneutralidade para esses animais, o consumo médio diário de ração (3.514,6 g/dia) foi superior ao preconizado por Rostagno et al. (2005) e aos dados obtidos por Johnston et al. (2000), de 2.960 e 3.100 g/dia, respectivamente. Portanto, apesar do estresse por calor, o consumo diário de ração desses animais não foi afetado negativamente.

Os níveis de treonina digestível na ração influenciaram o consumo desse aminoácido, que aumentou ( $P < 0,01$ ) de forma linear, segundo a equação:  $\hat{Y} = -1,1019 + 37,2521X$  ( $r^2 = 0,98$ ). Resultados semelhantes foram observados por Eittle et al. (2004), que verificaram aumento linear no consumo de treonina digestível conforme aumentaram a concentração desse aminoácido nas rações. Esse resultado pode estar relacionado ao fato de o consumo diário de ração não ter apresentado resposta significativa aos níveis de treonina digestível nas rações, o que indica que o aumento no consumo de treonina digestível ocorreu diretamente em razão do crescente nível desse aminoácido nas rações.

Não se observou efeito dos níveis de treonina digestível ( $P > 0,05$ ) sobre o ganho de peso diário (GPD). Resultados semelhantes foram reportados por Lenis et al. (1990), que não encontraram variação significativa no GPD de suínos na fase de terminação quando aumentaram os níveis de treonina digestível das rações, e por Pedersen et al. (2003), em pesquisa com animais na fase de terminação (dos 70 kg aos 105 kg).

Os resultados de ganho de peso diário obtidos neste estudo contrariam, no entanto, os relatos de Johnston et al. (2000), que, em experimento com animais dos 90 aos 120 kg, observaram aumento no ganho de peso diário

conforme aumentaram os níveis de treonina digestível. Da mesma forma, Etle et al. (2004), em pesquisa com suínos machos e fêmeas dos 65 aos 110 kg, observaram aumento no ganho de peso diário dos animais quando aumentaram os níveis de treonina digestível da ração.

Apesar de não ter apresentado diferença significativa entre os níveis de treonina digestível, em valor absoluto, o GPD teve aumento gradual de até 8,18% entre os níveis de 0,470 e 0,528% de treonina digestível, o que pode indicar que o nível de 0,528% de treonina digestível, correspondente a uma relação treonina digestível:lisina digestível de 65%, aumentou ou promoveu o maior GPD dos animais.

A variação dos resultados de GPD entre os trabalhos pode estar relacionada, entre outros fatores, à genética dos animais quanto à sua capacidade de ganho de peso e deposição de carne na carcaça. De acordo com Thong et al. (2004), o potencial de deposição de proteína é o fator que mais influencia a exigência de aminoácidos dos suínos.

Os níveis de treonina digestível influenciaram ( $P < 0,06$ ) de forma quadrática a conversão alimentar (CA) dos animais, que melhorou até o nível estimado de 0,526% de treonina digestível, correspondente a uma relação de 65% com a lisina digestível (Figura 1). Considerando o nível de treonina digestível de 0,526%, estimou-se em 18,49 g/dia o nível de treonina digestível que proporciona melhor CA em suínos dos 95 aos 125 kg.

Os resultados de conversão alimentar obtidos neste trabalho diferem, no entanto, dos encontrados por Johnston et al. (2000), em experimento com animais dos 90 aos 120 kg, e por Pedersen et al. (2003), em pesquisa com suínos dos 70 aos 105 kg. Esses autores observaram melhora na conversão alimentar com o aumento dos níveis de treonina digestível nas rações. Essa variação entre os resultados pode estar relacionada a fatores como genética, sexo dos animais e composição das rações experimentais (níveis de lisina e treonina digestíveis).

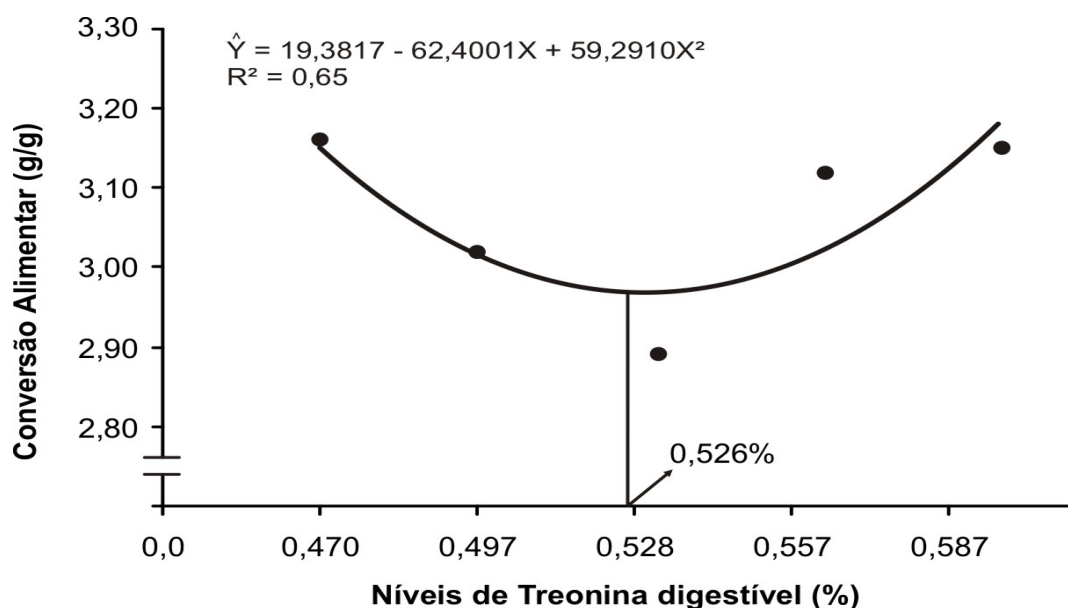


Figura 1 – Conversão alimentar de suínos machos castrados de alto potencial genético dos 95 aos 125 kg alimentados com rações com diferentes níveis de treonina digestível.

A conversão alimentar observada neste trabalho confirma a melhora de 8,18% no valor absoluto de ganho de peso diário e evidencia que o aumento dos níveis de treonina digestível até o nível de 0,526% proporcionou aos animais maior eficiência na utilização do alimento para ganho em quantidade de carne na carcaça.

Considerando a exigência de treonina digestível em 18,49 g/dia obtida neste estudo, constata-se que esse valor é superior aos encontrados por Johnston et al. (2000), Pedersen et al. (2003) e Eittle et al. (2004), que determinaram, respectivamente, a exigência de treonina digestível em 11,4; 12,46; e 10,7 g/dia. O valor determinado neste estudo foi superior também ao de 13,73 g/dia, preconizado por Rostagno et al. (2005) para suínos em fase de terminação tardia (95 aos 125 kg).

A diferença na exigência de treonina digestível em gramas por dia entre os trabalhos pode ser atribuída ao sexo e à genética dos animais utilizados nos experimentos. De acordo com Peisker (1982), citado por Thong & Liebert (2004), fêmeas apresentam deposição protéica 13,5% maior que a dos machos com mesma faixa de peso.

Thong et al. (2004), em pesquisa com suínos com peso médio de 50 kg, verificaram que a exigência de treonina varia de acordo com a capacidade de deposição de proteína dos animais e que aqueles com maior potencial para deposição de carne exigem maior consumo diário de treonina.

Não foi observado efeito ( $P>0,05$ ) dos níveis de treonina digestível da ração sobre as características de carcaça avaliadas (Tabela 3). Os dados deste estudo corroboram os resultados obtidos por Pedersen et al. (2003), que, em pesquisa com suínos dos 70 aos 105 kg, não observaram efeito do aumento dos níveis de treonina digestível sobre as características de carcaça dos animais quando aumentaram de 58,0 para 70,0% a relação treonina:lisina digestível.

Tabela 3 - Peso da carcaça (PC), quantidade de carne (QC), espessura de toucinho no ponto P<sub>2</sub> (ETP<sub>2</sub>) e deposição diária de carne (DDC) em suínos machos castrados dos 95 aos 125 kg de acordo com os níveis de treonina digestível das rações

Variáveis	Níveis de treonina digestível (%)					CV (%)
	0,470	0,497	0,528	0,557	0,587	
PC (kg)	87,22	87,26	85,67	88,06	87,40	3,64
QC (kg)	50,41	49,77	49,05	50,22	49,84	4,24
ETP <sub>2</sub> (mm)	14,23	14,86	14,28	14,70	15,35	15,07
DDC (g/dia)	534,10	474,60	510,87	526,52	517,48	16,76

Esses resultados contrariam, no entanto, os obtidos por Johnston et al. (2000), que observaram melhora significativa na porcentagem de carne e na profundidade de lombo (57,4 para 61,2 mm) e redução na espessura de toucinho (19,3 a 17,02 mm) quando aumentaram os níveis de treonina digestível de 0,29 para 0,410%, correspondente a uma relação de 51 a 73%, respectivamente, com a lisina digestível.

Os resultados de características de carcaça verificados neste trabalho confirmam relatos de Lenis & Van Diepen (1990), Lenis et al. (1990), Schutte et al. (1997) e Etle et al. (2004) de que a influência da suplementação de treonina sobre as características de carcaça é menor que sobre o desempenho animal

(Ajinomoto, 2003) e que a eficiência da treonina usada para deposição de proteína diminui com a idade dos animais. Essa menor eficiência para deposição está relacionada à maior demanda de treonina (em g/dia) para manutenção, situação em que esse aminoácido tem grande importância, pois auxilia nas funções digestivas e compõe enzimas digestivas (Fuller, 1991). Além disso, participa do sistema imune na composição das imunoglobulinas (De Blass et al., 1999) e, na mucosa intestinal, é utilizado para síntese de muco, especialmente rico em treonina (Ajinomoto, 2003).

## **CONCLUSÕES**

O nível de 0,526% treonina digestível na ração, correspondente a uma relação de 65% com a lisina digestível e a um consumo de treonina digestível de 18,49 g/dia, proporciona o melhor resultado de conversão alimentar para suínos machos castrados de alto potencial genético na fase de 95 a 125 kg.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AJINOMOTO, 2000. [http://www.lisina.com.br/upload/bibliografia/rp\\_30.pdf](http://www.lisina.com.br/upload/bibliografia/rp_30.pdf). Acessado dia 10 de março de 2006.
- AJINOMOTO, 2003. [http://www.lisina.com.br/upload/bibliografia/IT\\_10\\_port.pdf](http://www.lisina.com.br/upload/bibliografia/IT_10_port.pdf). Acessado dia 10 de março de 2006.
- AJINOMOTO. Exigências de aminoácidos de suínos em crescimento e terminação. IN: SEMINÁRIO TÉCNICO AJINOMOTO BIOLATINA. 1º de dezembro de 2006
- BAKER, D.H. Efficiency of amino acid utilization in the pig. IN: Proceedings of the fourth Biennial Conference of the Australasian Pig Science Association (APSA) held in Canberra. p.191-197. 1993.
- BAKER, D.H. Ideal amino acid profiles for swine and poultry and their applications in feed formulation. Biokyowa Technical Review, p 9. 1997.
- DE BLAS, C.;GARCIA, A.I.; CARABÁNO,R. Necesidades de treonina en animales monogástricos. **XVI Curso de Especialización – FEDNA**. 1999
- ETTLE, T.; ROTH-MAIER, D.A.; BARTELT, J. et al. Requeriment of true ileal digestible threonine of growing and finishing pigs. **Journal Animal. Physiologic Nutrition**, v.88, p.211-222, 2004.
- FULLER, M.F.; McWILLIAM, R.; WANG, T.C.et al. The optimum dietary amino acid pattern for growing pigs. 2. Requirements for maintenance and for tissue protein accretion. **Brithish Journal Nutrition**, v.62, p.255-267, 1989.
- FULLER, M.F. Present knowledge of amino acid requirement for maintenance and production. In: **Protein metabolism and nutrition**. EEAP Publ. n.59 Herning, Denmark, p.116, 1991.
- FULLER, M. Macronutrient requirements of growing swine. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1, 1996, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, p. 205-221, 1996.
- HENRY, Y.; SÈVE, B. Feed intake and dietary amino acid balance in growing pigs with special reference to lysine, tryptophan, and threonine. **Pig News Production Animal**, v.1, p.65-74, 1998.
- JOHNSTON, M.E.; BOYD, R.D.; FRALICK, C.E. et al. Optimum threonine:lysine ratio for pigs in the 90 to 120 kg phase. **Journal of Animal Science**, v.79, supplement 2. 2000.
- LENIS, N.P.; VAN DIEPEN, J.T.M.; GOEGHART, P.W. Amino acid requirements of pigs.1. Requeriment for methionine + cystine, threonine and tryptophan of



- fast growing boars and gilts, fed ad libitum.. **Netherlands Journal Agriculture Science**, v.38, p.577-595, 1990.
- LENIS, N.P.; VAN DIEPEN, J.T.M. Amino acid requirements of pigs. 3. Requirements for apparent digestible threonine of pigs in different stages of growth. **Netherlands Journal Agriculture Science**, v.38, p.609-622, 1990.
- MARTIN, A.H.; SATHER, A.P.; FREDEEN, H.T. et al. Alternative market weights for swine. II. Carcass composition and meat quality. **Journal of Animal Science**, v.50, p.699-705, 1980.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of swine**. 10.ed. Washington, DC: National Academy Science, 1998.
- PEDERSEN, C.; BOISEN, S.; Fernandez, J.A. Studies on the effect of dietary crude protein supply on the composition of ileal endogenous crude protein loss in growing pigs. Acta Scand. Sect. A, **Animal Science**, .52, p.142-149, 2002.
- PEDERSEN, C.; LINDBERG, J.E.; BOISEN, S. Determination of the optimal dietary threonine:lysine ratio for finishing pigs using three different methods. **Livestock Production Science**, v.82, 233-243. 2003.
- PERDOMO, C.C. Conforto ambiental e produtividade de suínos. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS, 1994, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo: CBNA, p.19-26. 1994.
- RADEMACHER, M.; SAUER, W.C.; JANSMAN, A.J.M. IN: Standardized Ileal Digestible of Amino Acids in Pigs. The New System. Degussa-Hulls, Germany.1999.
- ROSSONI, M.C. **Exigência de treonina digestível para suínos machos castrados, de alto potencial genético, na fase de terminação**. Viçosa, MG: DZO/UFV, 2004, 21 f. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- 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, 141p, 2000.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. ; DONZELE, J.L., et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2ª ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 186 p.2005.
- SCHUTTE, J.B.; DE JONG, J.; SMINK, W. et al. Threonine requirement of growing pigs (50 to 90 kg) in relation to diet composition. **Animal Science**, v.64 p.155-161, 1997.

THONG, H.T.; LIEBERT, F. Potencial for protein and threonine requirement of modern genotype barrows fed graded levels of protein with threonine as the limiting amino acid. **Journal Animal Physiologic Nutrition**, v.88, p.196-203, 2004.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (UFV). **S.A.E.G. (Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas)**. Viçosa, 2000. (Versão 8.0).

## NÍVEIS DE METIONINA + CISTINA DIGESTÍVEIS EM RAÇÕES PARA SUÍNOS MACHOS CASTRADOS DE ALTO POTENCIAL GENÉTICO DE 95 A 125 KG

### Resumo

Este estudo foi realizado para avaliar o efeito dos níveis de metionina+cistina digestíveis sobre o desempenho e a composição da carcaça de suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne. Sessenta e quatro suínos com peso inicial  $95,46 \pm 1,09$  kg, foram distribuídos em um delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro tratamentos (0,427; 0,466; 0,504 e 0,545% de metionina+cistina digestíveis, correspondentes às relações de metionina+cistina digestíveis:lisina digestível de 57,0; 62,0; 67,0 e 73,0%, respectivamente), cada um com oito 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  $125,21 \pm 2,49$  kg. Não se observou efeito dos níveis de metionina+cistina digestíveis sobre o consumo diário de ração, o ganho de peso diário e a conversão alimentar dos animais. Houve efeito dos níveis de metionina+cistina digestíveis sobre o consumo de metionina+cistina digestíveis diário, que aumentou de forma linear. Os níveis de metionina+cistina digestíveis não influenciaram o peso da carcaça, a quantidade de carne, a espessura de toucinho no ponto P<sub>2</sub> e a deposição diária de carne. O nível de metionina+cistina digestíveis que proporciona os melhores resultados de desempenho e característica de carcaça em suínos machos castrados de alto potencial genético na fase dos 95 aos 125 kg é de 0,427%, correspondentes a uma relação de 57% com a lisina digestível e a um consumo de metionina+cistina digestíveis de 14,20 g/dia.

**Palavras-chave:** aminoácidos sulfurosos, carcaça, desempenho, genótipo, terminação tardia

## DIGESTIBLE METHIONINE + CYSTINE LEVELS IN RATIONS FOR BARROWS OF HIGH GENETIC POTENTIAL TO CARCASS LEAN DEPOSITION OF 95 TO 125KG

### Abstract

This study was proposed to evaluate the effect of digestible methionine + cystine levels on performance and carcass composition of high genetic potential for carcass lean deposition. Sixty-four barrows with initial weight of  $95.46 \pm 1.09$  kg, were distributed in blocks randomized design, with four treatments (0.427; 0.466; 0.504; 0.545%, corresponding to digestible methionine + cystine:digestible lysine ratio of 57.0; 62.0; 67.0 and 73% respectively), eight repetitions and two animals in each experimental unit. Animals had the experimental rations and water in ad libitum access during the whole experimental period, when they reached  $125.21 \pm 2.49$  kg. No effect of methionine + cystine levels was observed in animals' daily feed intake, daily gain and feed conversion. Treatments' effect was observed on daily methionine + cystine intake, which increased linearly. Digestible methionine + cystine levels did not influence carcass weight, lean gain, backfat thickness in P<sub>2</sub> and daily lean deposition. It is concluded that the digestible methionine + cystine levels, which provide the best performance and carcass characteristics for high genetic potential barrows, of 95 to 125 kg, is 0.427%, which correspond to 57 of digestible lysine relation, and digestible methionine + cystine intake of 14.20 g/day.

**Key-words:** sulfur aminoacids, carcass, performance, genotype, late finishing

## INTRODUÇÃO

A crescente demanda do consumidor de carne suína por uma carne mais saudável tem aumentado o interesse de produtores e frigoríficos pelo abate de animais com maior quantidade de carne e baixo teor de gordura corporal. O atendimento dessa demanda tem sido possível graças ao melhoramento genético para seleção de suínos, que resulta em linhagens com maior potencial para deposição de proteína em detrimento à de gordura.

A produção dessas novas linhagens comerciais possibilita aos frigoríficos o abate de animais com pesos mais elevados, com maior rendimento de carcaça e peso dos principais cortes comerciais, sem alterar significativamente a porcentagem desses cortes (Irgang & Protas, 1996). O abate de suínos mais pesados faz com que a capacidade de produção de carne aumente, sem necessidade de alteração no número de matrizes, o que resulta em aumento de 20 a 30% na oferta de carne com mesmo número de matrizes e, portanto, aumenta a renda do produtor.

Esta tendência de mercado por animais com maior peso de abate e a introdução de linhagens comerciais especializadas em deposição de carne requer dos nutricionistas atualização e determinação das exigências em aminoácidos desses animais na fase dos 95 aos 125 kg.

Consumos de aminoácidos abaixo ou acima das exigências nutricionais dos animais podem restringir a taxa e a eficiência de crescimento. O nível adequado de aminoácidos na ração, no entanto, pode melhorar a eficiência alimentar e a taxa de crescimento e aumentar o rendimento econômico da atividade suinícola.

De acordo com o NRC (1998), suínos com alto potencial genético apresentam deposição diária de carne igual ou superior a 350 g/dia, o que implica alta exigência nutricional de aminoácidos para manutenção e crescimento. Entre os aminoácidos, a metionina+cistina destacam-se nas funções de manutenção por estarem envolvidas na renovação de tecidos intestinais e serem precursoras de substâncias com várias funções biológicas.

A metionina é importante em diversas funções metabólicas, como a biossíntese de componentes essenciais 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). Além das funções biológicas, metionina+cistina tem sido consideradas o segundo aminoácido limitante em rações práticas à base de milho e farelo de soja para suínos.

Existem diversas informações sobre as exigências de lisina para suínos de diferentes grupos genéticos, categorias e sexo. Entretanto, pesquisas sobre exigências de aminoácidos sulfurados para suínos na fase de terminação são escassas.

Neste sentido, realizou-se este trabalho para avaliar os efeitos de diferentes níveis de metionina+cistina digestíveis em rações sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne na fase dos 95 aos 125 kg.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Granja de Suínos da Fazenda Experimental Vale do Piranga da EPAMIG, localizada no município de Oratórios, Minas Gerais, no período de setembro a novembro de 2005.

Utilizaram-se 64 suínos machos castrados, híbridos comerciais PIC com alto potencial genético para deposição de carne na fase dos 95 aos 125 kg, distribuídos em delineamento de blocos ao acaso, com quatro tratamentos, oito repetições e dois animais por baia, a qual constituiu a unidade experimental. Na distribuição dos animais dentro de cada bloco, adotou-se como critério o peso inicial.

As rações experimentais (Tabela 1) foram formuladas à base de milho, sorgo e farelo de soja e foram suplementadas com minerais e vitaminas conforme preconizado por Rostagno et al. (2000). Como tratamentos, avaliaram-se os níveis de 0,427; 0,466; 0,504 e 0,545% de metionina+cistina digestíveis, correspondentes às relações metionina+cistina digestíveis:lisina digestível de 57,0; 63,0; 68,0 e 73,0%, respectivamente, obtidos a partir de uma ração basal suplementada com DL-metionina. Na ração basal, foi verificada a relação aminoacídica entre lisina e os demais aminoácidos essenciais a fim de assegurar que, em todos os tratamentos, nenhum outro aminoácido além de metionina ficasse limitante na ração. Na avaliação das relações aminoacídicas das rações, foram consideradas aquelas preconizadas por Fuller (1996) na proteína ideal para suínos de 50 a 110 kg. A DL-metionina foi incorporada às rações em substituição ao ácido glutâmico, proporcionalmente às suas concentrações de nitrogênio.

Os animais foram alojados em baias providas de comedouro semi-automático e bebedouros tipo chupeta, localizadas em galpão de alvenaria com piso de concreto e coberto com telha de amianto. As temperaturas do ar foram monitoradas diariamente, por meio de termômetro de máxima e mínima.

Tabela 1 - Composição centesimal das rações experimentais

Ingredientes (%)	Níveis de metionina + cistina digestíveis (%)			
	0,427	0,466	0,504	0,545
Milho	43,269	43,269	43,269	43,269
Farelo de soja	14,700	14,700	14,700	14,700
Sorgo baixo tanino	37,000	37,000	37,000	37,000
Óleo de soja	1,700	1,700	1,700	1,700
Fosfato bicálcico	1,225	1,225	1,225	1,225
Calcário	0,720	0,720	0,720	0,720
Ácido glutâmico	0,263	0,224	0,186	0,147
L-lisina HCl (78,5%)	0,300	0,300	0,300	0,300
L-treonina (98,5%)	0,102	0,102	0,102	0,102
DL-metionina (99%)	0,037	0,076	0,114	0,153
L-triptofano (99%)	0,022	0,022	0,022	0,022
Premix vitamínico <sup>1</sup>	0,150	0,150	0,150	0,150
Premix mineral <sup>2</sup>	0,150	0,150	0,150	0,150
Sal comum	0,332	0,332	0,332	0,332
BHT <sup>3</sup>	0,010	0,010	0,010	0,010
Bacitracina de zinco	0,020	0,020	0,020	0,020
<b>TOTAL</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
<b>Composição nutricional calculada<sup>4</sup> / estimada<sup>5</sup></b>				
Proteína bruta (%)	14,05	14,05	14,05	14,05
Energia digestível (kcal/kg)	3.400	3.400	3.400	3.400
Lisina total (%)	0,833/0,825	0,833/0,825	0,833/0,825	0,833/0,825
Lisina digestível (%)	0,753/0,746	0,753/0,746	0,753/0,746	0,753/0,746
Metionina+cistina digestível (%)	0,452/0,427	0,491/0,466	0,528/0,504	0,566/0,545
Treonina digestível (%)	0,549/0,500	0,549/0,500	0,549/0,500	0,549/0,500
Triptofano digestível (%) <sup>4</sup>	0,158	0,158	0,158	0,158
Valina digestível (%)	0,604	0,604	0,604	0,604
Cálcio (%)	0,655	0,655	0,655	0,655
Fósforo disponível (%)	0,322	0,322	0,322	0,322
Sódio (%)	0,162	0,162	0,162	0,162
<b>Relação Met:Lis digestíveis (%)</b>	<b>57,0</b>	<b>63,0</b>	<b>68,0</b>	<b>73,0</b>

<sup>1</sup> Conteúdo/kg : vit. A - 6.000.000 UI; vit. D3 - 1.500.000 UI; vit. E - 15.000.000 UI; vit. B1 - 1,35 g; vit. B2 - 4 g; vit. B6 - 2 g; ácido pantotênico - 9,35 g; vit. K3 - 1,5 g; ácido nicotínico - 20,0 g; vit. B12 - 20,0 g; ácido fólico - 0,6 g; biotina - 0,08 g; Se - 0,3 g; excipiente q. s. p. - 1.000 g.

<sup>2</sup> Conteúdo/kg : Fe - 100 g; Cu - 10 g; Co - 1 g; Mn - 40 g; Zn - 100 g; I - 1,5 g; excipiente q.s.p.- 1.000 g.

<sup>3</sup> Butil Hidroxi Tolueno.

<sup>4</sup> Composição calculada segundo Rostagno et al. (2000).

<sup>5</sup> Composição estimada a partir do aminograma realizado no Laboratório da Ajinomoto Biolatina e dos coeficientes de digestibilidade segundo Rostagno et al. (2000).



Durante o período experimental, os animais receberam as rações experimentais e água à vontade. As sobras de ração e os animais foram pesados semanalmente para determinação do ganho de peso, do consumo de ração e da conversão alimentar.

Ao final do período experimental, quando atingiram o peso de  $125,21 \pm 2,49$  kg, os animais foram mantidos em jejum, por 18 horas, pesados e encaminhados para o abate, realizado 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, evisceradas e pesadas e, posteriormente, foram avaliadas quanto à espessura de toucinho e quantidade de carne, por meio de aparelho de tipificação de carcaça com pistola Henessay Grading Probe (HGP-4), segundo procedimentos adotados no frigorífico.

A deposição diária de carne (DDC) foi estimada utilizando-se os dados de peso inicial dos animais (PI), rendimento de carcaça (RC), peso de carcaça estimado (PCE), porcentagem de carne na carcaça (PC), quantidade de carne final (QCF), quantidade de carne inicial estimada (QCIE) e dias no período experimental (D).

Os valores de RC e PC foram obtidos utilizando-se dados de Rossoni et al. (2004), em que o rendimento de carcaça foi obtido pelo Método Brasileiro de Classificação de Carcaça (MBCC), considerando a relação entre o peso da carcaça quente e o peso vivo final dos animais, enquanto a porcentagem de carne na carcaça foi determinada segundo metodologia utilizada no frigorífico (Frivap).

Abaixo, seguem as equações utilizadas para determinar a PCE, QCIE, QCE e a DDC:

$$PCE = (PI \times RC)/100;$$

$$QCIE = (PCE \times PC)/100;$$

$$QCE = QCF - QCIE;$$

$$DDC \text{ (g/dia)} = (QCE / D) \times 1000;$$

Foram avaliados o consumo diário de ração, o ganho de peso diário, o consumo de metionina+cistina digestíveis, a conversão alimentar, a espessura de toucinho no ponto P<sub>2</sub>, a quantidade de carne, o peso da carcaça e a deposição diária de carne.

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  $i$ ;  $i = 1, 2... e 8$ ;

$T_j$  = efeito do nível de metionina+cistina  $j$ ;  $j = 1, 2... e 4$ ;

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

Os níveis de metionina+cistina digestíveis foram obtidos por meio de análises de regressão linear, quadrática e/ou pelo modelo descontínuo “Linear Response Plateau” (LRP), conforme o melhor ajustamento obtido para cada variável estudada.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As temperaturas observadas no termômetro de máxima e mínima foram, respectivamente,  $27,88 \pm 3,75^{\circ}\text{C}$  e  $19,13 \pm 1,5^{\circ}\text{C}$ , durante todo o período experimental. Considerando a variação das temperaturas máxima e mínima durante o experimento e que a faixa de termoneutralidade para suínos na fase de terminação é de 12 a  $18^{\circ}\text{C}$  (Perdomo, 1994), é possível que esses animais tenham sido submetidos a estresse por calor.

Os níveis de metionina+cistina digestíveis das rações não tiveram efeito ( $P>0,05$ ) sobre o consumo diário de ração (CDR) (Tabela2). Resultados semelhantes foram observados por Hahn & Baker (1995), Loughmiller et al. (1996) e Santos et al. (2007) em estudos com suínos na fase de terminação. Esses autores também não observaram variação significativa no consumo diário de ração ao aumentarem os níveis de metionina+cistina digestíveis na ração.

Tabela 2 - Consumo diário de ração (CDR), consumo diário de metionina+cistina digestíveis (CDMC), ganho de peso diário (GPD) e conversão alimentar (CA) de suínos machos castrados dos 95 aos 125 kg de acordo com os níveis de metionina+cistina digestíveis das rações

Variáveis	Níveis de metionina+cistina digestíveis (%)				CV%
	0,427	0,466	0,504	0,545	
CDR (g/dia)	3.338	3.250	3.233	3.190	8,15
CDMC (g/dia) <sup>1</sup>	14,25	15,14	16,29	17,39	7,65
GPD (g/dia)	1.145	1.098	1.094	1.085	7,87
CA	2,92	2,96	2,96	2,94	6,67

<sup>1</sup> Efeito linear ( $P<0,01$ ).

Knowles et al. (1998), no entanto, conduzindo dois experimentos com suínos machos e fêmeas dos 74 aos 110 kg, encontraram variação positiva dos níveis de metionina+cistina da ração sobre o consumo voluntário pelos animais. De forma semelhante, Loughmiller et al. (1998), em pesquisa com fêmeas dos 72 aos 104 kg, observaram efeito linear do aumento dos níveis de metionina + cistina sobre o consumo de ração.

A diferença de resultados no consumo de ração entre os trabalhos pode estar relacionada, entre outros fatores, à genética dos animais e aos diferentes níveis dos aminoácidos sulfurosos avaliados, considerando suas respectivas relações com o nível de lisina das rações experimentais. A resposta de consumo diário de ração obtida neste trabalho com o aumento dos níveis de metionina+cistina digestíveis confirma o relato de Edmonds & Baker (1987) de que suínos podem tolerar considerável excesso de metionina na ração sem apresentar alteração significativa no consumo de alimento.

Considerando os valores de temperatura máxima (27,88°C), que ficaram acima da faixa de termoneutralidade para suínos nesta fase, e o consumo médio diário de ração (3.210,4 g/dia), superior ao valor de 3.100 g/dia, preconizado por Rostagno et al. (2005), constata-se que, apesar das altas temperaturas registradas, o CDR por esses animais não foi afetado de forma negativa.

Observou-se efeito ( $P < 0,01$ ) linear do aumento dos níveis de metionina+cistina digestíveis das rações sobre o consumo desses aminoácidos, que aumentou de acordo com a equação:  $\hat{Y} = 2,7023 + 26,9185 X$  ( $r^2 = 0,98$ ). Santos et al. (2007) também observaram aumento linear no consumo de metionina+cistina digestíveis pelos suínos com o fornecimento de níveis crescentes desses aminoácidos nas rações. Esse aumento no consumo de metionina+cistina digestíveis está diretamente relacionado aos níveis crescentes de metionina nas rações, visto que o CDR não variou significativamente entre os níveis de metionina+cistina digestíveis nas rações.

Os níveis de metionina+cistina digestíveis não influenciaram ( $P > 0,05$ ) o ganho de peso diário (GPD) dos animais. Resultados semelhantes foram observados por Hahn & Baker (1995), Knowles et al. (1998), Grandhi & Nyacothi (2002), que não encontraram efeito dos níveis de metionina+cistina sobre o GPD de suínos na fase de terminação.

No entanto, efeito positivo do aumento dos níveis de metionina+cistina digestíveis sobre o GPD foram observados por Loughmiller et al. (1998), em fêmeas dos 74 aos 104 kg, e Santos et al. (2007), em suínos na fase de terminação.

A conversão alimentar (CA) não foi influenciada ( $P > 0,05$ ) pelo aumento dos níveis de metionina+cistina digestíveis nas rações. Knowles et al. (1998),

em pesquisa com suínos machos castrados e fêmeas dos 77 aos 114 kg, não observaram efeito dos níveis de metionina+cistina digestíveis sobre a CA de animais alimentados com rações com relações metionina+cistina:lisina digestíveis de 35,0 a 65,0%. No entanto, Loughmiller et al. (1998), em experimento com fêmeas suínas dos 74 aos 104 kg, observaram efeito linear sobre a CA quando as relações metionina+cistina:lisina digestíveis variaram de 45,0 a 65,0%.

A divergência nos resultados entre os estudos pode ser justificada, em parte, aos níveis de lisina e metionina+cistina digestíveis utilizados nas rações experimentais. Embora os níveis de metionina+cistina digestíveis não tenham influenciado significativamente as características de desempenho, o nível de 0,427%, correspondente a um consumo de metionina+cistina digestíveis de 14,20 g/dia, foi superior ao valor de 12,71 g/dia preconizado por Rostagno et al. (2005) para suínos de alto potencial para deposição de carne na fase dos 100 aos 120 kg, logo, o nível de 0,427% atendeu às exigências dos animais para melhor desempenho.

Não foi observado efeito ( $P>0,05$ ) dos níveis de metionina+cistina digestíveis sobre o peso da carcaça (PC), a quantidade de carne (QC), a espessura de toucinho no ponto P<sub>2</sub> (ETP<sub>2</sub>) e a deposição diária de carne (DDC) (Tabela 3).

Tabela 3 - Peso da carcaça (PC), quantidade de carne (QC), espessura de toucinho no ponto P<sub>2</sub> (ETP<sub>2</sub>) e deposição diária de carne (DDC) em suínos machos castrados dos 95 aos 125 kg de acordo com os níveis de metionina+cistina digestíveis nas rações

Variáveis	Níveis de metionina+cistina digestíveis (%)				CV (%)
	0,427	0,466	0,504	0,545	
PC (kg)	87,97	88,35	87,25	90,04	4,52
QC (kg)	49,80	50,26	50,30	49,96	6,53
ETP <sub>2</sub> (mm)	16,24	16,55	14,13	17,72	18,17
DDC (g/dia)	540,5	548,0	557,1	478,2	14,76

Os resultados obtidos neste estudo são semelhantes aos descritos por Lenis et al. (1990), Loughmiller et al. (1998) e Grandhi & Nyacothi (2002), que,

em experimentos com suínos em terminação, também não constataram variação nas características de carcaça relacionada ao aumento dos níveis de metionina+cistina da ração.

Avaliando diferentes relações metionina+cistina total com a lisina total (50,0; 55,0; 60,0; 65,0; 70,0%) em rações com 0,55 ou 0,65% de lisina para suínos machos em terminação, Knowles et al. (1998) não verificaram efeito dos níveis desses aminoácidos nas rações sobre as características de carcaça, independentemente do nível de lisina utilizado, o que confirma a hipótese de que para machos a relação metionina+cistina:lisina para melhores características de carcaça não difere entre as fases de terminação e terminação tardia (95 a 125 kg).

Knowles et al. (1998), no entanto, em pesquisa com fêmeas suínas em terminação (74 a 110 kg), verificaram aumento linear na porcentagem de carne livre de gordura na carcaça relacionado ao aumento gradual de 35 para 65% na relação metionina+cistina:lisina da ração.

Entre os fatores que podem ter contribuído para a diferença de resultados entre os trabalhos, destacam-se o sexo e a genética dos animais.

De acordo com Peisker (1982), citado por Thong & Liebert (2004), quando a variação de peso entre sexos é a mesma, fêmeas apresentam deposição protéica aproximadamente 13,5% maior que a dos machos. Segundo Thong et al. (2004), a diferença genética dos animais quanto à capacidade de ganho de peso e ao potencial de deposição de carne na carcaça é o fator que mais influencia a exigência de aminoácidos dos suínos, uma vez que animais melhorados geneticamente são mais eficientes na deposição de proteína, pois, ao depositarem 1 g de proteína, agregam 3,1 a 4 g de água na carcaça (Krick et al., 1992).

## CONCLUSÕES

O nível de 0,427% de metionina+cistina digestíveis, correspondente a uma relação de 57% com a lisina digestível e a um consumo de metionina+cistina digestíveis de 14,20 g/dia, proporciona os melhores resultados de desempenho e características de carcaça em suínos machos castrados de alto potencial genético na fase dos 95 aos 125 kg.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAKER, D.H. Partitioning of nutrients for growth and other metabolic functions. **Poultry Science**, v.70, p.1797-1805, 1991.
- 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.
- FULLER, M. Macronutrient requirements of growing swine. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1, 1996, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, p. 205-221, 1996.
- 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.
- IRGANG, R.; PROTAS, J.F.S. Peso ótimo de abate de suínos. II. Resultados de carcaça. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.21, p.1337-1345, 1986.
- 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.
- LOUGHMILLER, J.A.; GOODBAND, R.D.; TOKACH, M.D. et al. Evaluation of the sulfur amino acid requirement of finishing pigs. **Swine Day**, p.130-132. 1996.



- LOUGHMILLER, J.A.; NELSEN, J.L.; GOODBAND, R.D. et al. 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.
- 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, p.19-26.1994.
- ROSSONI, M.C. **Exigência de treonina digestível para suínos machos castrados, de alto potencial genético, na fase de terminação.** Viçosa, MG: DZO/UFV, 2004, 21 f. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- 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, 141p.2000.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. ; DONZELE, J.L.,et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais.** 2ª ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 186 p.2005.
- SANTOS, F.A.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Exigência de metionina + cistina digestíveis em suínos machos castrados de alto potencial genético na fase dos 60 aos 95 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.2047-2053, 2007.
- THONG, H.T., LIEBERT, F. Potencial for protein and threonine requirement of modern genotype barrows fed graded levels of protein with threonine as the limiting amino acid. **Journal Animal Physiologic Nutrition**, v.88 p.196-203, 2004.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **Manual de utilização do programa (Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas) SAEG.** Viçosa, MG: UFV, 150 p.2000.(versão 8.0).

## CONCLUSÕES GERAIS

Foram realizados três experimentos com o objetivo de avaliar os níveis de lisina, treonina e metionina+cistina digestíveis para suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne na carcaça, na fase dos 95 aos 125 kg. Concluiu-se que:

- o nível de lisina digestível de 0,803%, correspondente a um consumo de lisina digestível de 24,60 g/dia, proporciona os melhores resultados de ganho de peso e deposição de carne diária; o nível de 0,817%, correspondente a um consumo de lisina digestível de 25,03 g/dia, proporciona o melhor resultado de conversão alimentar; e o nível de 0,948%, correspondente a um consumo de lisina digestível de 29,09 g/dia, proporciona os melhores resultados de quantidade de carne e espessura de toucinho no ponto P<sub>2</sub>.

- o nível de treonina digestível de 0,526%, correspondente a uma relação de 65% com a lisina digestível e a um consumo de treonina digestível de 18,49 g/dia, proporciona o melhor resultado de conversão alimentar.

- o nível de metionina+cistina digestíveis de 0,427%, correspondente a uma relação de 57% com a lisina digestível e a um consumo de metionina+cistina digestíveis de 14,20 g/dia, proporciona os melhores resultados de desempenho e características de carcaça.

## **Apêndice**

## APÊNDICE 1

Quadro 1 - Análise de variância e coeficientes de variação referentes ao consumo diário de ração (CDR), ao ganho de peso diário (GPD), à conversão alimentar (CA) e ao consumo diário de lisina digestível (CDL) de suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne, dos 95 aos 125 kg, de acordo com os níveis lisina digestível nas rações

Fator variação	Quadrados Médios				
	GL	CDR	GPD	CA	CDL
Trat	4	78611,39	32561,42	0,215764	197,9420
Linear	1	5152,39	60777,75	0,406513	779,5538*
Quadrático	1	71506,20	66970,41**	0,274348**	2,312133
Bloco	7	94441,92	14520,62	0,042160	5,389077
Resíduo	26	44234,00	8747,67	0,032979	2,508817
CV(%)		6,88	8,97	6,16	6,98

\* 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 (QC), ao peso da carcaça (PC) e à deposição diária de carne (DDC) de suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne, dos 95 aos 125 kg, de acordo com os níveis de lisina digestível nas rações

Fator variação	Quadrados Médios				
	GL	ETP <sub>2</sub>	QC	PC	DDC
Trat	4	12,42854	7,016728	2,180383	32816,68
Linear	1	31,35650*	27,49735*	0,023625	114586,50**
Quadrático	1	0,365182	0,036337	2,368478	16054,16
Bloco	15	6,56721	9,649732	8,377549	14606,77
Resíduo	50	5,82299	6,326180	9,293962	7984,844
CV(%)		15,94	4,97	3,42	17,53

\*Significativo (P<0,01).

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

## APÊNDICE 2

Quadro 1 - Análise de variância e coeficientes de variação referentes ao consumo diário de ração (CDR), ao ganho de peso diário (GPD), à conversão alimentar (CA) e consumo diário de treonina digestível (CDT) de suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne, dos 95 aos 125 kg, de acordo com os níveis treonina digestível nas rações

Fator variação	Quadrados Médios				
	GL	CDR	GPD	CA	CDT
Trat	4	19847,3	9594,671	0,0721765	20,29177
Linear	1	7712,447	101,3488	0,0019686	79,13882*
Quadrático	1	3231,791	35769,89	0,1847355**	0,058911
Bloco	6	127138,3	22587,78	0,0467184	3,551238
Resíduo	20	109762,2	13081,10	0,4657493	2,865965
CV(%)		9,42	9,97	7,02	9,10

\* Significativo (P<0,01).

\*\*Significativo (P<0,06).

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 (QC), ao peso da carcaça (PC) e à deposição diária de carne (DDC) de suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne, dos 95 aos 125 kg, de acordo com os níveis de treonina digestível nas rações

Fator variação	Quadrados Médios				
	GL	ETP <sub>2</sub>	QC	PC	DDC
Trat	4	1,836216	1,635243	5,889554	5742,119
Linear	1	3,546182	0,2715033	7,247648	1737,665
Quadrático	1	1,217806	4,927279	8,818505	3666,688
Bloco	12	5,233338	5,605307	9,274056	8878,438
Resíduo	45	4,902559	4,474689	10,04226	7363,559
CV(%)		15,07	4,24	3,64	16,76

### APÊNDICE 3

Quadro 1 - Análise de variância e coeficientes de variação referentes ao consumo diário de ração (CDR), ao ganho de peso diário (GPD), à conversão alimentar (CA) e ao consumo diário de metionina+cistina digestíveis (CDMC) de suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne, dos 95 aos 125 kg, de acordo com os níveis de metionina+cistina digestíveis nas rações

Fator variação	Quadrados Médios				
	GL	CDR	GPD	CA	CDMC
Trat	3	0,0214316	0,0036680	0,0022716	10,13298
Linear	1	0,2758821	0,0205920	0,0078223	29,8336*
Quadrático	1	0,0034739	0,0001504	0,0059725	0,0398545
Bloco	5	0,1066667	0,0094581	0,0127280	2,20920
Resíduo	12	0,0703566	0,0075986	0,0385966	1,460669
CV(%)		8,16	7,87	6,67	7,65

\*Significativo (P<0,01).

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 (QCM), ao peso da carcaça (PC) e à deposição diária de carne (DDC) de suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne, dos 95 aos 125 kg, de acordo com os níveis de metionina+cistina digestíveis nas rações

Fator variação	Quadrados Médios				
	GL	ETP <sub>2</sub>	QC	PC	DDC
Trat	3	18,90866	0,8952778	8,950880	7956,062
Linear	1	1,706777	7,0027180	14,30028	1717,342
Quadrático	1	41,63213	0,8422040	2,754920	10690,40
Bloco	7	14,82127	5,6373810	16,12389	5771,263
Resíduo	19	8,770431	10,70715	15,98324	5427,647
CV(%)		18,17	6,54	4,52	14,76