

ROBERTA GOMES MARÇAL VIEIRA VAZ

EXIGÊNCIA DE AMINOÁCIDOS SULFURADOS PARA SUÍNOS MACHOS
CASTRADOS MANTIDOS EM DIFERENTES AMBIENTES TÉRMICOS
DOS 15 AOS 30 kg

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2003

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

T

V393e
2003

Vaz, Roberta Gomes Marçal Vieira, 1976-
Exigências de aminoácidos sulfurados para suínos
machos castrados mantidos em diferentes ambientes térmi-
cos dos 15 aos 30kg / Roberta Gomes Marçal Vieira Vaz.
– Viçosa : UFV, 2003
39p. : il.

Orientador: Rita Flávia Miranda de Oliveira
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de
Viçosa

1. Suíno - Nutrição - Exigências. 2. Aminoácidos sul-
furados na nutrição de suínos. 3. Suíno - Nutrição - Efeito
da temperatura ambiente. 4. Bioclimatologia - Efeito na
criação de suínos. I. Universidade Federal de Viçosa. II.
Título.

CDD 19.ed. 636.40852

CDD 20.ed. 636.40852

ROBERTA GOMES MARÇAL VIEIRA VAZ

EXIGÊNCIA DE AMINOÁCIDOS SULFURADOS PARA SUÍNOS MACHOS
CASTRADOS MANTIDOS EM DIFERENTES AMBIENTES TÉRMICOS DOS 15
AOS 30 kg

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

APROVADA: 18 de fevereiro de 2003.

Dr. Francisco Carlos de O. Silva

Prof. Paulo César Brustolini

Prof. Juarez Lopes Donzele
(Conselheiro)

Prof. Aloízio Soares Ferreira
(Conselheiro)

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

A Deus.

Aos meus pais Eci Vieira Vaz e Isma Gomes Marçal Vaz.

Aos meus irmãos Luís André, Amanda e Marcelo.

Aos meus avós maternos Deocleciano (*in memoriam*) e Raime.

Ao meu amor Emerson Alexandrino.

À professora e amiga Rita Flávia Miranda de Oliveira.

Às minhas “meninas”, em especial à Ulli.

AGRADECIMENTO

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

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

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

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

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

Ao professor Juarez Lopes Donzele, pelas sugestões, pelo apoio e pela amizade.

Ao professor José Francisco da Silva, “Juquinha”, pela amizade e força em todos os momentos.

Ao professor Darci Clementino Lopes, pelo apoio e pela amizade.

Ao professor Aloízio Soares Ferreira, pelo apoio e pelas sugestões.

Aos membros da Banca Examinadora, Francisco Carlos de Oliveira Silva e Paulo César Brustolini, pelas sugestões.

Aos funcionários do Setor de Suinocultura, Zé Alberto (Dedeco), Chico, Sebastião, “Marreco”, Zé Bié, Victor, Roberto e Raimundo.

A todos os funcionários do Setor de Avicultura, em especial ao Adriano, Zé Lino e Elísio.

Aos funcionários do Abatedouro, Graça, Vicente, Sérvulo, D. Eva e os demais.

Ao Mauro, responsável pela Fábrica de Rações da UFV, pela colaboração.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal, Valdir, Vera, Fernando e Monteiro, pelo auxílio.

Ao Valdir (Laboratório de Nutrição Animal), pelo apoio total nas análises.

Aos meus tios Ilmar, Ilma, Ismael e Selma, Déo, aos meus primos Nélia Carla, Carlos, Luciene (*in memoriam*), Mária Paula, Bruno e Danilo.

Ao meu amigo Uislei, pela força e valiosa amizade em todos os momentos.

Ao amigo Márvio, pelas valiosas sugestões.

Aos meus amigos Elenice e Lincoln, Acyr e Fernanda, Charles e Michele, Michela e Marconi, Gisele Andrade de Oliveira, Lourdes e Edilson, pela solidariedade.

Ao amigo José Alberto (Dedeco), pela amizade e pelo apoio em todos os momentos.

À família nota mil: Uislei Antonio Dias Orlando, Edilson Paes Saraiva, Christiane Vilela, Márvio Lobão, Alexandre (Tabaco) e Ana Paula, pelo agradável convívio.

Aos excelentes bolsistas e amigos de todos os momentos, Wilkson Oliveira Rezende e Rafaela Antônio Generoso.

À grande turma, “ZOO 96”, principalmente aos amigos Eduardo, Maíra, Ana, Mardelaine, Leandro e Fernando (Rufião), pela união.

Ao meu “irmãozinho” querido Pedro Veiga Rodrigues Paulino e ao amigo Daniel de Paula Sousa.

Ao grande amigo e “paizão” Aloízio (Lolói).

Aos meus pais, pelo alicerce bem feito, pelo apoio incondicional, pelo carinho, amor e pela dedicação.

Aos meus avós, Deocleciano (*in memoriam*) e Raime e Cândido e Eunice (*in memoriam*).

Aos meus irmãos, pela força, pelo carinho e pela enorme amizade.

Ao meu amor, Emerson, por tudo.

As minhas “meninas”, Ulli, Chica e Bella, em especial à Ulli, pelo seu imensurável companheirismo, amor e pela lealdade em todos os momentos.

BIOGRAFIA

ROBERTA GOMES MARÇAL VIEIRA VAZ, filha de Eci Vieira Vaz e Isma Gomes Marçal Vaz, nasceu em Goiânia, GO, em 22 de março de 1976.

Em fevereiro de 1996, iniciou, na Universidade Federal de Viçosa, o Curso de Graduação em Zootecnia, concluindo-o em março de 2001.

Em março de 2001, ingressou no Curso de Mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa (UFV), submetendo-se à defesa de tese no dia 18 de fevereiro de 2003, em Viçosa, MG.

ÍNDICE

RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	4
3. EXIGÊNCIA DE AMINOÁCIDOS SULFURADOS PARA SUÍNOS MACHOS CASTRADOS, MANTIDOS EM AMBIENTE TERMONEUTRO, DOS 15 AOS 30 kg.....	5
Resumo	5
Abstract	6
Introdução	7
Material e métodos	8
Resultados e discussão	12
Conclusão	19
Referências bibliográficas	20
4. EXIGÊNCIA DE AMINOÁCIDOS SULFURADOS PARA SUÍNOS MACHOS CASTRADOS, MANTIDOS EM AMBIENTE DE ALTA TEMPERATURA, DOS 15 AOS 30 kg	22
Resumo	22
Abstract	23
Introdução	24
Material e métodos	25
Resultados e discussão	29
Conclusão	35
Referências bibliográficas	36
5. CONCLUSÕES GERAIS	38

RESUMO

VAZ, Roberta Gomes Marçal Vieira, M.S., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2003. **Exigência de aminoácidos sulfurados para suínos machos castrados mantidos em diferentes ambientes térmicos dos 15 aos 30 kg.** Orientadora: Rita Flávia Miranda de Oliveira. Conselheiros: Juarez Lopes Donzele e Aloízio Soares Ferreira.

Cento e trinta leitões machos castrados, na fase inicial de crescimento e mantidos em diferentes ambientes térmicos, dos 15 aos 30 kg, foram utilizados em dois experimentos para determinar a exigência de aminoácidos sulfurados digestíveis. No experimento I, foram utilizados 70 leitões mantidos em ambiente de termoneutralidade, distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco tratamentos (0,465; 0,511; 0,558; 0,605 e 0,652% de metionina e cistina digestível), sete repetições e dois animais por unidade experimental. Os níveis de metionina e cistina digestível da ração influenciaram de forma quadrática o ganho de peso diário (GPD), que aumentou até o nível de 0,596%, e a conversão alimentar (CA), que reduziu até o nível de 0,627%. Não se observou efeito dos tratamentos sobre o consumo de ração diário (CRD) dos animais. O consumo de metionina e cistina digestível aumentou de forma linear com a elevação dos níveis de metionina e cistina digestível da ração. Com relação às deposições de gordura e proteína, verificou-se que os tratamentos influenciaram a deposição de proteína (DP), que variou de forma quadrática, aumentando até o nível de 0,630%, e não influenciaram a deposição de gordura (DG). No experimento II, 60 leitões foram mantidos em ambiente de alta temperatura, utilizando os tratamentos

iguais aos do experimento I. Os níveis de metionina e cistina digestível da ração influenciaram o ganho de peso diário (GPD), que aumentou, e a conversão alimentar (CA), que reduziu de forma linear, sendo que a CA permaneceu em um platô a partir de 0,558%. Não se observou efeito dos tratamentos sobre o consumo de ração diário (CRD). Os consumos de metionina e cistina digestível diários aumentaram de forma linear com a elevação dos níveis de metionina e cistina digestível na ração. Com relação às deposições de proteína (DP) e de gordura (DG) na carcaça, verificou-se efeito quadrático dos tratamentos sobre a DG, que reduziu até o nível de 0,508%, e efeito linear crescente sobre a DP. Conclui-se que a exigência de aminoácidos sulfurados digestíveis para suínos machos castrados, mantidos em ambientes de alta temperatura, dos 15 aos 30 kg, é de 0,558%, correspondente à relação metionina e cistina digestível:lisina digestível de 60% para menor conversão alimentar e quando mantidos em termoneutralidade é de 0,596 e 0,627%, correspondentes à relação metionina e cistina digestível:lisina digestível de 64 e 67% para maior ganho de peso e menor conversão alimentar, respectivamente.

ABSTRACT

VAZ, Roberta Gomes Marçal Vieira, M.S., Universidade Federal de Viçosa, February de 2003. **Sulphurous Amino Acid Requirement for Barrows Swine Maintained in Different Thermal Environment from 15 to 30 kg.** Adviser: Rita Flávia Miranda de Oliveira. Committee members: Juarez Lopes Donzele e Aloízio Soares Ferreira.

In order to evaluate the digestible sulphurous amino acids for barrows maintained in different thermal environments in the initial growing phase a total of 130 animals were used. In the experiment I 70 animals were maintained in thermoneutral environment. The experimental design used was that of randomized blocks with five treatments (0.465, 0.511, 0.558, 0.605 and 0.652% de methionine and cystine digestible) seven replicates and two animals per experimental unity. The digestible methionine+cystine levels of the diet influenced in a quadratic way the average daily gain that increased until the level of 0.596% and the feed:gain ratio that also reduced in a quadratic way until the level of 0.627%. It was not observed the effect of the treatments on feed intake of the animals. The digestible methionine and cystine intake increased in a linear way with the increasing of digestible methionine and cystine levels in the diets. In relation of fat (FD) and protein (PD) depositions was verified that the treatments influenced the PD with an increased in a quadratic way until the level of 0.630% while the FD was not influenced. In the experiment II 60 barrows swine were maintained in high environmental temperature using the same treatments of experiment

I. The levels of digestible methionine and cystine influenced the daily weight gain that increased and the feed:gain ratio that reduced in a linear way being that the feed gain ratio stayed in a plateau from 0.558%. The effect of the treatments on the daily feed intake was not observed. The digestible methionine and cystine intake increased in a linear way with the increasing of digestible methionine and cystine levels in the diets. The treatments influenced in a quadratic way the fat deposition that reduced until the level of 0.508% of digestible amino acids sulphurous and in a crescent linear way the protein deposition. It was concluded that sulphurous amino acids requirement from 15 to 30 kg maintained in a high environmental temperature from 15 to 30 kg is 0.558% of digestible methionine and cystine in the diet corresponding to a digestible methionine and cystine:digestible lysine ratio of 60% and when the animals are maintained in a thermoneutral environment is 0.596 and 0.627% corresponding to a digestible methionine and cystine:digestible lysine ratio of 64 and 67%, respectively.

1. Introdução Geral

Os suínos mantêm sua temperatura corporal mediante o balanço entre o calor ganho no metabolismo, o calor ganho do ambiente e, ou aquele perdido para ele. Esse balanço é alcançado pela combinação dos efeitos dos mecanismos termorreguladores fisiológicos, morfológicos e comportamentais (Effect..., 1981). Assim, o ambiente no qual o suíno é mantido influencia o consumo voluntário da ração como forma de modificar o calor proveniente de processos digestivos e metabólicos, afetando, conseqüentemente, o ganho de peso e a taxa de eficiência alimentar, bem como a composição de carcaça.

Altas temperaturas são relacionadas com a redução no desempenho devido à diminuição no consumo e ao custo energético associado à dissipação de calor (Fialho et al., 2001). Assim, as tabelas de exigências nutricionais, utilizadas para formulações de rações no Brasil, deveriam considerar as condições ambientais em que os animais são criados, uma vez que as diferenças nos desempenhos obtidos são devidas, muitas vezes, aos efeitos térmicos do ambiente.

A diversificação nas respostas dos suínos a diferentes regimes nutricionais, relacionadas às variações ambientais às quais os animais são submetidos, evidencia a necessidade de pesquisas que tenham como finalidade determinar padrões de alimentação economicamente viáveis.

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

Dentre os aminoácidos que compõem a proteína, a metionina e a lisina são consideradas os dois primeiros aminoácidos limitantes em dietas para suínos jovens. No entanto, em trabalhos de revisão, tem-se verificado que há uma superestimação das exigências de metionina para suínos (Leibholz, 1984). Mas esta possível superestimação da exigência de metionina pode estar ligada à disponibilidade da metionina nos diferentes alimentos utilizados.

O conhecimento da exigência de aminoácidos sulfurados, considerando-se o ambiente no qual o animal está inserido, é extremamente importante quando se formula rações práticas e experimentais com base no conceito de proteína ideal, com o objetivo de maximizar o crescimento e o desenvolvimento, principalmente de suínos jovens. A otimização das relações dos aminoácidos nas rações, resultará em uma maior utilização do nitrogênio e, possivelmente, uma menor excreção reduzindo o efeito poluente dos dejetos.

A fim de contribuir para a melhoria da produção agropecuária brasileira, por meio de estratégias que minimizem tanto os custos quanto as perdas pelos animais, o presente

trabalho teve como objetivo determinar a exigência de metionina+cistina digestível para suínos machos castrados mantidos em diferentes ambientes térmicos (termoneutro e calor) dos 15 aos 30 kg.

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

Referências Bibliográficas

EFFECT of environmental on nutrient requirements of domestic animals. Washington, DC: NRC, NAS, 1981. 52p.

FIALHO, E.T., OST, P.R., OLIVEIRA, V. 2001. Interações ambiente e nutrição- Estratégias nutricionais para ambientes quentes e seus efeitos sobre o desempenho e características de carcaça de suínos. II Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de carne suína. Via Internet. 09p.

LEIBHOLZ, J.A Note on the influence of methionine content in the diet of pigs from 21 to 49 days of age on their performance from 49 to 97 days of age. **Animal Production**, v. 39, p. 153-155, 1984.

LEWIS, A.J. Amino acids in swine nutrition In: MILLER, E.R., ULLREY, D.E., LEWIS, A.J. **Swine Nutrition**. Butterworth-Heinemann, p.147-164. 2001.

Exigência de Aminoácidos Sulfurados Digestíveis para Suínos Machos Castrados Mantidos em Ambiente Termoneutro dos 15 aos 30 kg

RESUMO – Um experimento foi conduzido para determinar a exigência de aminoácidos sulfurados de suínos machos castrados, mantidos em ambiente termoneutro, dos 15 aos 30 kg. Utilizaram-se 70 leitões mestiços (Landrace X Large White) com peso inicial médio de $15,07 \pm 0,35$ kg e idade média de $48,71 \pm 3,97$ dias, distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco tratamentos (0,465; 0,511; 0,558; 0,605 e 0,652% de metionina e cistina digestível), sete repetições e dois animais por unidade experimental. As rações experimentais e a água foram fornecidas à vontade até o final do experimento, quando os animais atingiram o peso médio de $29,95 \pm 0,43$ kg. A temperatura média no interior da sala foi mantida em $21,8 \pm 0,4^{\circ}\text{C}$ e a umidade relativa em $73,8 \pm 4,9\%$. O Índice de Temperatura de Globo e Umidade calculado no período foi de $69,5 \pm 0,5$. Os níveis de metionina e cistina digestível da ração influenciaram de forma quadrática o ganho de peso diário, que aumentou até o nível de 0,596%, e a conversão alimentar, que reduziu também de forma quadrática até o nível de 0,627%. Não se observou efeito dos tratamentos sobre o consumo de ração (CR) dos animais. O consumo de metionina e cistina digestível aumentou de forma linear com os níveis de metionina e cistina digestível na ração. Com relação às deposições de gordura (DG) e proteína (DP) na carcaça, verificou-se que os tratamentos influenciaram a DP, que aumentou de forma quadrática até o nível de 0,630%, enquanto a DG não variou. Conclui-se que a exigência de aminoácidos sulfurados digestíveis para suínos machos castrados, mantidos em ambiente termoneutro, dos 15 aos 30 kg, é de 0,596 e 0,627%, correspondentes às relações metionina e cistina digestível:lisina digestível de 64 e 67%, respectivamente, para maior ganho e menor conversão alimentar.

Palavras-chave: exigência, fase inicial de crescimento, leitões, metionina+cistina, termoneutralidade.

Digestible Sulphurous Aminoacid Requirement for Barrows Swine Maintained in Thermoneutral Environment from 15 to 30 kg

ABSTRACT: An experiment was conducted to determine the requirements of digestible sulphurous aminoacids of barrows swine maintained in a thermoneutral environment from 15 to 30 kg. Seventy crossbred barrows (Landrace X Large White) with an average initial weight of 15.07 ± 0.35 kg and an average age of 48.71 ± 3.97 days of age were allotted in a blocks randomized experimental design with five treatments (0.465; 0.511; 0.558; 0.605; 0.652% of digestible methionine+cystine) seven replicates and two animals by experimental unity. The experimental diets and the water were supplied *ad libitum* until the end of the experiment when the animals reached the average weight of 29.95 ± 0.43 kg. The average temperature inside the room was maintained in $21.8 \pm 0.4^\circ\text{C}$ and the relative humidity in $73.8 \pm 4.9\%$. The BGHI calculated in the experimental period was 69.5 ± 0.5 . The digestible methionine and cystine levels of the diet influenced in a quadratic way the average daily gain that increased until the level of 0.596% and the feed:gain ratio that also reduced in a quadratic way until the level of 0.627%. It was not observed the effect of the treatments under the feed intake (FI) of the animals. The digestible methionine and cystine intake increased in a linear way with the digestible methionine and cystine levels in the diet. In relation of fat (FD) and protein (PD) depositions it was verified that the treatments influenced the PD that increased in a quadratic way until the level of 0.630% while the FD did not vary. It was concluded that swine maintained in thermoneutral environment from 15 to 30 kg require 0.596 and 0.627% correspondent to digestible methionine and cystine:digestible lysine ratio of 64 and 67%, respectively to highest weight gain and lowest feed gain.

Key Words: barrows swine, initial growing phase, methionine and cystine, thermoneutrality, requirement.

Introdução

Os suínos mantêm sua temperatura corporal mediante o balanço entre o calor ganho no metabolismo, calor ganho do ambiente e, ou aquele perdido para ele. Esse balanço é alcançado pela combinação dos efeitos dos mecanismos termorreguladores fisiológicos, morfológicos e comportamentais (Effect..., 1981). Assim, o ambiente no qual o suíno é mantido influencia o consumo voluntário da ração como forma de modificar o calor proveniente de processos digestivos e metabólicos, afetando, conseqüentemente, o ganho de peso e a taxa de eficiência alimentar, bem como a composição de carcaça.

A diversificação nas respostas dos suínos a diferentes regimes nutricionais, relacionadas às variações ambientais às quais os animais são submetidos, evidencia a necessidade de pesquisas que tenham como finalidade determinar padrões de alimentação economicamente viáveis, de acordo com o ambiente.

As fontes protéicas utilizadas representam os componentes mais caros das rações para suínos, dessa forma, as rações devem ser formuladas para a máxima eficiência de utilização pelos animais, minimizando as perdas.

Assim, a otimização das relações dos aminoácidos nas rações resultará em uma maior utilização do nitrogênio e maior desempenho dos animais, além de resultar em redução na excreção de nitrogênio dos dejetos.

Dentre os aminoácidos, a metionina e a cistina, constituem o 2º aminoácido limitante em rações práticas à base de milho e farelo de soja para suínos, por isso a determinação de sua exigência, considerando-se o ambiente no qual o animal está inserido, é importante quando se tem como objetivo maximizar o crescimento e o desenvolvimento desses animais, principalmente de suínos jovens.

Neste contexto, este estudo foi realizado com o objetivo de determinar a exigência de aminoácidos sulfurados digestíveis de suínos machos castrados, mantidos em ambiente de termoneutralidade, dos 15 aos 30 kg.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na creche climatizada do Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa.

Foram utilizados 70 leitões machos castrados mestiços (Landrace x Large White), em fase inicial de crescimento, com idade média de $48,71 \pm 3,97$ dias e peso inicial médio de $15,07 \pm 0,35$ kg, distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco tratamentos (0,465, 0,511, 0,558, 0,605 e 0,652% de metionina e cistina digestível na ração), sete repetições e dois animais por unidade experimental, mantidos em ambiente termoneuro. Na formação dos blocos, levou-se em consideração o peso inicial e o parentesco dos animais.

Os animais foram alojados em gaiolas metálicas, suspensas, com piso ripado e laterais teladas, providas de comedouro semi-automático e bebedouro tipo chupeta, mantidas em salas climatizadas, com controle de temperatura e umidade relativa.

A temperatura interna da sala foi mantida por um conjunto de dez campânulas elétricas distribuídas em dois corredores da sala, a aproximadamente 40 cm do piso e ligadas a um termostato, e por dois aparelhos de ar-condicionado de 18.000 BTU's cada um, ligados a um termostato.

As condições ambientais no interior da sala foram monitoradas diariamente, três vezes ao dia (8:00, 12:00 e 18:00 horas), por meio de termômetro de bulbo seco e bulbo

úmido, termômetros de máxima e mínima e termômetro de globo negro, mantidos em uma gaiola vazia a uma altura correspondente a meia altura do corpo dos animais. Posteriormente, os valores registrados de temperatura de globo e umidade relativa do ar foram convertidos no índice de temperatura de globo e umidade (Índice de Temperatura de Globo e Umidade - ITGU), segundo Buffington et al. (1981), caracterizando o ambiente no qual os animais foram submetidos.

As rações experimentais, isoenergéticas e isolisínicas, formuladas à base de milho, farelo de soja e sorgo, foram suplementadas com minerais, vitaminas e aminoácidos de acordo com as recomendações contidas em Rostagno et al. (2000), com exceção da metionina e cistina. Os tratamentos que consistiram de diferentes níveis de metionina e cistina nas rações foram obtidos a partir da inclusão de DL-metionina 99%, em substituição ao ácido glutâmico. As composições centesimais e calculadas das rações experimentais são apresentadas na Tabela 1.

Os animais receberam as rações experimentais e água à vontade.

As análises bromatológicas dos ingredientes das rações foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV, conforme técnica descrita por Silva (1990).

Durante o período experimental, as sobras de ração e os animais foram pesados a cada dez dias para avaliação do ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar.

Tabela 1 - Composição centesimal e calculada das rações experimentais

Ingredientes	Níveis de Metionina e cistina digestível				
	0,465	0,511	0,558	0,605	0,652
Milho	41,727	41,727	41,727	41,727	41,727
Farelo soja	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700
Sorgo	31,000	31,000	31,000	31,000	31,000
Óleo de soja	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400

Fosfato bicálcico	1,780	1,780	1,780	1,780	1,780
Calcário)	0,853	0,853	0,853	0,853	0,853
Mistura mineral ²	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Mistura vitamínica ³	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Sal comum	0,360	0,360	0,360	0,360	0,360
BHT	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
L-Lisina HCl	0,359	0,359	0,359	0,359	0,359
DL-Metionina	0,000	0,047	0,094	0,142	0,189
L-Treonina	0,099	0,099	0,099	0,099	0,099
L-Triptofano	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012
Ácido glutâmico	0,500	0,453	0,406	0,358	0,311
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada⁴					
PB (%)	16,118	16,118	16,118	16,118	16,118
ED (kcal/kg)	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400
Lisina total (%)	1,029	1,029	1,029	1,029	1,029
Lisina digestível (%)	0,930	0,930	0,930	0,930	0,930
Met+Cis digestível (%)	0,465	0,511	0,558	0,605	0,652
Treonina digestível (%)	0,614	0,614	0,614	0,614	0,614
Triptofano digestível (%)	0,177	0,177	0,177	0,177	0,177
Cálcio (%)	0,830	0,830	0,830	0,830	0,830
Fósforo total (%)	0,635	0,635	0,635	0,635	0,635
Fósforo disponível (%)	0,430	0,430	0,430	0,430	0,430
Sódio (%)	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180
Rel. met+cis dig:Lis digestível	0,500	0,550	0,600	0,650	0,700

¹ Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do DZO/UFV.

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

³ Conteúdo/kg: vit A - 6.000.000 UI; D₃ - 1.500.000 UI; E - 15.000 UI; B₁ - 1,35; B₂ - 4 g; B₆ - 2 g; ácido pantotênico - 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; selênio - 0,3 g; excipiente q.s.p. - 1.000 g.

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

No final do período experimental, quando atingiram o peso final médio de 29,95 ± 0,43 kg, os animais foram submetidos a jejum alimentar por 24 horas, após o qual um animal de cada unidade experimental foi abatido por dessensibilização e sangramento. Após o abate, foi feita a toailete e a retirada das vísceras.

As carcaças inteiras (incluindo cabeça e pés), evisceradas e sem sangue, foram pesadas e cortadas longitudinalmente. A metade direita de cada carcaça foi triturada em “cutter” comercial de 30 HP e 1.775 revoluções por minuto. Após homogeneização,

foram retiradas amostras que foram congeladas para determinação da deposição de proteína e gordura, conforme metodologia descrita por Donzele et al. (1992).

Para determinação da composição da carcaça, um grupo adicional de cinco leitões, com peso médio de 15 kg, foi abatido no início do experimento, seguindo o mesmo procedimento de abate adotado para os animais utilizados no experimento.

No preparo das amostras, em razão do alto teor de gordura do material, procedeu-se à pré-secagem em estufa, com ventilação forçada a 60°C, por 72 horas, e ao pré-desengorduramento, a quente, em aparelho extrator do tipo “Soxhlet”, por quatro horas. As amostras pré-secas e pré-desengorduradas foram moídas e acondicionadas em vidros para posteriores análises laboratoriais. Para correção dos valores das análises subseqüentes, foram consideradas a água e a gordura retiradas no preparo das amostras.

As análises de proteína bruta e extrato etéreo das carcaças foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV, conforme técnicas descritas por Silva (1990).

Os valores da composição das carcaças dos leitões, no início e no fim do período experimental, foram utilizados para a determinação das deposições de proteína e gordura.

As análises estatísticas das variáveis de desempenho (ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar) e de deposições de proteína e gordura nas carcaças foram realizadas utilizando-se o programa computacional SAEG (Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas), desenvolvido na UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA-UFV (1997).

A estimativa da exigência de aminoácidos sulfurados digestíveis foi determinada com base nos resultados de desempenho e carcaça utilizando os modelos linear,

quadrático e, ou descontínuo “Linear Response Plateau” (LRP) descritos por Braga (1983), conforme o melhor ajuste obtido para cada variável.

Resultados e Discussão

A temperatura interna da sala manteve-se, durante o período experimental, em $21,8 \pm 0,4^{\circ}\text{C}$, a umidade relativa em $73,8 \pm 4,9$ e a temperatura de globo negro em $22,3 \pm 0,4^{\circ}\text{C}$. O Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) calculado no período foi de $69,5 \pm 0,5$. A temperatura de $21,8^{\circ}\text{C}$, verificada neste trabalho, pode ser estabelecida como temperatura de conforto por estar na faixa considerada ideal ($18-22^{\circ}\text{C}$) para esta categoria animal, segundo Curtis (1983), e o valor de ITGU, que definiu o ambiente termoneutro (69,5), foi similar àquele que caracterizou o ambiente de conforto no estudo conduzido por Ferreira (2001) com suínos de 15 a 30 kg.

Os resultados de desempenho, consumo de metionina e cistina digestível, porcentagem de energia digestível retida como proteína na carcaça por dia (EDPtn) e de deposições de proteína e de gordura na carcaça dos suínos encontram-se na Tabela 2.

Os níveis de metionina e cistina digestível da ração influenciaram ($P < 0,04$) o ganho de peso diário (GPD), que variou de forma quadrática até o nível de 0,596% (Figura 1). Esses resultados estão de acordo com os de Chung e Baker (1992) que verificaram efeito quadrático dos níveis de metionina e cistina digestível da ração sobre o ganho de peso diário de suínos de 5 a 20 kg.

Tabela 2 – Resultados de desempenho, consumo de metionina e cistina digestível, porcentagem de energia digestível retida como proteína na carcaça por dia

(EDPtn)^a e de deposições de proteína e de gordura de suínos machos castrados, mantidos em ambiente de termoneutralidade, dos 15 aos 30 kg

Variáveis	Níveis de metionina e cistina digestível (%)					CV%
	0,465	0,511	0,558	0,605	0,652	
Ganho de peso (g/dia) ¹	583	640	670	672	661	7,32
Consumo de ração (g/dia)	1115	1144	1196	1142	1149	7,72
Consumo de met+cis dig (g/dia) ²	5,18	5,85	6,68	6,91	7,49	7,55
Conversão alimentar (g/g) ³	1,92	1,79	1,79	1,70	1,72	4,17
EDPtn (g/dia) ^{4,a}	24,77	28,01	29,21	30,03	29,63	7,61
Deposição na Carcaça						
Proteína (g/dia) ⁴	59	70	77	77	80	11,97
Gordura (g/dia)	108	108	113	108	115	10,39

^{1,3 e4} Efeito quadrático (P<0,04), (P<0,08) e (P<0,01), respectivamente.

² Efeito linear (P<0,01)

^a % de energia digestível retida na carcaça por dia; calculada como a razão entre a energia retida como proteína (5,69 Kcal/g N x 6,25) e a energia digestível total retida na carcaça. A energia total retida na carcaça foi calculada, utilizando-se os fatores de conversão de acordo com Quiniou et al. (1996); sendo igual ao somatório da energia retida como gordura (9,49 Kcal/g) e da energia retida como proteína (5,69 Kcal/g N x 6,25).

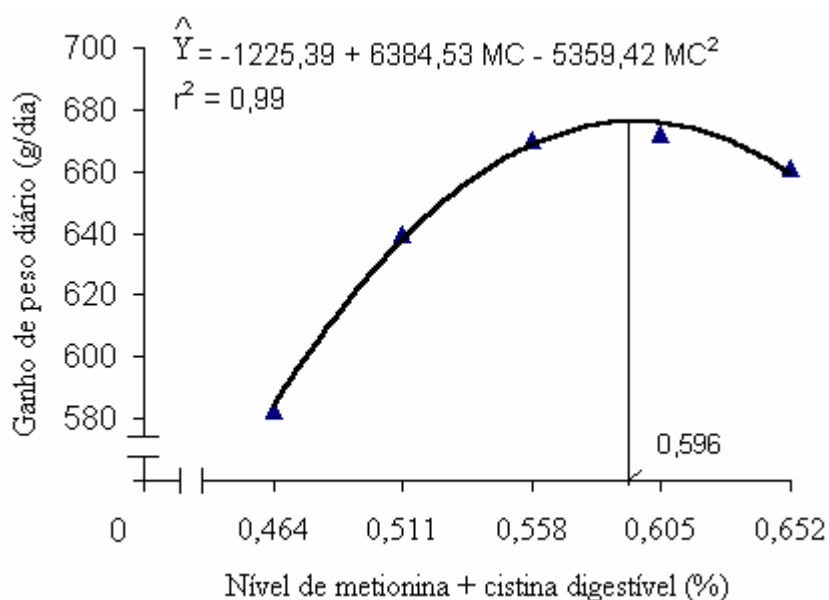


Figura 1 – Representação gráfica do ganho de peso diário em função dos níveis de metionina e cistina digestível das dietas de leitões machos castrados, mantidos em ambiente de termoneutralidade, dos 15 aos 30 kg.

Aumento no GPD de suínos na fase inicial de crescimento, em razão da suplementação de metionina e cistina digestível na ração, também foi observado por Leibholz (1984 e 1985).

Por outro lado, os resultados obtidos diferem daqueles de Friesen et al. (1994) que, trabalhando com animais em crescimento, não observaram efeito significativo dos níveis de metionina sobre o GPD dos animais.

A diferença dos resultados obtidos neste trabalho com os obtidos por Friesen et al. (1994) pode estar relacionada, entre outros fatores, ao nível de aminoácidos sulfurados digestíveis totais utilizado na ração basal. Esses mesmos autores relataram que o excesso de cistina utilizado pode ter influenciado a resposta de ganho de peso dos animais com relação ao nível de metionina.

O aumento no ganho de peso ocorrido entre os níveis 0,464 a 0,596% de aminoácidos sulfurados digestíveis estaria indicando que houve uma melhora gradativa no balanço aminoacídico da ração, resultando em uma relação aminoácido sulfurado digestível:lisina digestível de 64% no nível de melhor resposta.

Apesar de ter ficado evidenciado, pelos resultados de GPD, que provavelmente tenha ocorrido desbalanço de aminoácidos nas rações em alguns dos níveis de metionina e cistina digestível avaliados, este não foi suficiente para influenciar ($P > 0,10$) o CRD dos animais entre os diferentes tratamentos.

De acordo com Henry e Séve (1993), rações com limitação de metionina podem influenciar negativamente o consumo voluntário dos animais.

Os resultados de consumo obtidos foram semelhantes aos observados por Moita (1994) em trabalho em que se avaliou níveis de aminoácidos sulfurados para leitões recém-desmamados.

Por não ter ocorrido variação no CRD dos animais entre os tratamentos, foi constatado aumento linear ($P < 0,01$) no consumo de metionina e cistina digestível em razão de seus níveis na ração, conforme a equação: $\hat{Y} = - 0,359853 + 12,1356X$.

Foi observado efeito ($P < 0,08$) dos tratamentos sobre a CA dos animais, que melhorou de forma quadrática até o nível estimado de 0,627% (Figura 2), correspondendo a uma relação aminoácidos sulfurados digestível:lisina digestível de 67%. Corroborando com os resultados obtidos neste trabalho, Chung e Baker (1992) e Moita (1994) também observaram efeito positivo da suplementação de metionina sobre a CA dos leitões na fase inicial de crescimento, muito embora ocorressem discrepâncias entre os níveis de metionina, nos quais foram obtidos os melhores resultados.

Variações observadas entre os resultados obtidos em diferentes trabalhos podem estar associadas a fatores como a genética e sexo dos animais, composição das rações experimentais, dentre outros. Com relação à composição da ração, Kroening et al. (1965) constataram que a exigência de aminoácidos sulfurados alterou de 0,50 para 0,70% quando o nível de proteína da ração aumentou de 12 para 25%.

Neste trabalho ficou caracterizado que a relação ideal entre aminoácidos sulfurados digestíveis:lisina digestível, para melhor resposta de eficiência de utilização dos alimentos pelos animais, é superior àquela para maior resposta de crescimento. Este relato está consistente com os resultados obtidos por Loughmiller et al. (1996) que, avaliando a exigência de metionina para suínos em terminação, constataram que somente a CA foi influenciada pelo nível deste aminoácido na ração.

As relações de metionina e cistina digestível:lisina digestível que promoveram os melhores resultados de ganho de peso (64%) e conversão alimentar (67%), verificadas no presente trabalho, estão acima daquela de 60% proposta por Chung e Baker (1992) e por Rostagno (2000).

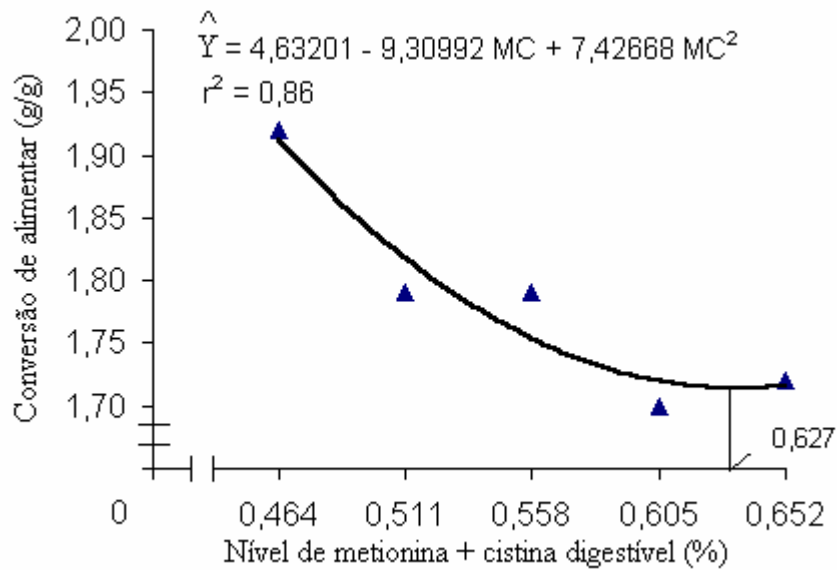


Figura 2 – Representação gráfica da conversão alimentar em função dos níveis de metionina e cistina digestível das dietas de leitões machos castrados, mantidos em ambiente de termoneutralidade, dos 15 aos 30 kg.

A porcentagem de energia digestível retida como proteína na carcaça (EDPtn) variou de forma quadrática ($P < 0,01$), aumentando até o nível de 0,608% na ração (Figura 3), correspondente a uma relação de metionina e cistina digestível:lisina digestível de 65%.

A elevação na proporção de proteína no ganho de peso dos animais ficou também comprovada pelo aumento ($P < 0,01$) na deposição de proteína (DP) na carcaça, que atingiu o ponto máximo no nível estimado de 0,630% (Figura 4) e correspondeu a uma relação metionina e cistina digestível:lisina digestível de 68%. Efeito positivo do nível de aminoácidos sulfurados da ração sobre a DP na carcaça de suínos também foi observado por Grandhi e Nyachoti (2002).

Tomando como base o fato de que a DP no corpo animal, por agregar maior quantidade de água, é mais eficiente que a de gordura (Kyriazakis et al.,

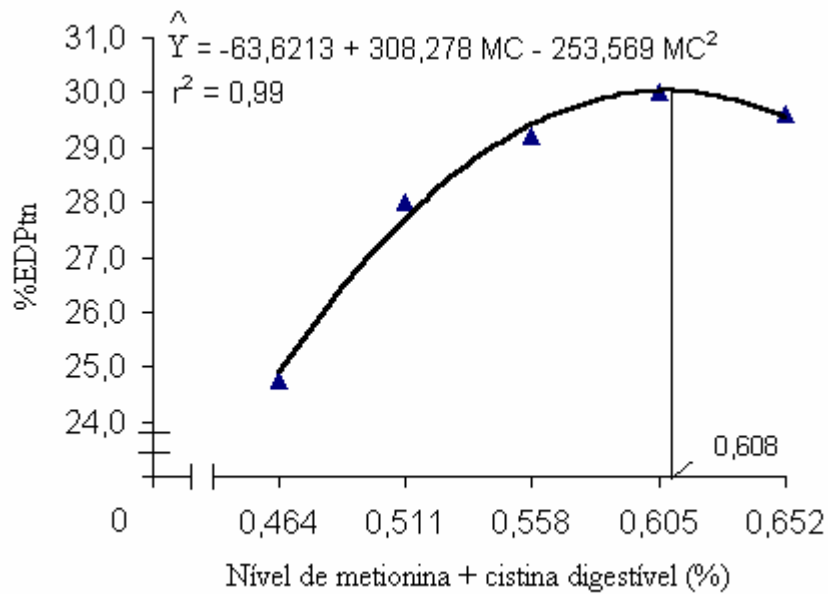


Figura 3 – Representação gráfica da porcentagem de energia digestível retida como proteína na carcaça (EDPtn) em função dos níveis de metionina e cistina digestível das dietas de leitões machos castrados, mantidos em ambiente de termoneutralidade, dos 15 aos 30 kg.

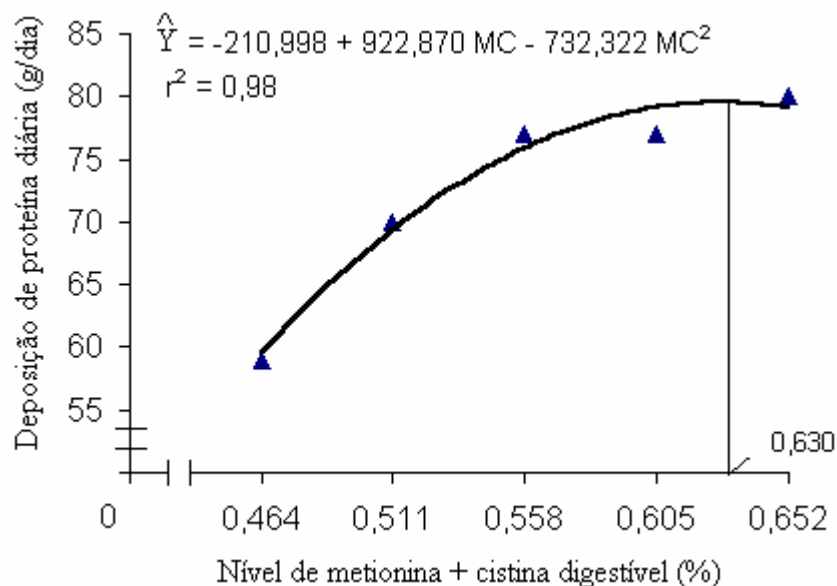


Figura 4 – Representação gráfica da deposição de proteína na carcaça em função dos níveis de metionina e cistina digestível das dietas de leitões machos castrados, mantidos em ambiente de termoneutralidade, dos 15 aos 30 kg.

1994), o aumento na DP na carcaça justifica a melhora observada na conversão alimentar.

Pelos resultados obtidos, ficou evidenciado que o fornecimento de ração com proteína bem balanceada é essencial para se otimizar a deposição de proteína na carcaça dos animais e que os leitões nesta fase de crescimento exigem um nível de aminoácidos sulfurados maior que aquele exigido para melhor ganho de peso, para maximizar a deposição de proteína.

Não se observou efeito ($P>0,10$) dos tratamentos sobre a deposição de gordura na carcaça, confirmando os resultados obtidos por Moita (1994), Friesen et al. (1994) e Grandhi e Nyachoti (2002).

Embora, neste trabalho, o nível de metionina e cistina digestível que proporcionou os melhores resultados de desempenho e de características de carcaça tenha variado de 0,596%, para ganho de peso, até 0,630%, para deposição de proteína diária na carcaça, constatou-se que os melhores resultados, em valores absolutos, de todos os parâmetros avaliados ocorreram no nível de 0,605% de metionina e cistina digestível na ração, correspondendo a uma relação de metionina e cistina digestível:lisina digestível de 65% e indicando ser este o nível de exigência dos animais.

O nível de 0,605% definido neste estudo como aquele que promoveu os melhores resultados de desempenho e carcaça está de acordo com Lima (1996) que, em trabalho de revisão, verificou que este valor deveria estar entre 0,45 e 0,76% das rações.

Conclusão

A exigência de aminoácidos sulfurados digestíveis para suínos machos castrados, mantidos em ambiente termoneutro, dos 15 aos 30 kg, para maior ganho de peso, é de 0,596% e para menor conversão alimentar é de 0,627% de metionina e cistina digestível na ração, o que corresponde, respectivamente, a uma relação de 64 e 67% de metionina e cistina digestível:lisina digestível.

Referências Bibliográficas

- BRAGA, J.M. Avaliação da fertilidade do solo; ensaios de campo. Viçosa-MG, p. 101, 1983.
- BUFFINGTON, D.E., COLAZZO-AROCHO, A., CANTON, G.H., PITT, D. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transaction of the ASAE**, v. 24, p. 711-714, 1981.
- 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.
- CURTIS, S.E., **Environmental management in animal agriculture**. The Iowa State University Press. 409p. 1983.
- DONZELE, J.L., COSTA, P.M.A., ROSTAGNO, H.S., SOARES, J.M. Efeitos de níveis de energia digestíveis na composição da carcaça de suínos de cinco a quinze quilos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 21, p.1100-1106, 1992.
- FERREIRA, F.A. Avaliação da redução da proteína bruta com suplementação de aminoácidos para suínos de 15 a 60 kg mantidos em diferentes ambientes térmicos. Viçosa, MG: 2001. 67p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- FRIESEN, K.G., NELSSSEN, J.L., GOODBAND, R.D., TOKACH, M.D., UNRUH, J.A, OWEN, K.Q. Influence of dietary methionine on body weight gain and composition in high-lean growth gilts fed from 100 to 240 Lb. **Swine Day**, p. 152-155, 1994.
- GRANDHI, R.R., NYACHOTI, C.M. Effect of true ileal digestible dietary methionine to lysine ratios on growth performance and carcass merit of boars, gilts and barrows selected for low backfat. Internet: www.google.com.br, 2002.
- HENRY, Y., SÈVE, B. Feed intake and dietary aminoacid balance in growing pigs with special reference to lysine, tryptophan and threonine. **Pig News and Information**, v. 14 n. 1, 1993.
- KROENING, G.H., POND, W.G., LOOSLI, J.K. Dietary methionine-cystine requirement of baby pig as affected by threonine and protein levels. **Journal of Animal Science**, v. 24. p. 519, 1965.
- KYRIAZAKIS, I., DOTAS, D., EMMANS, G.C. The effects of breed on the relationship between feed composition and the efficiency of protein utilization in pigs. **British Journal of Nutrition**, v. 71, p. 849-859, 1994.
- LEIBHOLZ, J. A note on the influence of methionine content in the diet of pigs from 21 to 49 days of age on their performance from 49 to 97 days of age. **Animal Production**, v. 39, p. 153, 1984.

- LEIBHOLZ, J. The digestion of protein in young pigs and the utilization of dietary methionine. **British Journal Nutrition**, v. 53, p. 391-397, 1985.
- LOUGHMILLER, J.A., TOKACH, M.D., GOODBAND, R.D., NELSEN, J.L., TITGEMEYER, E.C., KIM, I.H., BERGSTROM, J.R., SMITH II, J.W. Dietary total sulfur aminoacid requirement for optimal growth performance and carcass characteristics in finishing gilts. **Swine Day**, p. 133-135, 1996.
- MOITA, A. M.S. Exigência de proteína, lisina, metionina e cistina e níveis de energia digestível para leitões de 12 a 28 dias de idade. Viçosa, MG: UFV, 1994. 100p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1994.
- ORLANDO, U.A.D. Nível de proteína bruta da ração e efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e parâmetros fisiológicos de leitões em crescimento. Viçosa, MG: UFV, 2001. 77p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- QUINIOU, N., DOURMAD, J.Y., NOBLET, J. Effect of energy intake on the performance of different types of pig from 45 to 100 kg body weight. 1. Protein and lipid deposition. **Journal of Animal Science**, v. 63, p. 227-288, 1996.
- ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T., DONZELE, J.L., GOMES, P.C., FERREIRA, A.S., OLIVEIRA, R.F.M., LOPES, D.C. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos: Tabelas Brasileiras**. Viçosa, MG:UFV, 2000, 141p.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa, MG: UFV, 1990. 166p.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. Manual de utilização do programa SAEG (Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas). Viçosa, MG, 1997. 150p.
- VERSTEGEN, M.W.A., CLOSE, W.H. The environment and the growing pig. In: COLE, D.J.A., WISEMAN, J., VARLEY, M.A. **Principles of pig science**. Longborough: Nothingan University Press, 472p. 1994.

Exigência de Aminoácidos Sulfurados Digestíveis para Suínos Machos Castrados Mantidos em Ambiente de Alta Temperatura dos 15 aos 30 kg

RESUMO: Para determinar a exigência de aminoácidos sulfurados de suínos machos castrados, mantidos em ambiente de alta temperatura, dos 15 aos 30 kg, foram utilizados sessenta leitões mestiços (Landrace X Large White) com peso inicial médio de $14,97 \pm 0,33$ kg e idade média de $50,36 \pm 3,29$ dias. Os animais foram distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco tratamentos (0,465; 0,511; 0,558; 0,605 e 0,652% de metionina e cistina digestível), seis repetições e dois animais por unidade experimental. As rações experimentais e a água foram fornecidas à vontade até o final do experimento, quando os animais atingiram o peso médio de $29,87 \pm 0,52$ kg. A temperatura média no interior da sala foi mantida em $30,9 \pm 0,7^{\circ}\text{C}$ e a umidade relativa em $67,5 \pm 7,2\%$. O Índice de Temperatura de Globo e Umidade calculado no período foi de $81,2 \pm 1,2$. Os níveis de metionina e cistina digestível da ração influenciaram o ganho de peso diário, que aumentou, e a conversão alimentar, que reduziu de forma linear. Não se observou efeito dos tratamentos sobre o consumo de ração diário. Com relação às deposições de proteína (DP) e de gordura (DG) na carcaça, verificou-se efeito quadrático dos tratamentos sobre a DG que reduziu até o nível de 0,508%, e efeito linear crescente sobre a DP. Conclui-se que a exigência de aminoácidos sulfurados digestíveis para suínos machos castrados, mantidos em ambiente de alta temperatura, dos 15 aos 30 kg, é de 0,558% de metionina e cistina digestível na ração, que corresponde à relação metionina e cistina digestível:lisina digestível de 60%.

Palavras – chave: estresse por calor, exigência, leitões, metionina + cistina.

Sulphurous Amino Acid Requirement for Barrows Swine Maintained in High Environmental Temperature from 15 to 30 kg

ABSTRACT – Sixty swine (Landrace X Large White) were used in an experiment to determine the requirement of sulphurous amino acids of barrows swine maintained in a high environmental temperature from 15 to 30 kg. The animals with an average initial weight of 14.97 ± 0.33 kg and average age of 50.36 ± 3.29 days of age were allotted in a blocks randomized experimental design with five treatments (0.465; 0.511; 0.558; 0.605 and 0.652% of digestible methionine and cystine) six replicates and two animals by experimental unity. The experimental diets and the water were supplied *ad libitum* until the end of the experimental period when the animals reached the average weight of 29.87 ± 0.52 kg. The average temperature inside the room was maintained in $30.9 \pm 0.7^{\circ}\text{C}$ and the relative humidity in 67.5 ± 7.2 %. The Black Globe Humidity Index calculated in the period was 81.2 ± 1.2 . The levels of digestible methionine+cystine influenced the daily weight gain that increased and the feed:gain ratio that reduced in a linear way. Was not observed effect of the treatments on daily feed intake. In relation of fat (FD) and protein (PD) depositions in the carcass it was verified a quadratic effect by the treatments under the FD that reduced until the level of 0,508% and an increasing linear effect under the PD. It was concluded that the requirement of digestible sulphurous amino acids for barrows swine maintained in a high environmental temperature from 15 to 30 kg is 0.558% of digestible methionine and cystine in the diet that correspond to digestible methionine and cystine:digestible lysine ratio of 60%.

Key Words : heat stress, methionine and cystine , requirement, swine.

Introdução

O ambiente ao redor do suíno inclui todas as condições e influências externas que interferem no desenvolvimento e no crescimento animal. Os componentes ambientais podem ser físicos, sociais e climáticos, tais como a temperatura, a umidade relativa, a ventilação e a radiação (Baêta e Souza, 1997).

A temperatura ambiente é o componente climático de maior influência na produção de calor animal e está ligada ao peso do suíno e ao nível nutricional da ração (Verstegen e Close, 1994). Desta forma, a temperatura ambiente pode ocasionar alterações no comportamento alimentar de suínos modificando suas exigências nutricionais em porcentagem nas rações, uma vez que a temperatura modifica o consumo de ração (Verhagen et al., 1987), e em gramas por dia, por alterar toda a resposta fisiológica dos animais.

Altas temperaturas são relacionadas com a redução no desempenho devido à diminuição no consumo de ração e ao custo energético associado à dissipação de calor (Fialho et al., 2001). Assim, as tabelas de exigências nutricionais utilizadas para formulações de rações no Brasil deveriam considerar as condições ambientais nas quais os animais são criados, uma vez que as diferenças nos desempenhos obtidos são devidas, muitas vezes, aos efeitos térmicos do ambiente.

As rações práticas utilizadas pelos criadores de suínos no Brasil, à base de milho e farelo de soja, formuladas para atender a exigência dos animais em lisina, contêm quantidades excessivas de outros aminoácidos, resultando em rações com nível protéico acima de sua necessidade. Esse excesso é catabolizado, acarretando sobrecarga, principalmente, ao fígado e aos rins no processo de eliminação de nitrogênio. Como consequência tem-se o aumento na produção de calor metabólico que faz com que o

animal reduza a quantidade ingerida de alimento e de outros nutrientes indispensáveis para a produção.

Dentre os aminoácidos que compõem a proteína, a metionina destaca-se por ser o primeiro limitante para aves e o segundo para suínos. Logo, a metionina se constitui em um dos principais nutrientes a serem considerados na formulação de rações para suínos, exercendo importante papel em diversas funções metabólicas, principalmente por ser o “primer” na síntese protéica. Como observado por Solberg et al. (1971), rações deficientes em metionina aumentam o catabolismo das proteínas contribuindo assim para a deposição de gordura.

Este estudo foi realizado com o objetivo de determinar a exigência de aminoácidos sulfurados digestíveis de suínos machos castrados mantidos em ambiente de alta temperatura dos 15 aos 30 kg.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na creche climatizada do Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa.

Foram utilizados 60 leitões machos castrados mestiços (Landrace x Large White), em fase inicial de crescimento, com idade média de $50,36 \pm 3,29$ dias e peso inicial médio de $14,97 \pm 0,33$ kg, distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco tratamentos (0,465; 0,511; 0,558; 0,605 e 0,652% de metionina e cistina digestível na ração), seis repetições e dois animais por unidade experimental,

mantidos em ambiente de alta temperatura. Na formação dos blocos, levou-se em consideração o peso inicial e o parentesco dos animais.

Os animais foram alojados em gaiolas metálicas, suspensas, com piso ripado e laterais teladas, providas de comedouro semi-automático e bebedouro tipo chupeta, mantidas em salas climatizadas, com controle de temperatura e umidade relativa.

A temperatura interna da sala foi mantida por um conjunto de dez campânulas elétricas distribuídas em dois corredores da sala, a aproximadamente 40 cm do piso e ligadas a um termostato.

As condições ambientais no interior da sala foram monitoradas diariamente, três vezes ao dia (8:00, 12:00 e 18:00 horas), por meio de termômetro de bulbo seco e bulbo úmido, termômetros de máxima e mínima e termômetro de globo negro, mantidos em uma gaiola vazia a meia altura do corpo dos animais. Posteriormente, os valores registrados de temperatura de globo e umidade relativa do ar foram convertidos no índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), segundo Buffington et al. (1981), caracterizando o ambiente no qual os animais foram submetidos.

As rações experimentais, isoenergéticas e isolisínicas, formuladas à base de milho, farelo de soja e sorgo, foram suplementadas com minerais, vitaminas e aminoácidos, de acordo com as recomendações contidas em Rostagno et al. (2000), com exceção da metionina + cistina. Os tratamentos que consistiram de diferentes níveis de metionina e cistina digestível nas rações foram obtidos a partir da inclusão de DL-metionina 99%, em substituição ao ácido glutâmico. As composições centesimais e calculadas das rações experimentais são apresentadas na Tabela 1.

Os animais receberam as rações experimentais e água à vontade.

Tabela 1 - Composição centesimal e calculada das rações experimentais

Ingredientes	Níveis de Metionina e cistina digestível				
	0,465	0,511	0,558	0,605	0,652
Milho	41,727	41,727	41,727	41,727	41,727
Farelo soja	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700
Sorgo	31,000	31,000	31,000	31,000	31,000
Óleo de soja	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400
Fosfato bicálcico	1,780	1,780	1,780	1,780	1,780
Calcário)	0,853	0,853	0,853	0,853	0,853
Mistura mineral ²	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Mistura vitamínica ³	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Sal comum	0,360	0,360	0,360	0,360	0,360
BHT	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
L-Lisina HCl	0,359	0,359	0,359	0,359	0,359
DL-Metionina	0,000	0,047	0,094	0,142	0,189
L-Treonina	0,099	0,099	0,099	0,099	0,099
L-Triptofano	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012
Ácido glutâmico	0,500	0,453	0,406	0,358	0,311
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada) ⁴					
PB (%)	16,118	16,118	16,118	16,118	16,118
ED (kcal/kg)	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400
Lisina total (%)	1,029	1,029	1,029	1,029	1,029
Lisina digestível (%)	0,930	0,930	0,930	0,930	0,930
Met+Cis digestível (%)	0,465	0,511	0,558	0,605	0,652
Treonina digestível (%)	0,614	0,614	0,614	0,614	0,614
Triptofano digestível (%)	0,177	0,177	0,177	0,177	0,177
Cálcio (%)	0,830	0,830	0,830	0,830	0,830
Fósforo total (%)	0,635	0,635	0,635	0,635	0,635
Fósforo disponível (%)	0,430	0,430	0,430	0,430	0,430
Sódio (%)	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180
Rel. met+cis dig:Lis digestível	0,500	0,550	0,600	0,650	0,700

¹ Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do DZO/UFV.

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

³ Conteúdo/kg: vit A - 6.000.000 UI; D₃ - 1.500.000 UI; E - 15.000 UI; B₁ - 1,35; B₂ - 4 g; B₆ - 2 g; ácido pantotênico - 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; selênio - 0,3 g; excipiente q.s.p. - 1.000 g.

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

As análises bromatológicas dos ingredientes das rações foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV, conforme técnicas descritas por Silva (1990).

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

No final do período experimental, quando atingiram o peso final médio de $29,87 \pm 0,52$ kg, os animais foram submetidos a jejum alimentar por 24 horas, após o qual um animal de cada unidade experimental foi abatido por dessensibilização e sangramento. Após o abate, foi feita a toailete e a abertura da carcaça para retirada das vísceras.

As carcaças inteiras (incluindo cabeça e pés), evisceradas e sem sangue, foram pesadas e cortadas longitudinalmente. A metade direita de cada carcaça foi triturada em “cutter” comercial de 30 HP e 1.775 revoluções por minuto. Após homogeneização, foram retiradas amostras que foram congeladas para determinação da deposição de proteína e gordura, conforme metodologia descrita por Donzele et al. (1992).

Para a determinação da composição da carcaça, um grupo adicional de cinco leitões, com peso médio de 15 kg, foi abatido no início do experimento, seguindo o mesmo procedimento de abate adotado para os animais utilizados no experimento.

No preparo das amostras, em razão do alto teor de gordura do material, procedeu-se à pré-secagem em estufa, com ventilação forçada a 60°C, por 72 horas e ao pré-desengorduramento, a quente, em aparelho extrator do tipo “Soxhlet”, por quatro horas. As amostras pré-secas e pré-desengorduradas foram moídas e acondicionadas em vidros para posteriores análises laboratoriais. Para correção dos valores das análises subseqüentes, foram consideradas a água e a gordura retiradas no preparo das amostras.

As análises de proteína bruta e extrato etéreo das carcaças foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV, conforme técnicas descritas por Silva (1990).

Os valores da composição das carcaças dos leitões, no início e no fim do período experimental, foram utilizados para a determinação das deposições de proteína e gordura.

As análises estatísticas das variáveis de desempenho (ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar) e de deposições de proteína e gordura nas carcaças foram realizadas utilizando-se o programa computacional SAEG (Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas), desenvolvido na UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV (1997).

A estimativa da exigência de aminoácidos sulfurados digestível foi determinada com base nos resultados de desempenho e carcaça, utilizando os modelos linear, quadrático e, ou descontínuo “Linear Response Plateau” (LRP) descritos por Braga (1983), conforme o melhor ajuste obtido para cada variável.

Resultados e Discussão

A temperatura interna da sala manteve-se, durante o período experimental, em $30,9 \pm 0,7^{\circ}\text{C}$, a umidade relativa em $67,5 \pm 7,2\%$ e a temperatura de globo negro em $31,4 \pm 0,7^{\circ}\text{C}$. O Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) calculado no período foi de $81,2 \pm 1,2$. A temperatura de $30,9^{\circ}\text{C}$, observada neste trabalho, pode ser considerada como temperatura de estresse por calor por estar acima da temperatura crítica máxima (27°C) para esta categoria animal, conforme estabelecido por Curtis (1983).

Os resultados de desempenho, consumo de metionina e cistina digestível, porcentagem de energia digestível retida como proteína na carcaça por dia (EDPtn) e de deposições de proteína e de gordura na carcaça dos suínos encontram-se na Tabela 2.

Observou-se efeito ($P < 0,01$) dos níveis de metionina e cistina digestível sobre o ganho de peso diário (GPD) dos animais, que aumentou de forma linear segundo a equação : $\hat{Y} = 400,823 + 314,981X$.

Embora tenha aumentado de forma linear, constatou-se que não houve melhora no valor absoluto do GPD a partir do nível de 0,558% de metionina e cistina digestível, correspondente a uma relação metionina e cistina digestível:lisina digestível de 60% e a um consumo de metionina e cistina digestível de 5,83 g, indicando ser este o nível para melhor resposta de ganho de peso.

Apesar de o nível de metionina e cistina digestível que proporcionou melhor resposta de ganho de peso, neste trabalho, ter ficado na faixa de 0,45 a 0,76%, estabelecida como a exigência de aminoácidos sulfurados de leitões dos 10 aos 30 kg, no CVB (1990), AFFRCS (1993), NRC (1998) e ROSTAGNO et al. (2000), o consumo diário correspondente, de 5,83 g, ficou abaixo dos calculados naquelas tabelas.

Logo, ficou evidenciado que em condições de alta temperatura, o potencial de ganho de peso dos animais diminui, reduzindo assim a demanda por aminoácidos. De acordo com Fialho et al. (2001), suínos submetidos a estresse por calor reduzem a taxa de ganho de peso.

Os níveis de metionina e cistina digestível não influenciaram ($P > 0,10$) o consumo de ração diário (CRD), o que está de acordo com o relato de Ferguson e Gous (1997), no qual suínos mantidos em ambiente de estresse por calor não conseguem aumentar o consumo de proteína e aminoácidos quando as rações contêm níveis baixos ou deficientes desses nutrientes.

Os consumos de metionina e cistina digestível diários aumentaram ($P < 0,01$) de forma linear com a elevação dos níveis desses aminoácidos na ração, segundo a equação: $\hat{Y} = -0,431262 + 11,0814X$. Como não houve variação significativa no

Tabela 2 – Resultados de desempenho, consumo de metionina e cistina digestível, porcentagem de energia digestível retida como proteína na carcaça por dia (EDPtn)^a e deposições de proteína e de gordura de suínos machos castrados, mantidos em ambiente de alta temperatura, dos 15 aos 30 kg

Variáveis	Níveis de metionina e cistina digestível (%)					CV%
	0,465	0,511	0,558	0,605	0,652	
Ganho de peso (g/dia) ¹	537	566	610	556	611	6,64
Consumo de ração (g/dia)	1020	1026	1071	980	1082	6,97
Consumo de met+cis dig (g/dia) ¹	4,74	5,24	5,83	5,93	7,06	6,95
Conversão alimentar (g/g) ¹	1,90	1,82	1,76	1,76	1,77	4,69
EDPtn (%) ^{2,a}	29,34	31,46	31,83	31,34	29,62	6,64
Deposição na Carcaça						
Proteína (g/dia) ¹	63	70	75	71	78	7,66
Gordura (g/dia) ²	92	91	97	93	111	7,44

¹ Efeito linear ($P < 0,01$).

² Efeito quadrático ($P < 0,02$).

^a % de energia digestível retida na carcaça por dia; calculada como a razão entre a energia retida como proteína ($5,69 \text{ Kcal/g N} \times 6,25$) e a energia digestível total retida na carcaça. A energia total retida na carcaça foi calculada, utilizando-se os fatores de conversão de acordo com Quiniou et al. (1996); sendo igual ao somatório da energia retida como gordura ($9,49 \text{ Kcal/g}$) e da energia retida como proteína ($5,69 \text{ Kcal/g N} \times 6,25$).

CRD, o aumento no consumo de metionina e cistina foi diretamente relacionado à sua concentração nas rações, evidenciando que os suínos não modificaram seu consumo em razão do possível desequilíbrio aminoacídico ocorrido nos níveis abaixo ou acima da exigência do animal.

Neste trabalho, ficou também evidenciado que o aumento no ganho de peso ocorreu em razão da melhora ($P < 0,01$) da conversão alimentar dos animais, que variou de forma linear à medida que se elevou o nível de aminoácidos sulfurados na ração. No

entanto, o modelo “Linear Response Plateau” (LRP) foi o que melhor se ajustou aos dados, estimando em 0,558% de metionina e cistina digestível na ração, correspondente à relação metionina e cistina digestível:lisina digestível de 60%, nível a partir do qual a conversão alimentar permaneceu em um platô (Figura 1).

Esse resultado foi semelhante aos obtidos por Chung e Baker (1992) que, trabalhando com suínos de 10 a 20 kg, obtiveram melhor resposta de conversão alimentar em um nível de aminoácidos sulfurados que correspondeu a uma relação metionina e cistina digestível:lisina digestível de 60%.

Com os dados de conversão alimentar obtidos nesse estudo, ficou comprovado que a redução de 8,9% no ganho de peso dos animais que receberam os tratamentos correspondentes aos níveis de 0,558 e 0,605% de metionina e cistina digestível na ração, ocorreu exclusivamente pela redução não-significativa do consumo de ração verificado entre aqueles níveis.

Como não ocorreu efeito negativo do aumento no consumo de metionina e cistina digestível sobre o ganho de peso e a conversão alimentar dos animais a partir do nível de inflexão de 0,558%, que proporcionou os melhores resultados, pode-se deduzir que acima deste nível os aminoácidos sulfurados consumidos podem ter sido utilizados para outras funções fisiológicas que não a deposição de proteína, conforme sugerido por Chung e Baker (1992).

A porcentagem de energia digestível retida como proteína na carcaça (EDPtn) variou ($P>0,02$) de forma quadrática, tendo aumentado até o nível estimado de 0,560% de metionina e cistina digestível na ração, correspondendo a uma relação metionina e cistina digestível:lisina digestível de 60% (Figura 2).

Com a variação na porcentagem de energia digestível retida como proteína na carcaça (EDPtn), pode-se inferir que o aumento no nível dos aminoácidos sulfurados na

ração além de aumentar o ganho de peso resultou também em alteração na composição do ganho, fato este comprovado pelo aumento linear ($P < 0,01$) na deposição de proteína,

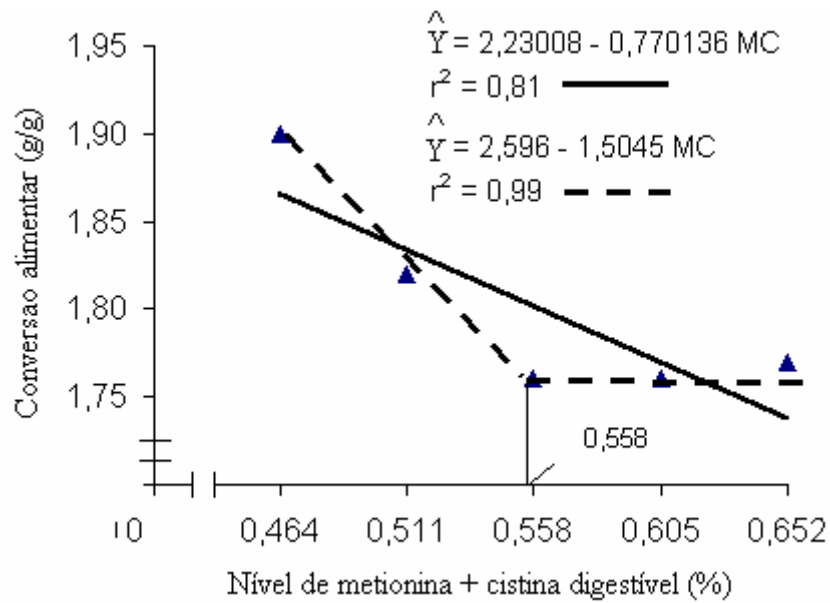


Figura 1 – Representação gráfica da conversão alimentar em função dos níveis de metionina e cistina digestível das dietas de leitões machos castrados, mantidos em ambiente de alta temperatura, dos 15 aos 30 kg.

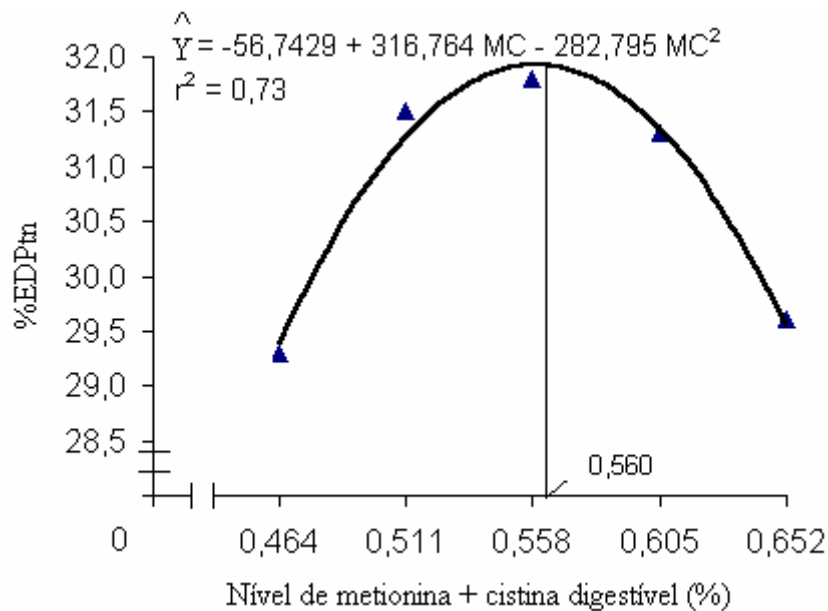


Figura 2 – Representação gráfica da porcentagem de energia digestível retida como proteína na carcaça (EDPtn) em função dos níveis de metionina e cistina

digestível das dietas de leitões machos castrados, mantidos em ambiente de alta temperatura, dos 15 aos 30 kg.

conforme a equação: $\hat{Y} = 33,7227 + 66,8943X$, e quadrático ($P < 0,02$) na deposição de gordura, que reduziu até o nível de 0,508% (Figura 3).

Com relação à deposição de proteína constatou-se que o mais expressivo aumento ocorreu entre os níveis 0,465 e 0,558%, que correspondeu a 19%, enquanto a partir deste nível até o nível máximo estimado de 0,652%, o aumento correspondeu a somente 4%.

Considerando-se os dados de desempenho e composição de carcaça, o nível de 0,558% de metionina e cistina digestível, que correspondeu a uma relação metionina e cistina digestível:lisina digestível de 60%, atendeu as exigências dos animais.

Esse resultado está em conformidade com a recomendação de Rostagno et al. (2000), que preconiza uma relação aminoácidos sulfurados digestível:lisina digestível de 60%.

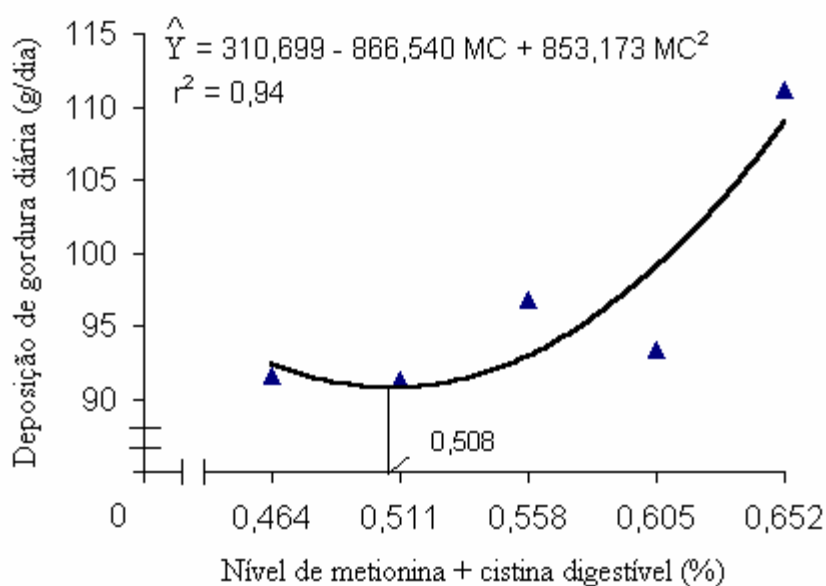


Figura 3 – Representação gráfica da deposição de gordura na carcaça em função dos níveis de metionina e cistina digestível das dietas de leitões machos castrados, mantidos em ambiente de alta temperatura, dos 15 aos 30 kg.

Conclusão

A exigência de aminoácidos sulfurados para suínos machos castrados, mantidos em ambiente de alta temperatura, dos 15 aos 30 kg, é de 0,558% de metionina e cistina digestível na ração, que corresponde à relação metionina e cistina digestível:lisina digestível de 60%.

Referências Bibliográficas

- AFFRCS - AGRICULTURE, FORESTRY AND FISHERIES RESEARCH COUNCIL SECRETARIAT. **Japanese Feeding Standard for Swine**. Central Assesment of Livestock Industry, 1993
- BAÊTA, F.C., SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa. MG: UFV, 1997. 246p.
- BRAGA, J.M. Avaliação da fertilidade do solo; ensaios de campo. Viçosa-MG, p. 101, 1983.
- BUFFINGTON, D.E., COLAZZO-AROCHO, A., CANTON, G.H., PITT, D. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transaction of the ASAE**, v. 24, p. 711-714, 1981.
- 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.
- CURTIS, S.E. **Environmental management in animal agriculture**. The Iowa State University Press. 409p. 1983.
- CVB. Apparent ileal digestible aminoacids in feedstuffs for pigs. Leelystad. Central Veevoederbureau, 1990.
- DONZELE, J.L., COSTA, P.M.A., ROSTAGNO, H.S., SOARES, J.M. Efeitos de níveis de energia digestíveis na composição da carcaça de suínos de cinco a quinze quilos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 21, p. 1100-1106, 1992.
- FERGUNSON, N.S., GOUS, M.R. The influence of heat production on voluntary food intake in growing pigs given protein- deficient diets. **Animal Science**, v. 64, p. 365-378, 1997.
- FIALHO, E.T., OST, P.R., OLIVEIRA, V. Interações ambiente e nutrição- Estratégias nutricionais para ambientes quentes e seus efeitos sobre o desempenho e características de carcaça de suínos. II Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de carne suína. Via Internet. 09p. 2001.
- LEWIS, A.J. Amino acids in swine nutrition In: MILLER, E.R., ULLREY, D.E., LEWIS, A.J. **Swine Nutrition**. Butterworth-Heinemann, p.147-164, 2001.
- NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrients requirements of swine**. 10. Ed. Washington, DC: National Academic Science. 189p. 1998.
- QUINIQU, N., DOURMAD, J.Y., NOBLET, J. Effect of energy intake on the performance of different types of pig from 45 to 100 kg body weight . 1. Protein and lipid deposition. **Journal of Animal Science**, v. 63, p. 227-288,1996.
- ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T., DONZELE, J.L., et al. **Composição de alimentos e exigências nutricionais** (Tabelas Brasileiras para aves e suínos). Viçosa, MG: UFV, Departamento de Zootecnia, 141p. 2000.

- SILVA, D.J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa, MG: UFV, 1990. 166p.
- SOLBERG, J., BUTTERY, P.J., BOORMAN, K.N. Effect of moderate methionine deficiency on food, protein and energy utilization in the chick. **British Poultry Science**, v. 12, p. 297-304, 1971.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. Manual de utilização do programa SAEG (Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas). Viçosa, MG, 1997. 150p.
- VERHAGEN, J.M.F., KLOOSTERMAN, A.A.M; SLIJKHUIS, A., VERSTEGEN, M.W.A. Effect of ambient temperature on energy metabolism in growing pigs. **British Society of Animal Production**, v. 44, p. 427-433, 1987.
- VERSTEGEN, M.W.A., CLOSE, W.H. The environment and the growing pig. In: COLE, D.J.A., WISEMAN, J., VARLEY, M.A. **Principles of pig science**. Longhborough: Nothingan University Press, 472p. 1994.

Conclusões Gerais

A exigência de aminoácidos sulfurados para suínos machos castrados, mantidos em ambientes de alta temperatura na fase inicial de crescimento (15 aos 30 kg), é de 0,558% de metionina e cistina digestível na ração, que corresponde a uma relação metionina e cistina digestível:lisina digestível de 60% e quando mantidos em ambiente termoneutro, a exigência é de 0,596 e 0,627% de metionina e cistina digestível na ração, que corresponde a uma relação metionina e cistina digestível:lisina digestível de 64 e 67%, para maior ganho de peso e menor conversão alimentar, respectivamente.