

EDILSON PAES SARAIVA

**EXIGÊNCIA DE TREONINA DIGESTÍVEL PARA LEITÕES DOS 15 AOS
60 KG MANTIDAS EM DIFERENTES AMBIENTES TÉRMICOS**

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

**VIÇOSA
MINAS GERAIS-BRASIL
2004**

EDILSON PAES SARAIVA

**EXIGÊNCIA DE TREONINA DIGESTÍVEL EM LEITÕES DOS 15 AOS 60
KG MANTIDAS EM DIFERENTES AMBIENTES TÉRMICOS**

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

APROVADA: 5 de novembro de 2004.

**Prof. Juez Lopes Donzele
(Conselheiro)**

Prof. Paulo César Brustolini

Prof. João Luís Kill

Pesq. Francisco Carlos de O. Silva

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

A Deus.

Aos meus pais.

Aos meus irmãos.

Aos meus sobrinhos.

Aos meus cunhados.

À minha esposa Carla e à minha filha Maria Eduarda.

"E quando tudo parecer esmagar tuas aspirações e os fardos do mundo pesarem demais sobre os teus ombros, lembra-te DELE, na manjedoura humilde e desdenhada, para renovar a humanidade inteira com a claridade inapagável do seu infinito amor.

Evoca-o nas horas de amargura e sorri agradecendo a benção do sofrimento. Só almas eleitas são tentadas: Só elas têm forças para vencerem a tentação."

- Joana de Angelis -

AGRADECIMENTO

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

Ao Departamento de Zootecnia, do Centro de Ciências Agrárias da UFV, por intermédio dos seus professores e funcionários, que tiveram participação direta na realização deste trabalho.

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.

Em especial à Professora Rita Flávia Miranda de Oliveira, pelo profissionalismo, pela compreensão, pela dedicação, pela amizade e pelo exemplo de vida.

Aos Professores Conselheiros Juarez Lopes Donzele e Aloízio Soares Ferreira, por terem contribuído, substancialmente, para o sucesso desta pesquisa.

Aos membros da banca examinadora Professores Paulo César Brustolini e João Luís Kill e Pesquisador Francisco Carlos de Oliveira Silva, pela atenção e pelas sugestões.

A todos os professores do Departamento de Zootecnia, pelos ensinamentos e pelos exemplos de vida profissional.

Aos funcionários do Setor de Suinocultura da UFV, Francisco Ilário (“Chico”), Francisco Ferreira (“Marreco”), José Lopes (“Bié”), Raimundo, Sebastião (“Tião”), Vítor e Roberto, pelo apoio e pela constante amizade.

Em especial ao meu amigo José Alberto “Dedeco”, pela dedicação, pelo companheirismo, pela presteza e pelo apoio na realização deste trabalho.

Aos funcionários do Setor de Avicultura da UFV Adriano, Elísio, Josélinho e Mauro, pela colaboração e amizade.

Aos funcionários do Abatedouro Sérvulo, Vicente, José Antônio, Graça, Maria do Carmo e D. Eva, pelo apoio e pela presteza.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, em especial a Adilson, Venâncio, Celeste, Márcia, Rosana, Fernando, Monteiro e Valdir, pelo apoio, pela amizade e pelo agradável convívio.

À minha grande família, meus pais Ernesto e Edwirges, meus irmãos José Saraiva, Glória, “Çãozinha”, Ana, Goreti, Neide, Eudes, Elayne e Everaldo e meus sobrinhos Bruno, Aline, Camila, Luciana, Thaís, Alice, Carine, Thalita, Lucas, Marconi, Beatriz, Fernanda e Isabella, a quem devo cada etapa deste trabalho, pelo apoio incondicional e, ainda, por acreditarem em mim, propiciando condições para a minha formação pessoal e profissional.

À grande equipe da Bioclimatologia Animal, Professora Rita Flávia, Roberta, Cristiane, Cristina, Jéferson e Will, pelo compromisso, pela união e pelo auxílio em todos os momentos.

Carinhosamente, aos meus amigos da Pós-Graduação Débora, Flávio Hashimoto, Jean, Lourdes, Roberta, Cristina, Christiane, Márvio, Alexandre (Tabaco), Wilkson e Rodrigo, pela amizade e pelo agradável convívio em diversos momentos de estudos e confraternizações.

Em especial, ao meu companheiro e amigo Uislei, pelo auxílio nos momentos mais difíceis e pelos conselhos oportunos e sinceros.

Aos meus amigos de toda hora Cristina Akemi, Elizângela e Allan, pela sincera amizade e pela presença nas horas de alegria e nos momentos difíceis.

Aos meus colegas e estagiários Jéferson e Will, pela valiosa ajuda na realização das análises laboratoriais e no trabalho de campo.

À minha segunda mãe, irmã e anjo da guarda Çãozinha, com quem sempre pude contar, em todos os sentidos, por tudo.

À família Paes Rozado, Miguel, Goreti, Alice e Marconi, pela acolhida e pelo apoio incondicional nos momentos finais de conclusão deste estudo.

À minha esposa Carla, a quem tanto amo, exemplo de vida, companheirismo e dedicação, por fazer parte da minha história.

À minha filha Maria Eduarda, meu maior tesouro, a quem amo de paixão, por existir e por me dar força para seguir na caminhada do dia-a-dia.

A todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

EDILSON PAES SARAIVA, filho de Ernesto Ferreira Saraiva e Edwirges Alice Paes Saraiva, nasceu em Porto Firme, MG, em 22 de fevereiro de 1974.

Em março de 1994, iniciou, na Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG, o Curso de Zootecnia, graduando-se em janeiro de 2000.

Em 31 de julho de 2001, concluiu o Curso de Mestrado em Zootecnia, na área de Bioclimatologia Animal, nessa mesma Universidade.

Em agosto de 2001, ingressou no Programa de Pós-Graduação, em nível de Doutorado, em Zootecnia da UFV, submetendo-se à defesa de tese no dia 5 de novembro de 2004.

ÍNDICE

RESUMO	ix
ABSTRACT	xii
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. Treonina e características biológicas.....	4
2.2. Exigência de treonina.....	5
2.3. Principais fatores que afetam as exigências de treonina.....	9
2.3.1. Concentração energética da dieta.....	9
2.3.2. Idade.....	10
2.3.3. Genótipo.....	10
2.3.4. Sexo.....	11
2.3.5. Temperatura ambiente.....	12
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	14
EXIGÊNCIA DE TREONINA DIGESTÍVEL EM LEITOAS DOS 15 AOS 30 KG MANTIDAS EM AMBIENTE DE TERMONEUTRALIDADE.....	18
RESUMO.....	18
ABSTRACT.....	18
Introdução	20
Material e Métodos	21
Resultados e Discussão	25
Conclusões	33

Referências Bibliográficas	34
EXIGÊNCIA DE TREONINA DIGESTÍVEL EM LEITOAS DOS 15 AOS 30 KG MANTIDAS EM AMBIENTE DE ALTA TEMPERATURA.....	37
RESUMO.....	37
ABSTRACT.....	37
Introdução	39
Material e Métodos	40
Resultados e Discussão	44
Conclusões	49
Referências Bibliográficas	50
EXIGÊNCIA DE TREONINA DIGESTÍVEL EM LEITOAS DOS 30 AOS 60 KG MANTIDAS EM AMBIENTE DE TERMONEUTRALIDADE.....	53
RESUMO.....	53
ABSTRACT.....	54
Introdução	55
Material e Métodos	56
Resultados e Discussão	60
Conclusões	66
Referências Bibliográficas	67
4. CONCLUSÕES GERAIS.....	70

RESUMO

SARAIVA, Edilson Paes, D. S., Universidade Federal de Viçosa, novembro de 2004. **Exigência de treonina digestível para leitões dos 15 aos 60 kg mantidas em diferentes ambientes térmicos.** Orientadora: Rita Flávia Miranda de Oliveira. Conselheiros: Juarez Lopes Donzele e Aloízio Soares Ferreira.

Foram utilizadas 210 leitões mestiços (Landrace x Large White) dos 15 aos 60 kg mantidas em diferentes ambientes térmicos, em três experimentos, para determinar a exigência de treonina digestível. No experimento I, foram estudadas 70 leitões dos 15 aos 30 kg mantidas em ambiente de termoneutralidade, distribuídas em delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco tratamentos (0,538; 0,577; 0,614; 0,651; e 0,688% de treonina digestível), sete repetições e dois animais por unidade experimental. Os níveis de treonina digestível na ração influenciaram, de forma quadrática, o ganho de peso diário, que aumentou até o nível de 0,606%; e a conversão alimentar, que melhorou até o nível de 0,621%. Verificou-se efeito dos tratamentos sobre o consumo de treonina, que aumentou de forma linear, apesar de não ter sido observado efeito sobre o consumo de ração. As deposições de proteína e gordura na carcaça dos animais também aumentaram de forma quadrática, atingindo valor máximo, respectivamente, nos níveis de 0,608

e 0,609%. Com relação aos pesos absoluto e relativo do fígado, rins e intestino, não se observou efeito dos tratamentos sobre os pesos do fígado e rins, entretanto houve efeito linear sobre os pesos absoluto e relativo do intestino. No experimento II, foram avaliadas 70 leitoas, mantidas em ambiente de alta temperatura, dos 15 aos 30 kg, utilizando-se os mesmos tratamentos do experimento I. O ganho de peso diário e o consumo de treonina médio diário aumentaram de forma linear com os níveis de treonina da ração, entretanto o consumo de ração diário não foi influenciado pelos tratamentos. Embora a conversão alimentar tenha variado de forma linear com os tratamentos, o modelo "Linear Response Plateau" (LRP) foi o que melhor se ajustou aos dados, estimando em 0,587% o nível de treonina digestível a partir do qual a conversão alimentar permaneceu em um platô. No entanto, as deposições diárias de proteína e gordura na carcaça dos animais não foram afetadas pelos níveis de treonina da ração. Quanto aos órgãos avaliados, não se verificou efeito dos níveis de treonina da ração. No experimento III, foram utilizadas 70 leitoas, mantidas em ambiente de termoneutralidade, dos 30 aos 60 kg, distribuídas em delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco tratamentos (0,498; 0,532; 0,565; 0,598; e 0,631% de treonina digestível), sete repetições e dois animais por unidade experimental. Não houve efeito significativo dos níveis de treonina da ração sobre o ganho de peso diário (GPD) dos animais. A conversão alimentar (CA) melhorou de forma quadrática, em razão dos níveis de treonina das rações. No entanto, o modelo "Linear Response Plateau" (LRP) foi o que melhor se ajustou aos dados, estimando em 0,524% o nível a partir do qual a CA permaneceu em um platô. O consumo de ração diário (CRD) reduziu, e o de treonina aumentou de forma linear com os tratamentos. A deposição de gordura diminuiu de forma linear, enquanto a deposição de proteína não variou com os níveis de treonina da ração. Com relação aos pesos absolutos e relativos dos órgãos avaliados, não se verificou efeito dos tratamentos sobre os pesos absoluto e relativo do fígado. No entanto, os pesos absoluto e relativo dos rins e absoluto do intestino aumentaram de forma quadrática com os níveis de treonina digestível da ração. Entretanto, o peso relativo do intestino aumentou de

forma linear. Concluiu-se que as exigências de treonina digestível em leitões dos 15 aos 30 kg mantidas em ambientes de termoneutralidade e de alta temperatura são, respectivamente, de 0,621 e 0,587%, correspondentes às relações de 67 e 63% com a lisina digestível, já quando mantidas em ambiente de termoneutralidade, dos 30 aos 60 kg, essa exigência é de 0,524%, correspondente à relação de 63% com a lisina digestível, para melhor desempenho.

ABSTRACT

SARAIVA, Edilson Paes, D. S., Universidade Federal de Viçosa, November, 2004. **Digestible threonine requirement for gilts from 15 to 60 kg maintained in different thermal environments.** Adviser: Rita Flávia Miranda de Oliveira. Committee members: Juarez Lopes Donzele and Aloízio Soares Ferreira.

This study was conducted to evaluate the digestible threonine requirement for gilts from 15 to 60 kg, maintained in different thermal environments a total of 210 animals were used. In the experiment I seventy crossbreed gilts with an initial weight of 15.1 ± 0.4 kg were maintained in thermoneutral environment. The experimental design used was that of randomized blocks with five treatments (0.538; 0.577; 0.614; 0.651 e 0.688% of digestible threonine) seven replicates and two animals per experimental unity. The threonine levels of the diet influenced in a quadratic way the daily weight gain, that increased until the level of 0.606% and the feed:gain ratio that increased until the level of 0.621%. Effect of the treatments on threonine intake was verified, that increased in a linear way, although have not be observed effect on food intake. The protein and fat deposition rates also increased in a quadratic way ap to 0,608 and 0,609%, respectively. The absolute and relative weight of liver

end kidneys was not affected by the dietary threonine level, while the absolute and relative weight of small intestine linearly increased. In the experiment II seventy crossbreed gilts with an initial weight of 14.9 ± 0.56 kg were maintained in high environmental temperature using the same treatments of experiment I. The daily weight gain and the threonine daily intake, increased in a linear way with the levels of threonine in the diets. However, the feed:gain ratio had varied in a linear way with the treatments, the "Linear Response Plateau" – LRP model, was what better adjusted with the datas, estimating in 0.587% the level of digestible threonine, until what the feed:gain ratio stayed in a plateau. The food intake and the absolute and relative weight of organs was not influenced by the treatments. In the experiment III seventy crossbreed gilts with an initial weight of 30.1 ± 0.61 kg were used in a randomized blocks design with five treatments (0.498; 0.532; 0.565; 0.598 e 0.631% of digestible threonine) seven replicates and two animals per experimental. It was not observed effect of treatments on weight gain of animals. Although the feed:gain ratio has changed in a quadratic way with the diet threonine level, the "LRP" model was the one that better adjusted to the data estimating in 0.524% the level from occurred a plateau. The food intake reduced and threonine intake increased in a linear way with the treatments. The treatments influenced the fat deposition that reduced linearly while the protein deposition did not change. The absolute and relative weight of liver was not affected by the dietary threonine level. The absolute and relative weight of kidneys and the absolute of small intestine varied in a quadratic way with the treatments while the relative weight of small intestine increased in a linear way. It was concluded that digestible threonine requirement of gilts, from 15 to 30 kg, maintained in a thermoneutral and a high environmental temperature, are respectively, 0.621 and 0.587%% what represent a relation of 67 and 63% with the digestible lysine and when maintained in a thermoneutral, from 30 to 60 kg, is 0.524% what represent a relation of 63% with the digestible lysine.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O sistema de produção de suínos tem se intensificado nas últimas décadas, com o intuito de atender às exigências da indústria e também dos consumidores de carne quanto aos produtos oferecidos, principalmente em relação à qualidade e ao preço final.

Essa necessidade leva o produtor à intensificação da produção, objetivando reduzir os custos fixos, por exemplo instalações com maior número de animais criados por área, por meio de ciclos de produção cada vez mais rápidos, submetendo os animais a vários fatores de estresse, sendo, portanto, crescente a necessidade por melhor nutrição e administração da saúde (VITAGLIANO e PUPA, 2003).

Atualmente, devido à grande disponibilidade de aminoácidos sintéticos no mercado, a prática da redução nos teores de proteína bruta da ração com suplementação dos aminoácidos limitantes tem sido amplamente utilizada. Tal procedimento tem, dentre outros, o propósito de reduzir a sobrecarga desse nutriente no organismo e, ainda, o poder poluente dos dejetos devido ao excesso de aminoácido que ocorre normalmente nas rações sem, entretanto, diminuir o desempenho produtivo desses animais, exigindo, portanto, conhecimento cada vez mais dos nutricionistas quanto às exigências nutricionais dos animais, particularmente a respeito de aminoácidos.

Os cereais são usados como fonte energética nas rações, mas contribuem, também, para satisfazer boa parte das exigências de aminoácidos. O restante é suprido por fontes protéicas e aminoácidos sintéticos, combinados em formulações específicas para cada fase da vida do animal.

A lisina tem sido o aminoácido mais pesquisado, por ser o primeiro limitante para suínos nas rações à base de milho e farelo de soja. No entanto, a exigência de treonina não tem sido devidamente estudada nos países tropicais, se se considerar que normalmente é o segundo ou terceiro aminoácido limitante nas rações de suínos e pode tornar-se o primeiro quando se faz a suplementação com lisina sintética (SALDANA et al., 1994), além de que os poucos resultados obtidos não têm sido uniformes. No entanto, a suplementação de treonina sintética nas rações de suínos tem sido utilizada no Brasil. Para tanto, na maioria das vezes é feita baseada em tabelas de exigências internacionais, estabelecidas em países de clima adverso ao dos países tropicais, principalmente no que diz respeito à temperatura ambiente.

A temperatura ambiente tem efeito direto sobre o gasto de energia e o consumo voluntário e, portanto, sobre o desempenho produtivo dos animais domésticos (DIVIDICH et al., 1992).

Nas regiões tropicais, os suínos estão freqüentemente expostos à temperatura acima das exigidas para o seu conforto térmico que, aliadas à elevada produção de calor endógeno, podem afetar substancialmente sua exigência e produtividade. Portanto, em algumas situações pode ocorrer de os animais não serem atendidos de forma correta em relação às suas exigências.

Temperaturas ambientes acima da temperatura crítica superior reduzirão significativamente o consumo voluntário de alimentos, com subsequente menor ganho e normalmente reduzida eficiência alimentar (JENSEN, 1991). Dessa forma, foi estabelecido um fator de correção para se determinarem as exigências nutricionais de suínos em crescimento e terminação. Segundo Rostagno et al. (2000), as exigências nutricionais dos suínos aumentam de 0,72% para cada 1 °C acima das temperaturas

críticas superiores nas fases de crescimento (23 °C) e terminação (21 °C) até um limite aproximado de 28 °C de temperatura ambiente

Assim, considerando que as exigências de treonina não se encontram elucidadas e, ainda, que são influenciadas, dentre outros, por fatores ambientais, é que se propôs este estudo, para determinar as exigências de treonina digestível de leitões dos 15 aos 60 kg mantidas em diferentes ambientes térmicos.

Os artigos a seguir foram editorados com base nos critérios da Revista Brasileira de Zootecnia, publicada pela Sociedade Brasileira de Zootecnia, com adaptações das normas da Universidade Federal de Viçosa para elaboração de tese.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Treonina e características biológicas

Dentre os diferentes aminoácidos, a treonina foi o último aminoácido essencial a ser descoberto e caracterizado. Sua importância em dietas práticas de suínos tem sido atualmente estudada, sobretudo, devido à falta de conhecimento em relação aos seus efeitos na nutrição e em que condições sua suplementação nas dietas traria efeitos benéficos aos animais.

É de conhecimento dos nutricionistas que os nutrientes dos alimentos utilizados em rações para suínos não são totalmente disponíveis. No caso de aminoácidos, a disponibilidade pode ser influenciada por alguns fatores, como tratamento térmico e condições de estocagem dos grãos (POZZA et al., 1999).

Batterham (1994) definiu a disponibilidade dos aminoácidos como sendo a porcentagem do total do aminoácido digerido e absorvido que é utilizado na síntese protéica. Esse mesmo autor classificou a treonina como de baixa disponibilidade e, ainda, que seu valor varia entre os alimentos, reduzindo consideravelmente em farelos que receberam tratamento térmico excessivo.

Em geral, aceita-se que a digestibilidade ileal verdadeira de um aminoácido estima a sua disponibilidade e que a eficiência da sua

utilização metabólica após a absorção seja igual a 100%. Isso parece ser correto em farelos de alta qualidade. Entretanto, naqueles que passaram por tratamento térmico excessivo a digestibilidade ileal verdadeira superestima seus valores de disponibilidade. Segundo Batterham (1994), a sensibilidade dos diferentes aminoácidos ao calor varia amplamente, sendo a lisina o aminoácido mais sensível, seguido da treonina.

A treonina tem sido um aminoácido muito importante para manutenção, sendo encontrada em altas concentrações nas proteínas de origem endógena que alcançam o intestino grosso, na forma de secreções gastrintestinais não digeridas e nos microrganismos que residem nas partes finais do intestino (FULLER, 1991). Entretanto, ainda que nos vários aminoácidos essenciais as perdas gastrintestinais constituem a maior parte dos gastos totais de manutenção, no caso da treonina essas perdas só representam 70% dos gastos totais. O restante corresponde a perdas ligadas à sua utilização metabólica (FEDNA, 2004). Assim, ao se fazer uma correção pela perda endógena de aminoácidos no cálculo da digestibilidade, esta resulta em valores maiores, principalmente para triptofano, treonina e arginina (CHUNG e BAKER, 1992).

A concentração de treonina na proteína de diferentes produtos animais tem sido relatada como próxima de 5%. Estudos apontam ser de 4,7% o total retido na proteína muscular de suínos em crescimento e 4,3% na proteína do leite de porca. A treonina também parece ser um dos principais constituintes das imunoglobulinas do plasma e da proteína do colostro de porcas, o que pode indicar que a exigência desse aminoácido para ótima resposta imune é maior que para ótimo crescimento (FEDNA, 2004).

2.2. Exigência de treonina

Nas últimas décadas, o conhecimento das exigências nutricionais dos suínos nas diferentes fases de criação tornou-se uma das principais preocupações dos pesquisadores. Entretanto, a exigência de treonina para esses animais não tem sido devidamente estudada, e os poucos

resultados obtidos por alguns pesquisadores mostraram-se inconsistentes.

A treonina tem sido considerada o terceiro aminoácido limitante nas rações à base de cereais para suínos em crescimento, podendo se tornar o segundo ou primeiro quando suplementada a lisina sintética à dieta. Portanto, o desempenho desses animais pode estar associado ao nível de treonina da ração.

Avaliando o desempenho de suínos em fase de crescimento, Grossbach et al. (1985) verificaram que a treonina é o terceiro aminoácido limitante no milho para esses animais. Constataram ainda diminuição na excreção diária de uréia na urina e melhor eficiência alimentar nos animais que receberam dieta suplementada com treonina.

Da mesma forma, Hansen et al. (1993), trabalhando com suínos em crescimento (20-50 kg) submetidos a dietas com baixa proteína à base de sorgo e farelo de soja, concluíram que a treonina foi limitante em dietas com 13% de proteína bruta (PB) adicionadas de lisina. Eles também observaram que a adição de treonina às dietas com 14% de PB suplementadas com lisina tendeu a melhorar a eficiência alimentar dos animais, cujo desempenho foi igual ou superior ao daqueles que receberam a ração com 16% de PB.

Devido à grande disponibilidade de aminoácidos sintéticos no mercado, a prática da redução nos teores de proteína bruta da ração com suplementação dos aminoácidos limitantes tem sido amplamente utilizada. A suplementação de aminoácidos às rações para suínos com níveis subótimos de proteína tem, dentre outros, o propósito de reduzir os excessos de aminoácidos que ocorrem em dietas práticas sem, entretanto, reduzir o desempenho produtivo dos animais. Vários estudos com suínos em fase de crescimento demonstraram que a redução da PB em até 4% com suplementação adequada dos principais aminoácidos limitantes (lisina, metionina, treonina e triptofano) não alterou o desempenho desses animais (KERR e EASTER, 1995; CANH, 1998; Le BELLEGO et al., 2001; ORLANDO, 2003).

Avaliando a suplementação de treonina em dietas com baixa proteína, formuladas à base de sorgo e farelo de soja, para suínos em

crescimento e terminação, Page et al. (1993) observaram que esse aminoácido é o segundo limitante, podendo ser o primeiro se essas dietas forem suplementadas com L-lisina. Resultados semelhantes foram obtidos por Saldana et al. (1994), fornecendo rações à base de sorgo, farelo de amendoim, farelo de soja e soro de leite desidratado.

Hansen et al. (1993), avaliando a suplementação de aminoácidos em dietas de baixa proteína, à base de sorgo e farelo de soja, para leitões de 5 a 20 kg, observaram melhoria significativa no desempenho dos animais quando houve suplementação de treonina e metionina na dieta com baixa proteína. Segundo ainda esses mesmos autores, a suplementação de lisina, triptofano e treonina é necessária em dietas à base de milho e farelo de soja com 12% de PB para suínos na fase de crescimento, obtendo-se desempenho semelhante ao dos animais que receberam dietas com 16% de PB.

Em relação às exigências de treonina dos suínos, diversos fatores têm sido relatados por afetar os seus valores: genética, sexo, níveis de energia e proteína da ração, biodisponibilidade dos aminoácidos na dieta, frequência de alimentação e método estatístico utilizado no cálculo (BAKER, 1986). Além desses, estressores ambientais como temperatura, doenças e densidade de alojamento, que podem alterar o consumo de ração e o potencial de crescimento dos suínos, também poderão afetar as exigências nutricionais desses animais e justificar as discrepâncias encontradas nos resultados entre os diversos estudos.

Estudando as exigências de treonina digestível para leitões dos 10 aos 25 kg, Lima (1996) observou uma variação nos valores de 0,55 a 0,61% para ótimo desempenho. Da mesma forma, Pozza et al. (1999), avaliando as exigências de treonina para suínos machos castrados dos 15 aos 30 kg, encontraram 0,63 e 0,56% como sendo as exigências de treonina total e digestível, respectivamente.

Rodrigues et al. (2001a), avaliando níveis de treonina em ração para leitões de alto potencial genético dos 6 aos 15 kg, concluíram que esses animais exigem 0,77% de treonina total na ração para máximo ganho de peso e 0,82% para melhor conversão alimentar. No entanto, Rodrigues et al. (2001b) encontraram 0,70% de treonina total como sendo a exigência

para ótimo crescimento de leitões de alto potencial genético dos 30 aos 60 kg.

Para melhor resposta de desempenho de leitões, Berto et al. (2002) encontraram os níveis de 0,94 e 0,76% de treonina total para animais de 7,0 a 12,0 e de 12,0 a 23,0 kg, respectivamente.

A exigência de treonina total e digestível para suínos de 15 a 30 kg, segundo Rostagno et al. (2000), é de 0,71 e 0,60%, ao passo que para suínos de 30 a 60 kg é de 0,64 e 0,55%, respectivamente.

Os suínos exigem quantidades adequadas de aminoácidos na ração para atender às suas necessidades de manutenção e deposição de proteína corporal. De acordo com Parsons e Baker (1994), alguns aminoácidos como metionina, treonina e isoleucina são mais exigidos para manutenção em relação à deposição de proteína corporal. Dessa forma, as exigências desses aminoácidos de suínos em crescimento devem crescer mais rapidamente do que a da lisina com o avanço da idade e do peso.

Tal como relatado anteriormente, a exigência de treonina para manutenção é relativamente elevada, de forma que a relação treonina:lisina na proteína ideal para atender aos gastos de manutenção em suínos situa-se em 151%, ao passo que a relação ótima para síntese de proteína muscular, em 60% (NRC, 1998).

Como consequência, espera-se que a relação ótima global treonina:lisina aumente com a idade animal, em paralelo ao aumento na proporção dos gastos de manutenção em relação aos gastos totais. No entanto, quando se adiciona treonina nas dietas de suínos acima do nível ótimo, ocorre redução na velocidade de crescimento (ROSELL e ZIMMERMAN, 1985; EDMONDS e BAKER, 1987; COLE e VAN LUNEN, 1994; SALDANA et al., 1994). Esse efeito pode estar relacionado com o incremento de treonina circulante no plasma que deprime o consumo de ração via redução dos níveis de serotonina produzidos no cérebro (SÈVE e HENRY, 1995).

A exigência de treonina expressa como porcentagem na dieta, diminui com a idade, devido ao aumento que ocorre no consumo de ração diário, e aumenta quando em gramas por dia.

A relação ótima treonina:lisina em unidades totais também tende a aumentar com a idade. Ademais, o NRC (1998) recomenda que essa relação deverá ser reduzida em torno de 2 e 5% quando for relatada em unidade digestível real ou aparente, respectivamente.

2.3. Principais fatores que afetam as exigências de treonina

Diversas revisões sobre os fatores que influenciam as exigências em aminoácidos dos suínos citam a concentração energética da dieta, a genética, a idade, o sexo e o ambiente como as principais fontes de variação, devendo, portanto, ser considerados nos estudos realizados para tal fim.

2.3.1. Concentração energética da dieta

A energia é utilizada pelos suínos para a manutenção e produção, sendo o excedente armazenado como gordura, na carcaça desses animais. No entanto, as proteínas estão envolvidas na deposição de tecido magro e na síntese de outras proteínas que não fazem parte do tecido muscular, sendo o excesso desaminado e a porção nitrogenada excretada na urina.

Nas formulações de ração, um dos fatores mais importantes é a ótima relação energia:proteína, pois esta influencia diretamente a proporção de deposição de tecido magro e de gordura na carcaça dos animais. Portanto, a energia da ração deve ser equilibrada com o arranjo entre os aminoácidos essenciais e os não-essenciais, de forma a atender ao “turnover” celular sem faltas ou excessos para o instante metabólico.

Resultados de vários estudos indicam que a exigência em energia dos animais deve ser atendida com fontes de origem não-protéica e que em situações em que isso não ocorre o próprio metabolismo animal faz o ajuste, utilizando as proteínas ou aminoácidos da dieta para tal.

Entretanto, a utilização de N para deposição no tecido muscular fica diminuído.

Assim, qualquer fator da dieta ou do ambiente que altere o consumo de alimento e, conseqüentemente, o de energia irá influenciar a exigência de treonina em gramas por dia (FEDNA, 2004). Para máxima utilização dos aminoácidos da dieta, deve-se suprir proteína e energia em proporções corretas.

2.3.2. Idade

Ao determinar as exigências de aminoácidos para suínos, deve-se considerar tanto a manutenção quanto a deposição de proteína. A proporção de alguns aminoácidos em relação à lisina, como metionina + cistina, treonina e triptofano, é maior para a manutenção do que para o crescimento (FEDNA, 2004). Assim, pode-se inferir que, quando a proporção de nutrientes necessários à manutenção é alta, comparada com aquela para o crescimento, as exigências de treonina, metionina e triptofano aumentam, fato que ocorre com os suínos mais velhos e pesados (LE TOUTOUR, 1994).

De modo semelhante, Parsons e Baker (1994) relataram que os aminoácidos metionina + cistina, treonina e triptofano têm suas proporções, em relação à lisina, aumentadas de acordo com o incremento de peso dos suínos.

2.3.3. Genótipo

As linhagens com alta capacidade para a síntese de tecido magro têm maior exigência de treonina por kcal de energia digestível em relação às aquelas de menor capacidade de deposição de tecido magro (ROSTAGNO et al., 2000).

Apesar de as revisões sobre os fatores que influenciam as exigências nutricionais dos suínos citarem a genética dos animais como

uma das principais fontes de variação, a maioria das tabelas atualmente disponíveis não faz distinção entre as genéticas existentes e, sim, apresenta valores médios de exigências nutricionais. Segundo Miyada (1996), logicamente todas as tabelas existentes podem ser utilizadas como guias, entretanto variações relativamente amplas devem existir em razão de novas linhagens e dos híbridos comerciais, altamente especializados para a produção de carne, disponíveis aos suinocultores.

Assim, o estabelecimento das exigências nutricionais mais adequadas aos genótipos disponíveis fará com que os animais expressem o seu potencial de rendimento, seja alto, médio ou baixo.

2.3.4. Sexo

Em relação ao sexo, na produção de suínos existem três categorias a serem consideradas: os machos inteiros, as fêmeas e os machos castrados.

As diferenças entre os sexos, segundo Fuller et al. (1995), dependem do estágio de desenvolvimento em que são observadas as variáveis, uma vez que essas diferenças resultam das mudanças endócrinas que acompanham o desenvolvimento sexual e o potencial de crescimento dos animais. Dessa forma, os efeitos do sexo não estão evidenciados na primeira fase de crescimento e, sim, a partir dos 30 kg de peso.

Os machos inteiros e as fêmeas, normalmente, são mais exigentes que os machos castrados, em consequência da menor capacidade destes últimos em incorporar aminoácidos aos tecidos musculares, pela ausência de hormônios sexuais.

De modo geral, machos castrados ganham peso mais rápido e apresentam maior consumo que fêmeas, porém estas ganham peso mais eficientemente, apresentando melhor conversão alimentar, menos gordura e maior porcentagem de músculo na carcaça. Dessa forma, fêmeas exigem maior concentração de aminoácidos na ração, para máxima

deposição de carne magra em relação aos machos castrados (CROMWELL et al., 1993).

2.3.5. Temperatura ambiente

A temperatura ambiente é o componente climático de maior influência no desempenho animal, e o seu efeito está relacionado, principalmente, ao seu peso. Assim, existe uma faixa de temperatura efetiva caracterizada como de termoneutralidade, na qual o desempenho é maximizado.

Curtis (1983) descreveu essa faixa como sendo aquela em que os fatores climáticos têm pouca influência sobre a produção de calor metabólico do animal. Portanto, no ambiente termoneutro o animal apresenta melhor eficiência na utilização dos nutrientes, em razão do mínimo esforço termorregulatório para manter a temperatura corporal constante (VERSTEGEN e CLOSE, 1994). No entanto, nas regiões tropicais os suínos estão freqüentemente expostos à temperatura acima das exigidas para o seu conforto térmico. Esse fator, aliado à elevada produção de calor endógeno, pode afetar substancialmente a produção desses animais. Confirmando esse relato, Fialho e Cline (1994) verificaram que suínos mantidos em alta temperatura (35 °C) reduziram a digestibilidade da proteína e a retenção do nitrogênio, comparados aos mantidos a 25 °C.

Em relação ao consumo de ração, resultados de diversos trabalhos indicaram que a temperatura ambiente constitui fator importante. Schenck et al. (1992), trabalhando com suínos de 5 a 10 kg em temperaturas de 20 e 32 °C, verificaram diferenças no consumo, ressaltando-se que os animais mantidos em ambiente frio, para a mesma categoria, apresentaram maior consumo e, conseqüentemente, melhor ganho de peso. Ademais, a temperatura ambiente pode ocasionar alterações no comportamento alimentar de suínos, uma vez que modifica as exigências de energia, o que, como conseqüência, afetará as exigências nutricionais, em porcentagem, nas rações (VERHAGEN et al., 1987).

A máxima deposição protéica pode ser esperada se, além do suprimento de aminoácidos, o animal estiver submetido a condições ambientais e térmicas ótimas. Nesse sentido, por meio de constatações experimentais Le Dividich (1991) recomendou uma faixa de temperatura entre 20 e 25 °C para suínos em crescimento para melhor "performance" produtiva e características de carcaça.

O tamanho dos órgãos é influenciado, entre outros fatores, também pela temperatura ambiente, tanto em valores absolutos quanto relativos, em função do peso da carcaça (DAUNCEY e INGRAM, 1983).

Diversos estudos apontaram que os pesos dos órgãos variam de forma inversa com a temperatura. Estudando o efeito da temperatura sobre parâmetros fisiológicos de leitoas dos 15 aos 30 kg consumindo rações com diferentes níveis de energia digestível, Ferreira (1998) concluiu que os pesos absoluto e relativo dos órgãos foram influenciados pela temperatura ambiente, sendo mais pesados nos animais mantidos em ambiente frio, comparados aos mantidos no calor.

Da mesma forma, Tavares et al. (1999) constataram que o peso dos órgãos (absoluto e relativo) de leitoas dos 30 aos 60 kg mantidas em ambientes de calor foram menores que os das fêmeas mantidas em ambiente de conforto, à exceção dos pesos absoluto e relativo do estômago.

A diversificação nas respostas dos suínos aos diferentes ambientes térmicos a que são submetidos evidencia a necessidade de considerar os seus efeitos ao determinar as exigências de treonina para os animais visando a padrões de alimentação econômica e tecnicamente mais viáveis.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAKER, D.H. Problems and pitfalls in animal experiments designed to establish dietary requirements for essential nutrients. **J. Nut.**, v. 116, p. 2339-2348, 1986.

BATTERHAM, E.S. In: D'MELLO, J.P.F. (Ed.). **En amino acids in farm animal nutrition**. Wallingford, U.K.: CAB International, 1994. p. 113-131.

BERTO, D.A.; WECHSLER, F.S.; NORONHA, C.C. Exigência de treonina de leitões dos 7 aos 12 e dos 12 aos 23 kg. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 31, n. 3, p. 1176-1183, 2002.

CAHN, T.T.; AARNINK, A.J.A.; SCHUTTE, J.B.; SUTTON, A.; LANGHOUT, D.J.; VERSTEGEN, M.W.A. Dietary protein affects nitrogen excretion and ammonia emission from slurry of growing-finishing pigs. **Livestock Prod. Sci.**, v. 56, p. 181-191, 1998.

CHUNG, T.K.; BAKER, D.H. Ideal amino acid pattern for 10-kilogram pigs. **J. Anim. Sci.**, v. 70, p. 3102-3111, 1992.

COLE, D.J.A.; VAN LUNEN, T.A. Ideal amino acid patterns. In: D'MELLO, J.P.F. (Ed.). **Amino acids in farm animal nutrition**. Wallingford, U.K.; CAB International, 1994. p. 99-112.

CROMWELL, G.L.; CLINE, T.R.; CRENSHAW, J.D. The dietary protein and (or) lysine requirements of barrows and gilts. **J. Anim. Sci.**, v. 71, p. 1510-1519, 1993.

CURTIS, S.E. **Environmental management in animal agriculture**. Ames: State University Press, 1983. 409 p.

DAUNCEY, M.J.; INGRAN, D.L. Evaluation of the effects of environmental temperature and nutrition on growth and development. **J. Agric. Sci.**, v. 101, p. 291-299, 1983.

DIVIDICH, J.L.; HERPIN, P.; GERAERT, P.A.; VERMOREL, M. Cold stress. In: PHILLIPS, C.; PIGGINS, D. **Farm animals and the environment**. Wallingford: CAB International, 1992. 430 p.

EDMONDS, M.S.; BAKER, D.H. Amino acid excess for young pigs: effects of excess methionine, tryptophan, threonine or leucine. **J. Anim. Sci.**, v. 64, p. 1664-1671, 1987.

FEDNA. **Necesidades de treonina en animales monogástricos**. Madrid: Fedna, 2004.

FERREIRA, R.A. Efeito do estresse térmico na alimentação de suínos. In: CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, 1998, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV/DZO, 1998. p. 349-369.

FIALHO, E.T.; CLINE, T.R. Influence of environmental temperature and dietary protein levels on apparent digestibility of protein and aminoacids and energy balance in growing pigs. In: VERSTEGEN, M.W.A.; HUISMAN, J.; HARTOG, L.A. **Digestive physiology in pigs**. Wageningen: Pudoc, 1994. p. 132-138.

FULLER, M.F. h: Protein metabolism and nutrition: present knowledge of amino acid for maintenance and production: nonruminants. In: INTERNATIONAL SYMP. ON PROTEIN METABOLISM AND NUTRITION, 6., 1991. **Proceedings...** Herning, Denmark, 1991.

FULLER, M.F.; FRANKILIN, M.F.; McWILLIAM, R.; PENNIE, K. The responses of growing pigs, of different sex and genotype, to dietary energy and protein. **J. Anim. Sci.**, v. 60, p. 291-298, 1995.

GROSSBACH, D.A.; LEWIS, A.J.; PEO, E.R. An evaluation of threonine and isoleucine as the third and fourth limiting amino acids in corn for growing swine. **J. Anim. Sci.**, v. 60, p. 487-494, 1985.

HANSEN, J.A.; KNABE, D.A.; BURGOON, K.G. Amino acid supplementation of low-protein sorghum-soybean meal diets for 20 to 50 kilogram swine. **J. Anim. Sci.**, v. 71, p. 452-458, 1993.

JENSEN, A.H. Environment and management factors that influence swine nutrition. In: MILLER, E.R.; ULLREY, D.E.; LEWIS, A.J. **Swine nutrition**. ButterWorth-Heinemann, 1991. 673 p.

KEER, B.J.; EASTER, R.A. Effect of feeding reduced protein, amino acid-supplemented diets on nitrogen and energy balance in grower pigs. **J. Anim. Sci.**, v. 73, p. 3000-3008, 1995.

LE BELLEGO, I.; Van MILGEN, J.; DUBOIS, S.; NOBLET, J. Energy utilization of low protein diets on growing pigs. **J. Anim. Sci.**, v. 79, p. 1259-1271, 2001.

LE DIVIDICH, J.L. Effect of environmental temperature on the performance of intensively reared growing pigs. **Selezione Veterinaria**, v. 32, n. 1, p. 191-207, 1991.

LE TUTOUR, L. Applying the concept of ideal protein to piglet diet formulation. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS, 1994, São Paulo. **Anais ...** São Paulo: CBNA, 1994. p. 41-62.

LIMA, G.J.M.M. Exigências nutricionais de leitões. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1996, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV/DZO, 1996. p. 403.

MIYADA, V.A. Fatores que influenciam as exigências nutricionais dos suínos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1996, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV/DZO, p. 435-446, 1996.

NRC. **Nutrient requirements of swine**. 10. ed. Washington, DC: NRC, 1998. 189 p.

ORLANDO, U.A.D. **Redução dos níveis de proteína bruta com a suplementação de aminoácidos em rações para leitões dos 30 aos 100 kg mantidas em diferentes ambientes térmicos**. Viçosa, MG: UFV/DZO, 2003. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

PAGE, T.G.; SOUTHERN, L.L.I.; WATKINS, K.L. Threonine supplementation of low-protein, lysine-supplemented, sorghum soybean meal diets for growing-finishing pigs. **Livestock Prod. Sci.**, v. 34, p. 153-162, 1993.

PARSONS, C.M.; BAKER, D.H. The concept and use of ideal proteins in the feeding of nonruminants. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NÃO RUMINANTES, 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 1994. p. 119-128.

POZZA, P.C.; GOMES, P.C.; DONZELE, J.L.; LEÃO, M.I.; FERREIRA, A.S. Exigência de treonina digestível para suínos machos castrados dos 15 aos 30 kg. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 28, n. 3, p. 560-568, 1999.

RODRIGUES, N.E.B.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M.; FERREIRA, A.S.; LOPES, D.C.; RODRIGUES FILHO, M. Níveis de treonina em rações para leitões dos 6 aos 15 kg. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 30, n. 6, p. 2033-2038, 2001a.

RODRIGUES, N.E.B.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; RODRIGUES FILHO, M.; ORLANDO, U.A.D. Níveis de treonina em rações para leitoas com alto potencial genético para deposição de carne magra dos 30 aos 60 kg. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 30, n. 6, p. 2039-2045, 2001b.

ROSELL, V.L.; ZIMMERMAN, D.R. Threonine requirement of pigs weighing 5 to 15 kg and the effects of excess methionine in diets marginal in threonine. **J. Anim. Sci.**, v. 60, p. 480-486, 1985.

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/DZO, 2000. 141 p.

SALDANA, C.L.; KNABE, D.A.; OWEN, K.G.; GREGG, E.J. Digestible threonine requirements of starter and finisher pigs. **J. Anim. Sci.**, v. 72, p. 144-150, 1994.

SCHENCK, B.C.; STAHLY, T.S.; CROMWELL, G.L. Interactive effects of thermal environmental and dietary aminoacid and fat levels on the rate, efficiency and composition of growth of pigs housed in a conventional nursery. **J. Anim. Sci.**, v. 70, p. 3803-3811, 1992.

SÈVE, B.; HENRY, Y. In: SIMP. ON PROTEIN METABOLISM AND NUTRITION, 7., 1995, Vale de Santarem, Portugal. **Resumos...** Vale de Santarém, Portugal, 1995.

TAVARES, S.L.S.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Influência da temperatura ambiente sobre o desempenho e os parâmetros fisiológicos de leitoas dos 30 aos 60 kg. **Rev. Bras Zootec.**, v. 28, p. 791-798, 1999.

VERHAGEN, J.M.F.; KLOOSTERMAN, A.A.M.; SLIJKHUIS, 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, 1994. 472 p.

VITAGLIANO, L.L.; PUPA, J.M.R. Manejo nutricional e alimentação nas fases de recria e terminação de suínos. In: CONGRESO NACIONAL DE PORCINOCULTURA, 2003, Santa Cruz, Bolívia. **Memórias...** Santa Cruz: APEP, 2003.

EXIGÊNCIA DE TREONINA DIGESTÍVEL EM LEITOAS DOS 15 AOS 30 KG MANTIDAS EM AMBIENTE DE TERMONEUTRALIDADE

RESUMO - Foram utilizadas 70 leitoas, mestiças, com peso inicial de 15,1 ± 0,4 kg, em delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco tratamentos (níveis de treonina digestível), sete repetições e dois animais por unidade experimental, para avaliar a exigência de treonina digestível, em ambiente de termoneutralidade (22 °C). Os tratamentos corresponderam aos níveis de 0,538; 0,577; 0,614; 0,651; e 0,688% de treonina digestível. Os níveis de treonina digestível da ração influenciaram, de forma quadrática, o ganho de peso diário, que aumentou até o nível de 0,606%, e a conversão alimentar, que melhorou até o nível de 0,621%. Verificou-se efeito dos tratamentos sobre o consumo de treonina, que aumentou de forma linear, apesar de não ter sido observado efeito sobre o consumo de ração. As deposições de proteína e gordura na carcaça dos animais também aumentaram de forma quadrática, atingindo valor máximo, respectivamente, nos níveis de 0,608 e 0,609%. Com relação aos pesos absolutos e relativos do fígado, rins e intestino, não se constatou efeito dos tratamentos sobre os pesos do fígado e rins, entretanto houve efeito linear sobre os pesos absoluto e relativo do intestino. Concluiu-se que leitoas dos 15 aos 30 kg mantidas em ambiente de termoneutralidade exigem 0,606% de treonina digestível na ração para máximo ganho de peso e 0,621% para melhor conversão alimentar, o que representa uma relação treonina:lisina digestível de 65 e 67%, respectivamente.

Palavras-chave: desempenho, relação treonina:lisina digestível, temperatura ambiente.

DIGESTIBLE THREONINE REQUIREMENT IN GILTS FROM 15 TO 30 KG MAINTAINED IN THERMONEUTRAL ENVIRONMENT

ABSTRACT - Seventy crossbred gilts with an initial weight of 15.1 ± 0.4 kg were used in a randomized blocks design, with five treatments (levels of threonine), seven replicates and two animals per experimental unity, to evaluate the requirement of digestible threonine in thermoneutral environment (22 °C). The treatments corresponded of the levels of 0.538; 0.577; 0.614; 0.651; e 0.688% of digestible threonine. The threonine levels of the diet influenced in a quadratic way the daily weight gain , that increased until the level of 0.606% and the feed:gain ratio, that increased until the level of 0.621%. Effect of the treatments on threonine intake was verified, that increased in a linear way, although have not be observed effect on food intake. The protein and fat deposition rates also increased in a quadratic way ap to 0.608 and 0.609%, respectively. The absolute and relative weight of liver end kidneys was not affected by the dietary threonine level, while the absolute and relative weight of small intestine linearly increased. It was concluded that gilts from 15 to 30 kg maintained in a thermoneutral environment require 0.606% of digestible threonine in diet for the best weight gain and 0.621% for the best feed:gain ratio, what represent a relation threonine:digestible lysine of 65 and 67%, respectively.

Key words: environmental temperature, performance, threonine:digestible lysine ratio.

Introdução

Nos últimos anos, a alta demanda de consumidores e indústria por carne suína de alta qualidade fez com que as grandes empresas suinícolas enfatizassem a importância da maximização do crescimento cárneo dos suínos através da nutrição e do melhoramento genético. Assim, os animais atuais apresentam como principais características o alto potencial de deposição de carne magra, baixo consumo e maior exigência nutricional, o que, no entanto, passa a demandar dos nutricionistas maior preocupação quanto às formulações das rações, uma vez que os custos com a alimentação de suínos podem representar cerca de 70% do custo total de produção (SOBESTIANSKY et al., 1998).

Nas rações para suínos, os ingredientes protéicos são os mais caros, e mesmo assim, durante muitos anos, as dietas desses animais foram formuladas com base na proteína bruta, o que muitas vezes resultava em conteúdo de aminoácidos desbalanceados. De acordo Stahley (1993), a ingestão de aminoácidos em excesso reduz a energia disponível para crescimento devido ao gasto energético para degradação dos produtos nitrogenados, enquanto a ingestão de rações deficientes em aminoácidos diminui a taxa de crescimento e músculo e aumenta a quantidade de alimento requerido para deposição de carne.

Esses efeitos adversos são provocados quando os diferentes aminoácidos (essenciais e não-essenciais) são absorvidos em quantidades desproporcionais àquelas exigidas para a máxima utilização pelos tecidos, ou seja, quando os diferentes aminoácidos da dieta estão em equilíbrio. As conseqüências, geralmente, podem se manifestar na forma de redução no desempenho, alterações neurológicas e até mesmo morte (D'MELLO, 1994). Assim, grande são as advertências quanto aos efeitos desse nutriente na nutrição animal, pois há um extenso uso de aminoácidos sintéticos de forma suplementar nas rações, favorecendo, então, a ocorrência do equilíbrio, fato que reforça mais uma vez a necessidade de se determinarem as exigências dos diferentes aminoácidos.

A lisina tem sido o aminoácido mais pesquisado, por ser o primeiro limitante para suínos nas rações à base de milho e farelo de soja. Entretanto, a exigência de treonina não está sendo devidamente estudada nos países tropicais, levando-se em consideração que normalmente constitui no segundo ou terceiro aminoácido limitante nas rações de suínos e pode se tornar o primeiro quando é feita a suplementação com lisina sintética (SALDANA et al., 1994); ainda, os poucos resultados não têm sido consistentes.

Outro fator que deve ser considerado é a influência do ambiente térmico sobre os animais. Nas regiões tropicais, os suínos estão freqüentemente expostos à temperatura acima das exigidas para o seu conforto térmico, e que, aliado à elevada produção de calor endógeno, pode influenciar substancialmente seu desempenho. Assim, a diversidade nas respostas desses animais aos diferentes ambientes a que são submetidos evidencia a necessidade de se considerarem os seus efeitos ao determinar as exigências nutricionais.

O conhecimento das exigências em aminoácidos digestíveis dos suínos nos diferentes ambientes térmicos a que são submetidos pode se constituir, portanto, num passo importante para o atendimento das exigências dos animais, visando a padrões de alimentação econômica e tecnicamente mais viável.

Pelo fato de serem limitadas as pesquisas de exigências de treonina no Brasil, propôs-se este estudo para avaliar a exigência desse aminoácido em unidade digestível em leitoas dos 15 aos 30 kg mantidas em ambiente de termoneutralidade.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em salas climatizadas no Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG.

Foram utilizadas 70 leitoas mestiças (Landrace x Large White), com peso inicial de $15,1 \pm 0,42$ kg, distribuídas em delineamento experimental

de blocos ao acaso, com cinco tratamentos (0,538; 0,577; 0,614; 0,651; e 0,688% de treonina digestível), sete repetições e dois animais por unidade experimental, mantidos em ambiente de conforto térmico. Na formação dos blocos, levaram-se em consideração o peso inicial e o parentesco dos animais.

Os animais, em grupo de dois, foram alojados em gaiolas metálicas suspensas (1,65 m x 1,10 m), com piso ripado, providas de comedouro semi-automático e bebedouro tipo chupeta, mantidas em sala de alvenaria com janelas de vidro do tipo basculante, com cobertura de telha de barro e forro de madeira, com controle de temperatura e umidade relativa.

A temperatura e a umidade relativa interna da sala foram monitoradas diariamente, durante todo o período experimental, três vezes ao dia (8, 13 e 17 h).

Os equipamentos de medição ambiental (termômetros de máxima e mínima, de bulbo seco e bulbo úmido e de globo negro) foram mantidos em uma gaiola vazia, no centro da sala, à meia altura do corpo dos animais. Os valores obtidos de temperatura e umidade foram, posteriormente, convertidos no índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), segundo Buffington et al. (1981), caracterizando-se o ambiente térmico em que os animais foram mantidos.

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

Os animais receberam ração e água à vontade e permaneceram no experimento até atingir o peso de $30,0 \pm 1,07$ kg.

Os resíduos de ração no chão foram coletados diariamente e somados às sobras do comedouro, para determinação do consumo de ração no final do período experimental.

Tabela 1 - Composições centesimais e calculadas das rações experimentais

Ingredientes (%)	Níveis de Treonina Digestível (%)				
	0,538	0,577	0,614	0,651	0,688
Milho grão	72,823	72,823	72,823	72,823	72,823
Farelo de soja (45,5% PB)	18,745	18,745	18,745	18,745	18,745
Glúten de milho (60 % PB)	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500
Amido	0,155	0,166	0,176	0,184	0,195
Fosfato bicálcico	1,792	1,792	1,792	1,792	1,792
Calcário	0,785	0,785	0,785	0,785	0,785
Mistura mineral ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Mistura vitamínica ²	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Sal comum	0,366	0,366	0,366	0,366	0,366
Óleo de soja	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Tylan-S100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
BHT	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Ácido glutâmico	0,590	0,536	0,485	0,436	0,384
L-lisina	0,381	0,381	0,381	0,381	0,381
L-treonina	-	0,043	0,084	0,125	0,166
L-triptofano	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028
DL-metionina	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada³					
Proteína bruta (%)	17,6	17,6	17,6	17,6	17,6
ED (kcal/kg)	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400
Lisina total (%)	1,037	1,037	1,037	1,037	1,037
Lisina digestível (%)	0,930	0,930	0,930	0,930	0,930
Treonina total (%)	0,648	0,690	0,731	0,772	0,812
Treonina digestível (%)	0,538	0,577	0,614	0,651	0,688
Met+Cis digestível (%)	0,558	0,558	0,558	0,558	0,558
Metionina digestível (%)	0,251	0,251	0,251	0,251	0,251
Triptofano digestível (%)	0,177	0,177	0,177	0,177	0,177
Valina digestível (%)	0,681	0,681	0,681	0,681	0,681
Cálcio (%)	0,830	0,830	0,830	0,830	0,830
Fósforo total (%)	0,629	0,629	0,629	0,629	0,629
Fósforo disponível(%)	0,430	0,430	0,430	0,430	0,430

¹ Contém em 1 kg: ferro, 100 g; cobre, 10 g; cobalto, 1 g; manganês, 40 g; zinco, 100 g; iodo, 1,5 g; e excipiente q.s.p., 1.000 g.

² Contém em 1 kg: vitamina A, 6.000.000 UI; vitamina D₃, 1.500.000 UI; vitamina E, 15.000.000 UI; vitamina B₁, 1,35 g; vitamina B₂, 4 g; vitamina B₆, 2 g; ácido pantotênico, 9,35 g; vitamina K₃, 1,5 g; ácido nicotínico, 20,0 g; vitamina B12, 20,0 g; ácido fólico, 0,6 g; biotina, 0,08 g; selênio, 0,3 g; e excipiente q. s. p., 1.000 g.

³ Composição calculada segundo Rostagno et al. (2000), com exceção da treonina digestível.

No final do período experimental, que durou em média $24 \pm 1,8$ dias, os animais foram submetidos a jejum alimentar de 24 horas, após o qual um animal de cada unidade experimental, com o peso mais próximo de 30 kg, foi abatido por dessensibilização e sangramento. Após o abate, procedeu-se à toailete e à abertura da carcaça para retirada dos órgãos (fígado, rins e intestino), que foram posteriormente secados à sombra e pesados.

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 rpm, durante 15 minutos. Após homogeneização do material triturado, 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 inicial das carcaças, um grupo adicional de cinco leitoas, com peso médio de 15 kg, foi abatido no início do experimento, seguindo o mesmo procedimento de abate dos animais utilizados no experimento.

No preparo das amostras, em razão do alto teor de água e 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-secadas e pré-desengorduradas foram moídas e acondicionadas em vidros para posteriores análises laboratoriais. Para correção dos valores das análises subseqüentes, foram consideradas a água e a gordura retiradas no preparo das amostras.

As análises de proteína e extrato etéreo dos ingredientes das rações e 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 das leitoas, no início e 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, bem como dos pesos dos órgãos (fígado, rins e intestino), 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 treonina 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 melhor ajuste obtido de cada variável.

Resultados e Discussão

A temperatura interna da sala manteve-se, durante o período experimental, em $22,0 \pm 0,8$ °C; a umidade relativa, em $78,1 \pm 5,7\%$; e o índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) calculado, em $70,0 \pm 1,4$. Considerando o valor de ITGU calculado, a temperatura de $22,0$ °C, ocorrida neste trabalho, pode ser caracterizada como uma temperatura de conforto, para essa categoria animal, considerando-se a faixa de termoneutralidade para suínos em fase inicial de crescimento, relatada por Hannas (1999).

Os resultados de desempenho e consumo de treonina diário e de deposição de proteína e gordura, na carcaça das leitoas dos 15 aos 30 kg, encontram-se na Tabela 2.

Os níveis de treonina digestível da ração influenciaram ($P < 0,05$) o ganho de peso diário (GPD), que aumentou de forma quadrática até o nível de 0,606% (Figura 1). Variação significativa do ganho de peso de leitões em fase inicial de crescimento, em razão do aumento do nível de treonina na ração, também foi observada por Lewis e Peo Jr. (1986),

Tabela 2 - Desempenho, consumo de treonina digestível e deposição de gordura e proteína na carcaça de leitoas dos 15 aos 30 kg mantidas em ambiente de termoneutralidade e alimentadas com rações contendo níveis crescentes de treonina digestível

Variáveis	Níveis de Treonina Digestível (%)					CV (%)
	0,538	0,577	0,614	0,651	0,688	
Ganho de peso (g/dia) ¹	603	647	637	606	601	7,7
Consumo de ração (g/dia)	1140	1202	1151	1127	1129	4,8
Conversão alimentar (g/g) ²	1,89	1,86	1,81	1,86	1,88	3,8
Cons. de treonina dig. (g/dia) ⁴	6,1	6,9	7,1	7,3	7,8	4,6
Deposição na carcaça (g/dia)						
Proteína ³	68	78	73	72	68	8,9
Gordura ³	81	95	91	91	79	8,9

^{1, 2 e 3} Efeito quadrático (P<0,05), (P<0,10) e (P<0,01), respectivamente.

⁴ Efeito linear (P<0,01).

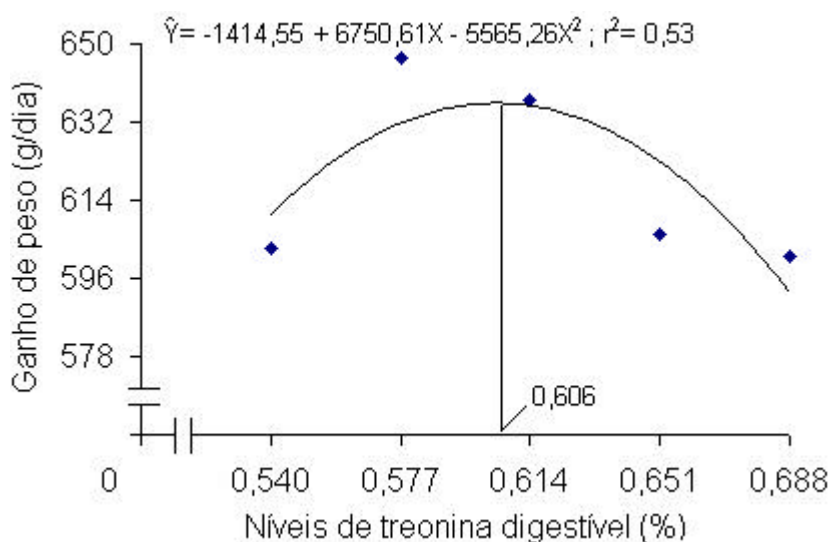


Figura 1 - Efeito do nível de treonina digestível da ração sobre o ganho de peso (g/dia) de leitoas dos 15 aos 30 kg mantidas em ambiente de termoneutralidade.

Saldana et al. (1994) e Berto et al. (2002), que estimaram, respectivamente, em 0,83; 0,69; e 0,76% os níveis de treonina total como sendo o de máximo ganho de peso.

Contradizendo os resultados anteriores, Pozza et al. (1999), avaliando níveis crescentes de treonina sobre o desempenho de leitões dos 15 aos 30 kg, não observaram efeito sobre o ganho de peso diário dos animais.

As variações nas condições experimentais, especialmente no que se refere à genética dos animais e aos ingredientes utilizados nas rações, podem, dentre outros fatores, justificar a variação dos resultados. Entretanto, quando a exigência de treonina é expressa como porcentagem do nível de lisina da ração, os resultados encontrados nos diferentes trabalhos muitas vezes se equivalem.

No nível em que se estimou a melhor resposta de ganho de peso (0,606%), a relação treonina digestível:lisina digestível calculada correspondeu a 65%. Essa relação corrobora aquela recomendada por Rostagno et al. (2000). Assim, de acordo com Berto et al. (2002), o nível de lisina das rações não pode ser superior ao exigido pelos animais, e devem ser respeitadas as proporções entre esse aminoácido e os demais, principalmente aqueles limitantes, considerando o conceito da proteína ideal.

Não houve efeito ($P>0,10$) dos níveis de treonina sobre o consumo de ração diário (CRD), embora tenha ocorrido efeito linear ($P<0,01$) sobre o consumo de treonina (Figura 2). Resultados similares foram encontrados por Lewis e Peo Jr. (1986) e Borg et al. (1987) trabalhando com suínos jovens. No entanto, Saldana et al. (1994), Pozza et al. (1999) e Rodrigues et al. (2001) observaram aumento no consumo de ração dos animais em função de níveis crescentes de treonina na ração, enquanto Rosell e Zimmerman (1985) verificaram redução linear no consumo.

Observando os resultados de consumo de ração dos animais neste estudo, percebeu-se que os menores consumos foram observados no nível de maior consumo de treonina, fato que provavelmente se traduziu numa sobrecarga para metabolismo dos animais, uma vez que o excesso

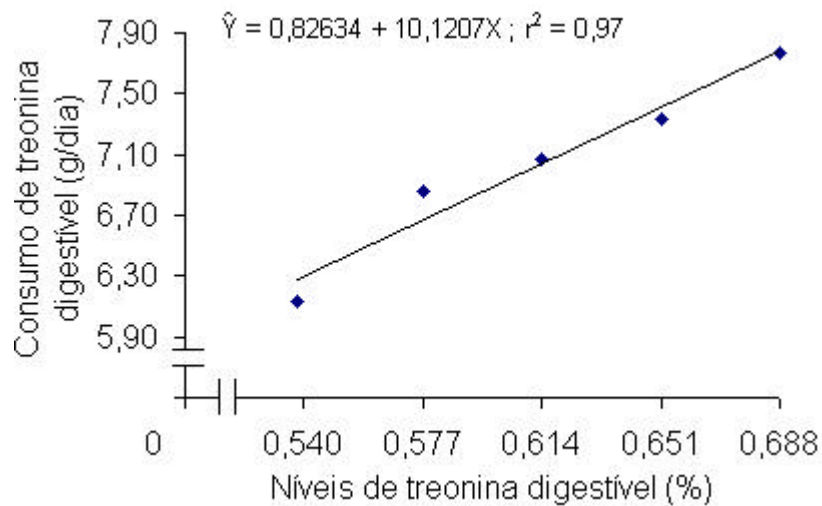


Figura 2 - Efeito do nível de treonina digestível da ração sobre o consumo de treonina digestível (g/dia) de leitoas dos 15 aos 30 kg mantidas em ambiente de termoneutralidade.

de treonina pode reduzir o consumo de alimento via depressão da produção de serotonina (HENRY e SÈVE, 1993).

Os dados de literatura quanto à influência do nível crescente de treonina sobre o consumo de ração de suínos em fase inicial de crescimento são conflitantes, o que, em parte, pode ser explicado pela diferença no nível de treonina utilizado nas rações experimentais, entre os diversos trabalhos.

Foi verificado efeito ($P < 0,10$) quadrático dos níveis de treonina digestível sobre a conversão alimentar (CA), que melhorou até o nível estimado de 0,621% ou 0,736% de treoninas digestível e total, respectivamente (Figura 3). Esse resultado está consistente com os valores recomendados pelo NRC (1998) para suínos dos 10 aos 20 kg, que é de 0,63% e situa-se acima do valor de 0,60% recomendado por Rostagno et al. (2000).

A exigência de treonina determinada pela CA, nesse trabalho, pode estar relacionada ao efeito quadrático dos níveis de treonina sobre o GPD, uma vez que não houve efeito significativo ($P > 0,10$) dos níveis de treonina sobre o CRD.

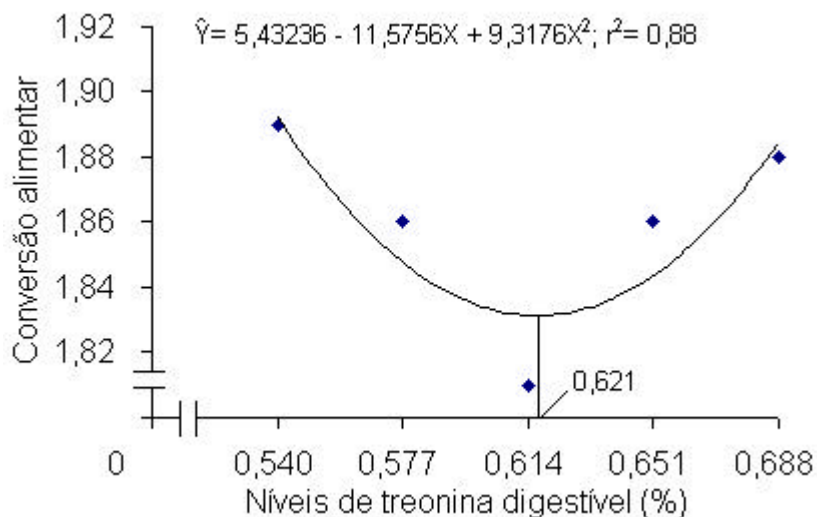


Figura 3 - Efeito do nível de treonina digestível da ração sobre a conversão alimentar (g/g) de leitões dos 15 aos 30 kg mantidas em ambiente de termoneutralidade.

Efeito quadrático do nível de treonina na ração sobre a CA de suínos em fase inicial de crescimento também foi observado por Lewis e Peo Jr. (1986), Pozza et al. (1999), Rodrigues et al. (2001) e Berto et al. (2002), que estimaram, respectivamente, em 0,70% (leitões dos 6,4 aos 14,4 kg); 0,63% (leitões dos 15 aos 30 kg); 0,82% (leitões dos 6 aos 15 kg); e 0,76% (leitões dos 12 aos 23 kg) os níveis de treonina total que promoveram os melhores valores de CA.

Estimando a relação treonina:lisina digestível no nível de treonina que proporcionou os melhores resultados de CA, constatou-se que esta correspondeu a 67%, ficando acima daquela de 65 para máximo ganho de peso, o que evidencia que melhores resultados de eficiência alimentar podem ser obtidos com nível de treonina acima daquele que resultaria em máximo ganho de peso, corroborando o relato de Rosell e Zimmerman (1985).

A relação treonina:lisina digestível determinada neste trabalho para melhor CA (67%) foi equivalente à recomendada por Rostagno et al. (2000), semelhante àquela determinada (66%) por Wang e Fuller (1990), entretanto ficou acima da obtida (63%) por Rhodimet (1993).

De forma similar ao GPD e à CA, a deposição de proteína (DP) e gordura (DG) na carcaça dos animais foram influenciadas ($P < 0,01$), de forma quadrática, pelos níveis de treonina digestível da ração, sendo 0,608 e 0,609% (Figuras 4 e 5) os níveis que proporcionaram os maiores resultados, respectivamente. A melhora gradativa ocorrida no GPD, entre os níveis de 0,538 e 0,606%, pode, provavelmente, ser explicada pelo aumento ocorrido na DP até o nível de 0,608%.

Variação da DP na carcaça de suínos na fase inicial de crescimento, em razão do nível de treonina da ração, também foi observado por Adeola (1995), fato que não foi verificado no trabalho realizado por Rodrigues et al. (2001). A divergência ocorrida nos diferentes trabalhos quanto aos resultados pode estar relacionada às diferenças nos níveis de lisina utilizados.

Com relação à DG na carcaça dos animais, alguns autores (TAYLOR et al., 1982; ADEOLA, 1995; RODRIGUES et al., 2001) também observaram efeito quadrático em função de níveis crescentes de treonina da ração, entretanto esse efeito se deu de forma inversa, ou seja, diminuiu com o aumento dos níveis de treonina.

As diferenças, observadas nos diversos trabalhos quanto à DG, podem ter ocorrido em função do consumo de energia que está diretamente relacionado ao consumo de ração, fato que ficou evidenciado neste trabalho, em que a maior DG na carcaça dos animais ocorreu no maior consumo de ração, que, apesar de não-significativo, foi superior em 5,7% com relação à média dos outros tratamentos, correspondendo a um aumento de 2.217 kcal no consumo de energia digestível (ED).

Os resultados de pesos absoluto (g) e relativo (%) dos órgãos (fígado, rins e intestino) de leitoas consumindo níveis crescentes de treonina e abatidas aos 30 kg são apresentados na Tabela 3.

Apesar do aumento significativo ($P < 0,01$) de 21% verificado no consumo de treonina digestível, entre os tratamentos não se verificou efeito ($P > 0,10$) dos níveis de treonina digestível da ração sobre os pesos absoluto e relativo de fígado e rins.

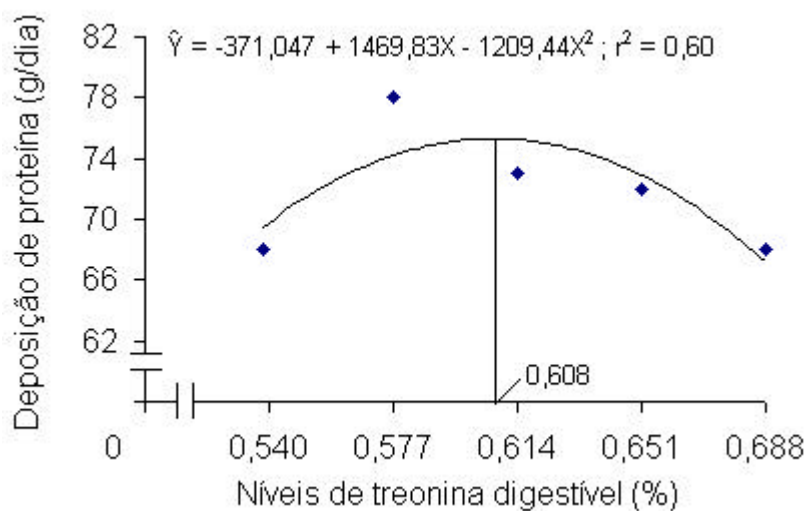


Figura 4 - Efeito do nível de treonina digestível da ração sobre a deposição de proteína (g/dia) na carcaça de leitoas dos 15 aos 30 kg mantidas em ambiente de termoneutralidade.

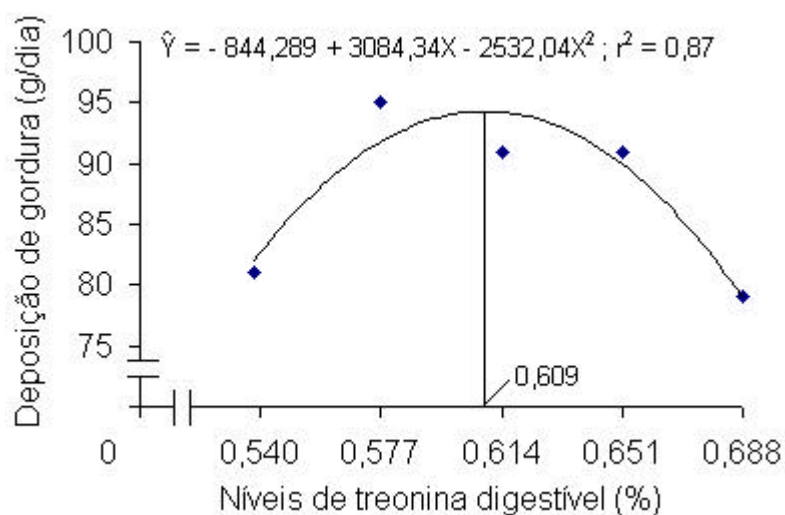


Figura 5 - Efeito do nível de treonina digestível da ração sobre deposição de gordura (g/dia) na carcaça de leitoas dos 15 aos 30 kg mantidas em ambiente de termoneutralidade.

Tabela 3 - Resultados de pesos absolutos (g) e relativos (% da carcaça) de fígado, rins e intestino de leitões dos 15 aos 30 kg mantidas em ambiente de termoneutralidade

Variáveis	Níveis de Treonina Digestível (%)					CV %
	0,538	0,577	0,614	0,651	0,688	
Peso Absoluto (g)						
Fígado	706	721	683	689	707	7,4
Rins	126	145	123	122	137	8,6
Intestino ¹	882	894	931	935	964	5,9
Peso Relativo (%)						
Fígado	3,25	3,36	3,19	3,29	3,27	6,8
Rins	0,58	0,67	0,58	0,57	0,63	8,1
Intestino ²	4,07	4,15	4,37	4,38	4,47	5,4

^{1,2} Efeito linear (P<0,03) e (P<0,01), respectivamente.

Esses dados contrastam com os obtidos por Chen et al. (1998), Hannas et al. (2000) e Le Bellego e Noblet (2002), que observaram efeito do aumento dos níveis de proteína bruta e, ou, aminoácidos sobre os órgãos de suínos em fase inicial de crescimento. Entretanto, analisando os dados, percebeu-se uma tendência nos pesos absolutos e relativos de fígado e rins em diminuir com o aumento dos níveis de treonina digestível da ração até o nível em que se verificaram os melhores resultados de ganho de peso (0,606%) e conversão alimentar (0,621%), e ainda que os maiores pesos de órgãos tenham sido obtidos nos dois extremos (menores e maiores) de treonina. Esses resultados, provavelmente, estão relacionados ao perfil aminoacídico da ração que, quando inadequado, aumentam o metabolismo desses órgãos (fígado e rins), que estão diretamente envolvidos com o catabolismo do excesso de aminoácido (D'MELLO, 1994).

Os pesos absoluto e relativo de intestino aumentaram, de forma linear, com os níveis de treonina digestível da ração, segundo as equações $Y = 584,098 + 548,972X$ ($r^2 = 0,84$) e $Y = 2,59085 + 2,76711X$ ($r^2 = 0,84$), respectivamente. Esses resultados estão consistentes com os

de Lien et al. (1997), que relataram que a treonina contribui com cerca de 25% da proteína do muco e que é fonte preferencial de nitrogênio endógeno para os microrganismos se fixarem na superfície intestinal. Influência dos níveis de aminoácidos e, ou, proteína sobre o peso do trato gastrointestinal de suínos em fase inicial de crescimento também foi verificado por Le Bellego e Noblet (2002).

Assim, pode-se inferir que o excesso do suprimento de proteína ou aminoácido está associado a um aumento da massa visceral dos órgãos e a uma conseqüente redução na proporção entre o peso da carcaça e o peso corporal, ou seja, no rendimento de carcaça (Le BELLEGO e NOBLET, 2002).

Conclusões

Leitoas mantidas em ambiente de conforto térmico dos 15 aos 30 kg exigem 0,621% de treonina digestível para melhor conversão alimentar, correspondente a uma relação de 67% com a lisina digestível e a um consumo diário de 7,11 g de treonina digestível.

Referências Bibliográficas

- ADEOLA, O. **Dietary lysine and threonine utilization by young pigs: efficiency or carcass growth.** Purdue: Purdue University Agricultural Research Programs, 1995. (Journal paper nº. 14614).
- BERTO, D.A.; WECHSLER, F.S.; NORONHA, C.C. Exigência de treonina de leitões dos 7 aos 12 e dos 12 aos 23 kg. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 31, n. 3, p. 1176-1183, 2002.
- BORG, B.S.; LIBAL, W.; WAHLSTROM, R.C. Tryptopham and threonine requirements of young pigs and their effects on serum calcium, phosphorus and zinc concentrations. **J. Anim. Sci.**, v. 64, p. 1970-1078, 1987.
- BRAGA, J.M. **Avaliação da fertilidade do solo**; ensaios de campo. Viçosa, MG, 1983. p.101.
- BUFFINGTON, D.E.; COLAZZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H. et al. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transac. ASAE**, v. 24, p. 711-714, 1981.
- CHEN, H.Y.; MILLER, P.S.; LEWIS, A.J. The effect of protein intake on the growth performance, plasma urea concentration, liver weight, and arginase activity of finishing barrows and gilts. **Nebraska Swine Report**, p. 34-35, 1998.
- CHUNG, T.K.; BAKER, D.H. Ideal amino acid pattern for 10-kilogram pigs. **J. Anim. Sci.**, v. 70, p. 3102-3111, 1992.
- D'MELLO, J.P.F. Amino acid imbalance, antagonism and toxicities. In: **Amino acids in farm animal nutrition.** [S. l.: s. n.], 1994. p. 63-97.
- 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. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 21, p. 1100-1106, 1992.
- HANNAS, M.I.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Proteína bruta para suínos machos castrados mantidos em ambiente de conforto térmico dos 15 aos 30 kg. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 29, p. 476-484, 2000.
- HANNAS, M.I. **Proteína bruta para suínos machos castrados mantidos em diferentes condições térmicas dos 15 as 30 kg.** Viçosa, MG: UFV/DZO, 1999. 64 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

HENRY, Y.; SÈVE, B. Feed intake and dietary amino acid balance in growing pigs with special reference to lysine, tryptophan and threonine. **Pig News Inf.**, v. 14, p. 35-43, 1993.

LE BELLEGO, L.; NOBLET, J. Performance and utilization of dietary energy and amino acids in piglets fed low protein diets. **Lvstck Prod. Sci.**, v. 76, p. 45-58, 2002.

LEWIS, A.J.; PEO JR., E.R. Threonine requirement of pigs weighting 5 to 15 kg. **J. Anim. Sci.**, v. 62, p. 1617-1623, 1986.

LIEN, K.; SAUER, W.C.; MOSENTHIN, R. et al. Evaluation of the N-isotope dilution technique for determining the recovery of endogenous protein in ileal digesta of pigs: effect of dilution in the precursor pool for endogenous nitrogen secretion. **J. Anim. Sci.**, v. 75, p. 148-158, 1997.

NRC. **Nutrient requirements of swine**. 10. ed. Washington, DC, 1998. 189 p.

POZZA, P.C.; GOMES, P.C.; DONZELE, J.L. et al. Exigência de treonina digestível para suínos machos castrados dos 15 aos 30 kg. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 28, n. 3, p. 560-568, 1999.

RHODIMET nutrition guide. **Animal nutrition**. 2. ed. France: Rhône-Poulenc, 1993. 55 p.

RODRIGUES, N.E.B.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Níveis de treonina em rações para leitões dos 6 aos 15 kg. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 30, n. 6, p. 2033-2038, 2001.

ROSELL, V.L.; ZIMMERMAN, D.R. Threonine requirement of pigs weighing 5 to 15 kg and the effects of excess methionine in diets marginal in threonine. **J. Anim. Sci.**, v. 60, p. 480-486, 1985.

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/DZO, 2000. 141 p.

SALDANA, C.L.; KNABE, D.A.; OWEN, K.G.; GREGG, E.J. Digestible threonine requirements of starter and finisher pigs. **J. Anim. Sci.**, v. 72, p. 144-150, 1994.

SILVA, D.J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa, MG: UFV/DZO, 1990. 166 p.

SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.; SILVEIRA, P.R.S.; SESTI, L.A.C. **Suínocultura Intensiva: Produção, manejo e saúde do rebanho**. Brasília: Embrapa, 1998.

STAHLEY, T. Nutrition effects lean growth, carcass composition. **Feedstuffs**, v. 65, n. 26, p. 12, 1993.

TAYLOR, A.J.; COLE, D.J.A.; LEWIS, D. Amino acid requirements of growing pigs. 3. Threonine. **Anim. Prod.**, v. 34, p. 1-8, 1982.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **SAEG**-Sistema para análises estatísticas e genéticas. Versão 7.1. Viçosa, MG, 1997. 150 p. (Manual de utilização do programa).

WANG, T.L.; FULLER, M.F. The effect of the plane of nutrition on the optimum dietary aminoacid pattern for growing pigs. **Anim. Prod.**, v. 50, p. 155-164, 1990.

EXIGÊNCIA DE TREONINA DIGESTÍVEL EM LEITOAS DOS 15 AOS 30 KG MANTIDAS EM AMBIENTE DE ALTA TEMPERATURA

RESUMO - Foram utilizadas 70 leitoas, mestiças, com peso inicial de 14,9 ± 0,56 kg, em delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco tratamentos (níveis de treonina digestível), sete repetições e dois animais por unidade experimental, para determinar a exigência de treonina digestível, em ambiente de alta temperatura. Os tratamentos corresponderam aos níveis de 0,538; 0,577; 0,614; 0,651; e 0,688% de treonina digestível. O ganho de peso diário e o consumo de treonina médio diário aumentaram de forma linear com os níveis de treonina da ração, entretanto o consumo de ração diário não foi influenciado pelos tratamentos. Embora a conversão alimentar tenha variado de forma linear com os tratamentos, o modelo “Linear Response Plateau” (LRP) foi o que melhor se ajustou aos dados, estimando em 0,587% o nível de treonina digestível a partir do qual a conversão alimentar (CA) permaneceu em um platô. No entanto, as deposições diárias de proteína e gordura na carcaça dos animais não foram afetadas pelos níveis de treonina da ração. Não foi verificado efeitos dos níveis de treonina da ração sobre os pesos absoluto e relativo de todos os órgãos avaliados. Concluiu-se que leitoas dos 15 aos 30 kg mantidas em ambiente de alta temperatura exigem 0,587% de treonina digestível na ração para melhor conversão alimentar, o que representa uma relação treonina:lisina digestível de 63%.

Palavras-chave: desempenho, relação treonina:lisina digestível, temperatura.

DIGESTIBLE THREONINE REQUIREMENT IN GILTS FROM 15 TO 30 KG MAINTAINED IN ENVIRONMENT AT HEIGHT TEMPERATURE

ABSTRACT - Seventy crossbreed gilts were used, with an initial weight of 14.9 ± 0.56 kg, in a randomized blocks experimental design, with five treatments (levels of digestible threonine), seven replications and two animals by experimental unity, to evaluate the requirement of digestible threonine in heat stress environment. The treatments correspond to the levels of 0.538; 0.577; 0.614; 0.651; and 0.688% of digestible threonine. The daily weight gain and the threonine daily intake increased in a linear way with the levels of threonine in the diets. However, the feed:gain ratio had varied in a linear way with the treatments, the “Linear Response Plateau” (LRP) model, was what better adjusted with the datas, estimating in 0.587% the level of digestible threonine, until what the feed:gain ratio stayed in a plateau. The food intake was not influenced by the treatments. The absolute and relative weight of the organs valued was not affected by the dietary threonine level. It was concluded that gilts from 15 to 30 kg maintained in a heat stress environment require 0.587% of digestible threonine in diet to a better feed:gain ratio, what represents a relation threonine digestible:lysine digestible of 63%.

Key words: performance, temperature, threonine:digestible lysine.

Introdução

A formulação de dietas para suínos, durante muitos anos, foi realizada com base na proteína bruta, o que na prática representava um excesso de aminoácidos para os animais que, inevitavelmente, seriam metabolizados, sendo os resíduos desse metabolismo excretados para o ambiente.

O esforço em conjugar maior eficiência biológica e econômica na produção de suínos à redução no poder poluente dos dejetos exige conhecimentos cada vez maiores dos nutricionistas quanto às exigências nutricionais dos animais, particularmente em aminoácidos.

Atualmente, com o aumento da disponibilidade dos aminoácidos sintéticos no mercado e por fatores econômicos e ambientais, essa realidade tem mudado. Alguns estudos foram realizados na tentativa de estabelecer as exigências de aminoácidos para suínos nas diferentes fases de crescimento, entretanto os resultados têm sido conflitantes em razão de vários fatores, como estágio fisiológico do animal, nível de consumo, genética, sexo, concentração de energia ou proteína bruta na ração e condições ambientais, dentre outros (BAKER, 1996).

Segundo alguns autores, o perfil aminoacídico das dietas também pode influenciar os resultados dos trabalhos. Nesse sentido, o estabelecimento do balanço ideal dos aminoácidos essenciais para suínos representaria um passo importante na formulação de dietas economicamente viáveis.

Dentre os diferentes aminoácidos, a treonina foi o último aminoácido essencial a ser descoberto e caracterizado. Devido à sua importância em dietas práticas de suínos tem sido, atualmente, mais estudada, principalmente em razão da falta de conhecimento de seus efeitos na nutrição animal e em que condições sua suplementação nas dietas traria efeitos benéficos aos animais.

No metabolismo animal, a treonina tem sido relatada como de grande importância para manutenção (FULLER, 1991), sendo encontrada em altos níveis na proteína endógena em relação a outros aminoácidos

essenciais. Assim, ao fazer uma correção pela perda endógena de aminoácidos, a digestibilidade de aminoácidos essenciais apresenta valores maiores, sendo o triptofano, a treonina e a arginina os que apresentam os maiores aumentos (CHUNG e BAKER, 1992).

Em virtude de a treonina ser o terceiro ou o segundo aminoácido limitante nas rações à base de cereais para suínos em crescimento, as respostas de desempenho desses animais podem estar associadas ao seu nível na dieta.

Estimativas das exigências de treonina de suínos em crescimento e terminação são geralmente feitas usando o conceito de proteína ideal, que é uma ótima relação treonina:lisina (FULLER et al., 1989; NRC, 1998). Entretanto, essa ótima relação treonina:lisina em dietas para suínos não é constante, podendo, portanto, ser influenciada por alguns fatores, como fase de crescimento do animal, taxa de deposição de carne magra, nível de alimentação e, possivelmente, composição da dieta (NRC, 1998; MOUGHAN, 1999; DE LANGE et al., 2001).

Por último, é preciso gerar estimativas diretas das exigências de treonina para diferentes grupos de suínos manejados sobre uma gama de condições e melhorar o entendimento a respeito dos fatores que afetam a relação treonina:lisina nas dietas dos suínos.

Considerando que as exigências de treonina não se encontram elucidadas e, ainda, que são influenciadas, dentre outros, por fatores ambientais, é que se propôs este estudo, para avaliar a exigência de treonina digestível em leitoas dos 15 aos 30 kg mantidas em ambiente de alta temperatura.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em salas climatizadas no Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG.

Foram utilizados 70 leitoas mestiças (Landrace x Large White), com peso inicial de $14,9 \pm 0,56$ kg, distribuídas em delineamento experimental

de blocos ao acaso, com cinco tratamentos (0,538; 0,577; 0,614; 0,651; e 0,688% de treonina digestível), sete repetições e dois animais por unidade experimental, mantidos em ambiente de alta temperatura. Na formação dos blocos, levaram-se em consideração o peso inicial e o parentesco dos animais.

Os animais, em grupo de dois, foram alojados em gaiolas metálicas suspensas (1,65 m x 1,10 m), com piso ripado, providas de comedouro semi-automático e bebedouro tipo chupeta, mantidas em sala de alvenaria com janelas de vidro do tipo basculante, com cobertura de telha de barro e forro de madeira, com controle de temperatura e umidade relativa.

A temperatura e a umidade relativa interna da sala foram monitoradas diariamente, durante todo o período experimental, três vezes ao dia (8, 13 e 17h)

Os equipamentos de medição ambiental (termômetros de máxima e mínima, de bulbo seco e bulbo úmido e de globo negro) foram mantidos em uma gaiola vazia, no centro da sala, à meia altura do corpo dos animais. Os valores obtidos de temperatura e umidade foram, posteriormente, convertidos no índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), segundo Buffington et al. (1981), caracterizando o ambiente térmico em que os animais foram mantidos.

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

Os animais receberam ração e água à vontade e permaneceram no experimento até atingir o peso de $30,1 \pm 1,36$ kg. Os resíduos de ração do chão foram coletados diariamente e somados às sobras do comedouro para determinação do consumo de ração no final do período experimental.

Tabela 1 - Composições centesimais e calculadas das rações experimentais

Ingredientes (%)	Níveis de Treonina Digestível (%)				
	0,538	0,577	0,614	0,651	0,688
Milho grão	72,823	72,823	72,823	72,823	72,823
Farelo de soja (45,5% PB)	18,745	18,745	18,745	18,745	18,745
Glúten de milho (60% PB)	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500
Amido	0,155	0,166	0,176	0,184	0,195
Fosfato bicálcico	1,792	1,792	1,792	1,792	1,792
Calcário	0,785	0,785	0,785	0,785	0,785
Mistura mineral ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Mistura vitamínica ²	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Sal comum	0,366	0,366	0,366	0,366	0,366
Óleo de soja	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Tylan-S100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
BHT	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Ácido glutâmico	0,590	0,536	0,485	0,436	0,384
L-lisina	0,381	0,381	0,381	0,381	0,381
L-treonina	-	0,043	0,084	0,125	0,166
L-triptofano	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028
DL-metionina	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada³					
Proteína bruta (%)	17,6	17,6	17,6	17,6	17,6
ED (kcal/kg)	3,400	3,400	3,400	3,400	3,400
Lisina total (%)	1,037	1,037	1,037	1,037	1,037
Lisina digestível (%)	0,930	0,930	0,930	0,930	0,930
Treonina total (%)	0,648	0,690	0,731	0,772	0,812
Treonina digestível (%)	0,538	0,577	0,614	0,651	0,688
Met+Cis digestível (%)	0,558	0,558	0,558	0,558	0,558
Metionina digestível (%)	0,251	0,251	0,251	0,251	0,251
Triptofano digestível (%)	0,177	0,177	0,177	0,177	0,177
Valina digestível (%)	0,681	0,681	0,681	0,681	0,681
Cálcio (%)	0,830	0,830	0,830	0,830	0,830
Fósforo total (%)	0,629	0,629	0,629	0,629	0,629
Fósforo disponível(%)	0,430	0,430	0,430	0,430	0,430

¹ Contém em 1 kg : ferro, 100 g; cobre, 10 g; cobalto, 1 g; manganês, 40 g; zinco, 100 g; iodo, 1,5 g; e excipiente q.s.p., 1.000 g.

² Contém em 1 kg: vitamina A, 6.000.000 UI; vitamina D₃, 1.500.000 UI; vitamina E, 15.000.000 UI; vitamina B₁, 1,35 g; vitamina B₂, 4 g; vitamina B₆, 2 g; ácido pantotênico, 9,35 g; vitamina K₃, 1,5 g; ácido nicotínico, 20,0 g; vitamina B12, 20,0 g; ácido fólico, 0,6 g; biotina, 0,08 g; selênio, 0,3 g; e excipiente q. s. p., 1.000 g.

³ Composição calculada segundo Rostagno et al. (2000), com exceção da treonina digestível.

No final do período experimental, que durou em média $27 \pm 2,3$ dias, os animais foram submetidos a jejum alimentar de 24 horas, após o que, um animal de cada unidade experimental, com o peso mais próximo de 30 kg, foi abatido por dessensibilização e sangramento. Após o abate, procedeu-se à toailete e à abertura da carcaça para retirada dos órgãos (fígado, rins e intestino), que foram posteriormente secados à sombra e pesados.

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 rpm, durante 15 minutos. Após a homogeneização do material triturado, retiraram-se amostras que foram congeladas para posterior determinação da deposição de proteína e gordura, conforme metodologia descrita por Donzele et al. (1992).

Para determinação da composição inicial das carcaças, um grupo adicional de cinco leitoas, com peso médio de 15 kg, foi abatido no início do experimento, seguindo o mesmo procedimento de abate dos animais utilizados no experimento.

No preparo das amostras, em razão do alto teor de água e 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-secadas e pré-desengorduradas foram moídas e acondicionadas em vidros, para posteriores análises laboratoriais. Para correção dos valores das análises subseqüentes, foram consideradas a água e a gordura retiradas durante o preparo das amostras.

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

Os valores da composição das carcaças das leitoas, no início e 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, bem como dos pesos dos órgãos (fígado, rins e intestino), 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 treonina digestível foi determinada com base nos resultados de desempenho e carcaça, utilizando-se os modelos linear, quadrático e, ou, descontínuo "Linear Response Plateau" (LRP) descritos por Braga (1983), conforme melhor ajuste obtido para cada variável.

Resultados e Discussão

A temperatura interna da sala foi mantida, durante o período experimental, em $32,1 \pm 0,7$ °C, umidade relativa em $70,7 \pm 6,4\%$ e índice de temperatura de globo e de umidade calculado em $82,4 \pm 1,1$. A temperatura de $32,1$ °C obtida neste estudo pode ser caracterizada como uma temperatura de estresse por calor, por estar acima da temperatura crítica superior, para esta categoria animal, conforme estabelecido por Curtis (1983).

Os resultados de desempenho e consumo de treonina diário e das deposições de proteína e gordura, utilizados para determinar a exigência de treonina digestível de leitoas dos 15 aos 30 kg, encontram-se na Tabela 2.

O ganho de peso diário (GPD) aumentou de forma linear ($P < 0,04$) com os níveis de treonina da ração (Figura 1). Variação linear do ganho de peso de leitões, em razão do aumento do nível de treonina da ração (0,53 a 0,83%), também foi observada por Lewis e Peo Jr. (1986), embora tenham trabalhado com suínos de 5 a 15 kg. No entanto, Saldana et al. (1994), Rodrigues et al. (2001) e Berto et al. (2002) observaram resposta

Tabela 2 - Desempenho, consumo de treonina digestível e deposições de gordura e proteína na carcaça de leitoas dos 15 aos 30 kg mantidas em ambiente de alta temperatura e alimentadas com rações contendo níveis crescentes de treonina digestível

Variáveis	Níveis de Treonina Digestível (%)					CV (%)
	0,538	0,577	0,614	0,651	0,688	
Ganho de peso (g/dia) ¹	541	543	588	569	598	8,4
Consumo de ração (g/dia)	1083	1040	1105	1081	1116	8,9
Conversão alimentar (g/g) ²	2,01	1,91	1,88	1,90	1,87	3,3
Cons. de treonina dig. (g/dia) ²	5,3	6,0	6,8	7,0	7,7	8,7
	Deposição na carcaça (g/dia)					
Proteína	63	66	68	63	65	9,2
Gordura	86	77	86	90	86	13,3

^{1 e 2} Efeito linear (P<0,04) e (P<0,01), respectivamente.

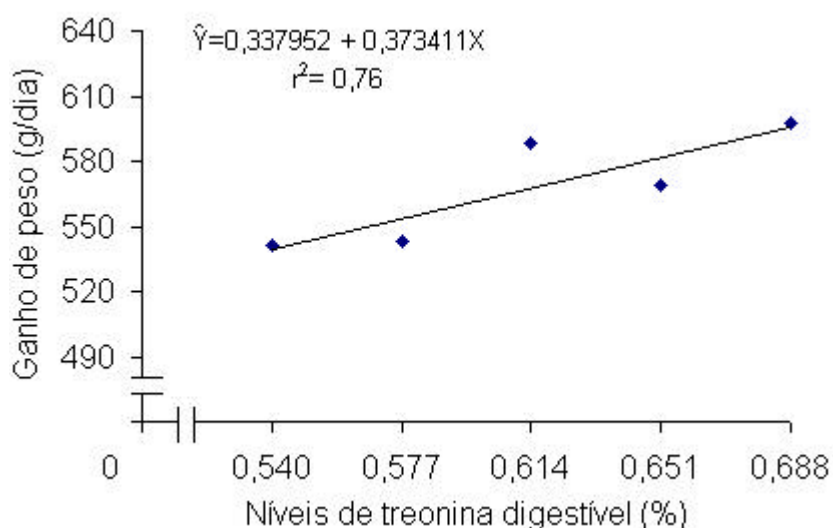


Figura 1 - Efeito do nível de treonina digestível da ração sobre o ganho de peso (g/dia) de leitoas dos 15 aos 30 kg mantidas em ambiente de alta temperatura.

quadrática dos níveis de treonina da ração sobre o ganho de peso dos animais que melhorou até os níveis estimados de 0,69; 0,77; e 0,76% de treonina total, respectivamente.

O consumo de ração diário (CRD) não foi influenciado ($P < 0,10$) pelos níveis de treonina da ração. Resultados semelhantes foram obtidos por Borg et al. (1987) e Berto et al. (2002). Entretanto, Saldana et al. (1994), Pozza et al. (1999) e Rodrigues et al. (2001) observaram aumento no consumo de ração dos animais em função de níveis crescentes de treonina na ração, enquanto Rosell e Zimmerman (1985) verificaram redução linear no consumo.

A variação dos resultados nos diferentes trabalhos, quanto à influência dos níveis de treonina sobre o GPD e sobre o CRD, pode, entre outros fatores, ser justificada pelas diferenças nos níveis de treonina utilizados e, neste trabalho específico, provavelmente pela temperatura ambiente, que se encontrava alta, deprimindo, portanto, o consumo de ração e, conseqüentemente, o de treonina. Dessa forma, os animais não atingiram o seu máximo ganho de peso, apresentando, portanto, resposta linear crescente à medida que se aumentava o nível de treonina da ração.

Apesar de o consumo de ração diário (CRD) não ter variado com o nível de treonina da ração, o consumo de treonina digestível (CTD) variou de forma linear ($P < 0,01$) crescente, segundo a equação: $Y = - 0,0638997 + 1,39623X$ ($r^2 = 0,96$), ficando evidenciado que, em condições de alta temperatura, as leitoas de 15 a 30 kg não foram capazes de aumentar o consumo para atender ao primeiro nutriente limitante, que no caso deste trabalho foi a treonina. No entanto, o aumento do consumo de treonina digestível verificado em razão das respectivas concentrações nas rações experimentais, uma vez que o CRD não variou entre os tratamentos, provavelmente não causou excesso desse aminoácido, pois, caso contrário, poderia ter havido redução no consumo de ração. De acordo com Harper et al. (1970), redução na ingestão de alimento constitui resposta primária, devido ao desequilíbrio dos aminoácidos da ração.

Embora os níveis de treonina da ração tenham influenciado a conversão alimentar (CA) que melhorou ($P < 0,01$), de forma linear (Tabela 2), o modelo "Linear Response Plateau" (LRP), foi o que melhor se

ajustou aos dados estimando em 0,587% o nível de treonina digestível, a partir do qual os dados permaneceram em um platô (Figura 2). Esse valor foi superior aos propostos pelo NRC (1998) e por Pozza et al. (2000), para suínos dos 10 aos 20 kg e dos 15 aos 30 kg, que foram, respectivamente, de 0,52 e 0,53%.

O decréscimo significativo na quantidade de alimento requerido por unidade de ganho, até o nível estimado de 0,587% de treonina digestível, ocorreu dentro do esperado, considerando-se que, à medida que a treonina se tornou menos limitante, em razão do aumento de sua concentração na ração, menos alimento seria requerido para máximo crescimento, corroborando o relato de Orlando (2001).

Resultados semelhantes de melhoria de CA com níveis crescentes de treonina na ração para suínos em fase inicial de crescimento também foram verificados por diversos autores (LEWIS e PEO JR., 1986; BORG et al., 1987; EDMONDS e BAKER, 1987; SALDANA et al., 1994; POZZA et al., 1999; RODRIGUES et al., 2001; BERTO et al., 2002).

A relação calculada de treonina digestível:lisina digestível no nível que proporcionou o melhor valor de conversão alimentar dos animais correspondeu a 63%, ficando acima daquela recomendada por Pozza et al. (2000), para essa mesma categoria animal, de 61%, sendo exatamente a mesma determinada por Rhodimet (1993), nas diferentes fases de criação de suínos. Entretanto, maiores relações treonina digestível:lisina digestível, 66 e 67%, respectivamente, foram obtidas por Yen (1986) e Wang e Fuller (1990).

Com relação à composição das carcaças, não se observou efeito ($P>0,10$) dos níveis de treonina digestível da ração sobre a deposição de proteína (DP). Resultados semelhantes foram obtidos por Rodrigues et al. (2001), avaliando níveis crescentes de treonina em rações de leitões de 6 a 15 kg. Entretanto, esses resultados diferem daquele obtido por Adeola (1995), que verificou aumento na DP em função de níveis crescentes de treonina das rações de leitões de 10 a 20 kg.

Também não se observou efeito ($P>0,10$) dos níveis de treonina da ração sobre a deposição de gordura (DG) na carcaça dos animais. Esse

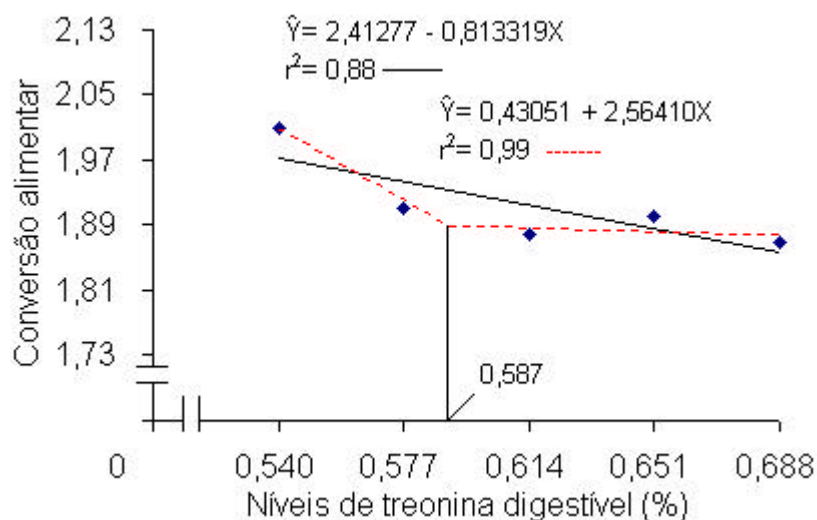


Figura 2 - Efeito do nível de treonina digestível da ração sobre a conversão alimentar (g/g) de leitões dos 15 aos 30 kg mantidas em ambiente de alta temperatura.

resultado corrobora os obtidos por Ertle et al. (2004), que relataram que a influência do suplemento de treonina nas características de carcaça dos animais é muito menor do que no desempenho. No entanto, foi observado que a menor deposição de gordura foi obtida no nível de 0,577% de treonina digestível e, ainda, que a DP variou em valores absolutos, de maneira inversa à DG. Esses resultados podem, provavelmente, explicar a melhoria gradativa ocorrida na CA, entre os níveis de 0,538 e 0,587%, uma vez que a deposição de proteína agrega maior quantidade de água que a deposição de gordura (KYRIAZAKIS et al., 1994).

Os resultados dos pesos absoluto (g) e relativo (%) dos órgãos (fígado, rins e intestino) são apresentados na Tabela 3.

Não foi verificado efeito dos níveis de treonina digestível da ração ($P > 0,10$) sobre os pesos absoluto e relativo de todos os órgãos avaliados. Esses resultados diferem daqueles obtidos por Koong et al. (1982) e Chiba (1994), que, trabalhando com suínos em fase de crescimento e em condições de conforto térmico, verificaram influência dos níveis protéicos da ração sobre os pesos dos principais órgãos metabolicamente ativos (fígado, rins e coração), sendo os maiores valores obtidos nos

Tabela 3 - Resultados de pesos absolutos (g) e relativos (% da carcaça) de fígado, rins e intestino de leitoas dos 15 aos 30 kg mantidas em ambiente de alta temperatura

Variáveis	Níveis de Treonina Digestível (%)					CV %
	0,538	0,577	0,614	0,651	0,688	
	Peso Absoluto (g)					
Fígado	645	585	657	592	585	7,1
Rins	129	116	128	119	113	5,2
Intestino	802	763	769	736	776	7,5
	Peso Relativo (%)					
Fígado	2,95	2,62	2,98	2,70	2,69	6,8
Rins	0,58	0,51	0,59	0,54	0,52	4,2
Intestino	3,66	3,34	3,52	3,36	3,52	6,3

tratamentos que apresentavam maiores concentrações de aminoácidos.

O fato de os animais terem sido submetidos ao estresse por calor durante esse estudo, pode, provavelmente, ter influenciado os resultados, pois, segundo Dauncey e Ingram (1983), o tamanho dos órgãos pode ser influenciado, entre outros fatores, pela temperatura ambiente, tanto em valores absolutos quanto relativos.

Conclusões

Leitoas mantidas em ambiente de alta temperatura, dos 15 aos 30 kg, exigem 0,587% de treonina digestível para melhor conversão alimentar, correspondente a uma relação de 63% com a lisina digestível e a um consumo diário de 7,56 g de treonina digestível.

Referências Bibliográficas

- ADEOLA, O. **Dietary lysine and threonine utilization by young pigs: efficiency or carcass growth.** Purdue: Purdue University Agricultural Research Programs, 1995. (Journal paper nº. 14614).
- BAKER, D. H. Advances in amino acid nutrition and metabolism of swine and poultry. In: KORNEGAY, E. T. **Nutrient management of food animals to enhance and protect the environment.** Boca Raton: FL CRC Lewes Pub., 1996. p. 41-53.
- BERTO, D.A.; WECHSLER, F.S.; NORONHA, C.C. Exigência de treonina de leitões dos 7 aos 12 e dos 12 aos 23 kg. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 31, n. 3, p. 1176-1183, 2002.
- BORG, B.S.; LIBAL, W.; WAHLSTROM, R.C. Tryptopham and threonine requirements of young pigs and their effects on serum calcium, phosphorus and zinc concentrations. **J. Anim. Sci.**, v. 64, p. 1970-1078, 1987.
- BRAGA, J.M. **Avaliação da fertilidade do solo**; ensaios de campo. Viçosa, MG, 1983. p.101.
- BUFFINGTON, D.E.; COLAZZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H. et al. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transac. ASAE**, v. 24, p. 711-714, 1981.
- CHIBA, L.I. Effects of dietary amino acid content between 20 and 50 kg na 100 kg live weight on the subsequent and overall performance of pigs. **Lvstck Prod. Sci.**, v. 39, p. 213-221, 1994.
- CHUNG, T.K.; BAKER, D.H. Ideal amino acid pattern for 10-kilogram pigs. **J. Anim. Sci.**, v. 70, p. 3102-3111, 1992.
- CURTIS, S. E. **Environmental management in animal agriculture.** Ames: State University Press, 1983. 409 p.
- DAUNCEY, M.J.; INGRAN, D.L. Evaluation of the effects of environmental temperature and nutrition on growth and development. **J. Agric. Sci.**, v. 101, p. 291-299, 1983.
- De LANGE, C.F.M.; GILLIS, A.M.; SIMPSON, G.J. Influence of threonine intake on whole-body protein deposition and threonine utilization in growing pigs fed purified diets. **J. Anim. Sci.**, v. 79, p. 3087-3095, 2001.

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. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 21, p. 1100-1106, 1992.

EDMONDS, M.S.; BAKER, D.H. Amino acid excess for young pigs: effects of excess methionine, tryptophan, threonine or leucine. **J. Anim. Sci.**, v. 64, p. 1664-1671, 1987.

ETTLE, T.; ROTH-MAIER, D.A.; BARTELT, J. et al. Requirement of true ileal digestible threonine of growing and finishing pigs. **J. Anim. Physiol. Anim. Nut.**, v. 88, p. 211-222, 2004.

FULLER, M.F. In: Protein metabolism and nutrition: present knowledge of amino acid for maintenance and production: nonruminants. In: INTERNATIONAL SYMP. ON PROTEIN METABOLISM AND NUTRITION, 6., 1991. **Proceedings...** Herning, Denmark, 1991.

FULLER, M.F.; Mc WILLIAN, T.C.; WANG, T.C. et al. The optimum dietary amino acid pattern for growing pigs. 2. Requirements for maintenance and for tissue protein accretion. **Br. J. Nut.**, v. 62, p. 255-267, 1989.

HARPER, A.E.; BENEVENGA, N.J.; WOHLHUETER, R.M. Effects of ingestion of disproportionate amounts of amino acids. **Physiological Reviews**, v. 50, n. 4, p. 428-547, 1970.

KOONG, L.J.; NIENABER, J.A.; PEKAS, J.C.; YEN, J. Effects of plane of nutrition on organ size and fasting heat production in pigs. **J. Nut.**, v. 112, p. 1638-1642, 1982.

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. **Br. J. Nut.**, v. 71, p. 849-859, 1994.

LEWIS, A.J.; PEO JR., E.R. Threonine requirement of pigs weighting 5 to 15 kg. **J. Anim. Sci.**, v. 62, p. 1617-1623, 1986.

MOUGHAN, P.J. Protein metabolism in the growing pig. In: Kyriazakis, I. (Ed.). **A quantitative biology of the pig**. Wallingford, Oxon: CAB International, 1999. p. 199-332.

NRC. **Nutrient requirements of swine**. 10. ed. Washington, DC: NRC, 1998. 189 p.

ORLANDO, U.A.D. **Nível de proteína bruta da ração e efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e parâmetros fisiológicos de leitoas em crescimento**. Viçosa, MG: UFV/DZO, 2001. 77 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

POZZA, P.C.; GOMES, P.C.; DONZELE, J.L. et al. Exigência de treonina digestível para suínos machos castrados dos 15 aos 30 kg. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 28, n. 3, p. 560-568, 1999.

POZZA, P.C.; GOMES, P.C.; DONZELE, J.L. et al. Exigência de treonina digestível para leitoas dos 15 aos 30 kg. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 29, n. 3, p. 817-822, 2000.

RODRIGUES, N.E.B.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Níveis de treonina em rações para leitões dos 6 aos 15 kg. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 30, n. 6, p. 2033-2038, 2001.

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/DZO, 2000. 141 p.

SALDANA, C.L.; KNABE, D.A.; OWEN, K.G.; GREGG, E.J. Digestible threonine requirements of starter and finisher pigs. **J. Anim. Sci.**, v. 72, p. 144-150, 1994.

SILVA, D.J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa, MG: UFV/DZO, 1990. 166 p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA-UFV. **SAEG**-Sistema para análises estatísticas e genéticas. Versão 7.1. Viçosa, MG, 1997. 150 p. (Manual de utilização do programa).

WANG, T.L.; FULLER, M.F. The effect of the plane of nutrition on the optimum dietary aminoacid pattern for growing pigs. **Anim. Prod.**, v. 50, p. 155-164, 1990.

YEN, H.T.; COLE, D.J.A.; LEWIS, D. Amino acid requeriment of growing pigs. 8. The response of pigs from 50 to 90 kg live weight to dietary ideal protein. **Anim. Prod.**, v. 43, p. 155-165, 1986.

EXIGÊNCIA DE TREONINA DIGESTÍVEL EM LEITOAS DOS 30 AOS 60 KG MANTIDAS EM AMBIENTE DE TERMONEUTRALIDADE

RESUMO - Foram utilizadas 70 leitoas, mestiças, com peso inicial de 30,0 ± 0,61 kg, em delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco tratamentos (níveis de treonina digestível), sete repetições e dois animais por unidade experimental, para determinar a exigência de treonina digestível, em ambiente de termoneutralidade (22 °C). Os tratamentos corresponderam aos níveis de 0,498; 0,532; 0,565; 0,598; e 0,631% de treonina digestível. Não houve efeito significativo dos níveis de treonina da ração sobre o ganho de peso diário (GPD) dos animais. A conversão alimentar (CA) melhorou de forma quadrática, em razão dos níveis de treonina das rações. No entanto, o modelo "Linear Response Plateau" (LRP) foi o que melhor se ajustou aos dados, estimando-se em 0,524%, nível a partir do qual a CA permaneceu em um platô. O consumo de ração diário (CRD) reduziu, e o de treonina aumentou de forma linear com os tratamentos. A deposição de gordura (DG) reduziu de forma linear, enquanto a deposição de proteína (DP) não variou com os níveis de treonina da ração. Com relação aos pesos absolutos e relativos dos órgãos avaliados, não se verificou efeito dos tratamentos sobre os pesos absoluto e relativo do fígado, entretanto os pesos absoluto e relativo dos rins e o peso absoluto do intestino aumentaram de forma quadrática com os níveis de treonina digestível da ração. No entanto, o peso relativo do intestino aumentou de forma linear. Concluiu-se que leitoas mantidas em ambiente de termoneutralidade, dos 30 aos 60 kg, exigem 0,524% de treonina digestível, correspondente a uma relação de 63% com a lisina digestível e a um consumo diário de 9,18 g de treonina digestível.

Palavras-chave: desempenho, leitoas, relação treonina digestível:lisina digestível, termoneutralidade.

DIGESTIBLE THREONINE REQUIREMENT IN GILTS FROM 30 TO 60 KG MAINTAINED IN THERMONEUTRAL ENVIRONMENT

ABSTRACT - Seventy crossbred gilts with an initial weight of 30.0 ± 0.61 kg were used in a randomized blocks design, with five treatments (levels of threonine), seven replicates and two animals per experimental unity, to evaluate the requirement of digestible threonine in thermoneutral environment (22 °C). The treatments corresponded of the levels of 0.498; 0.532; 0.565; 0.598; e 0.631% of digestible threonine. It was not observed effect of treatments on weight gain of animals. Although the feed:gain ratio has changed in a quadratic way with the diet threonine level, the Linear Response Plateau (LRP) model was the one that better adjusted to the data estimating in 0.524% the level from occurred a plateau. The food intake reduced and threonine intake increased in a linear way with the treatments. The treatments influenced the fat deposition that reduced linearly while the protein deposition did not change. The absolute and relative weight of liver was not affected by the dietary threonine level. The absolute and relative weight of kidneys and the absolute of small intestine varied in a quadratic way with the treatments while the relative weight of small intestine increased in a linear way. It was concluded that gilts maintained in a thermoneutral environment from 30 to 60 kg require 0.524% of digestible threonine, what represent a relation of 63% with the digestible lysine and a daily intake of 9.18 g of digestible threonine.

Key words: digestible threonine:digestible lysine ratio, environmental temperature, gilts, performance.

Introdução

A alimentação corresponde a cerca de 70% dos custos de produção de suínos (SOBESTIANSKY et al., 1998). Nesse sentido, esforços têm sido realizados para maximizar a eficiência de utilização dos alimentos, buscando-se minimizar os custos de produção. Esses esforços dependem do conhecimento da disponibilidade dos nutrientes dos alimentos e das exigências nutricionais dos suínos nos vários estágios fisiológicos.

Numerosos fatores afetam a exigência nutricional dos suínos, destacando-se dentre estes genética, sexo, níveis de energia e proteína da ração, biodisponibilidade dos aminoácidos da dieta, frequência de alimentação e método estatístico utilizado no cálculo das exigências (BAKER, 1986). Além desses, estressores ambientais, como temperatura, doenças e densidade de alojamento, podem alterar o consumo de ração e o potencial de crescimento dos suínos, podendo, assim, afetar as exigências nutricionais desses animais. Dessa forma, nas últimas décadas o conhecimento das exigências nutricionais dos suínos nas diferentes fases de criação tem sido uma das principais preocupações dos pesquisadores, principalmente em relação às exigências de proteína ou aminoácidos que são os ingredientes mais caros da dieta total. Os métodos utilizados baseiam-se principalmente na avaliação dos efeitos de níveis protéicos crescentes sobre o desempenho e composição de carcaça e suas possíveis interações com sexos, raça, níveis de energia das rações e ambiente, entre outros.

A maior parte dos trabalhos indica que o aumento no teor protéico das rações melhora, comumente, o desempenho e, ou, produz carcaças mais magras, contudo deve-se evitar o excesso. Segundo Fialho (1994), é importante que se trabalhe exatamente com as quantidades de proteína/aminoácido que os animais necessitam, uma vez que níveis inadequados desse nutriente, além de aumentarem a produção de calor, influenciam os requerimentos de manutenção dos animais em questão, principalmente devido ao aumento na perda de nitrogênio na urina.

Atualmente, devido à grande disponibilidade de aminoácidos sintéticos no mercado, a prática da redução nos teores de proteína bruta da ração com suplementação dos aminoácidos limitantes tem sido amplamente utilizada. A suplementação de aminoácidos às rações de suínos com níveis subótimos de proteína tem, dentre outros, o propósito de reduzir os excessos de aminoácidos, que ocorrem em dietas práticas de suínos sem, entretanto, diminuir o desempenho produtivo dos animais. Vários estudos com suínos em fase de crescimento demonstraram que a redução da PB em até 4% com suplementação adequada dos principais aminoácidos limitantes (lisina, metionina, treonina e triptofano) não prejudica o desempenho desses animais.

A suplementação de lisina e metionina tem sido amplamente utilizada pelas grandes empresas produtoras de suínos e aves. Entretanto, quanto à suplementação de treonina, há ainda necessidade de mais pesquisas sobre esse aminoácido, uma vez que os poucos resultados obtidos por alguns pesquisadores não têm sido consistentes.

Ainda em relação à treonina, sabe-se que, muitas vezes, torna-se o segundo ou terceiro aminoácido limitante nas dietas práticas de suínos e que tem sido relatado como de grande importância para manutenção dos animais (FULLER, 1991), em que sua concentração atinge níveis altos na proteína endógena, em comparação com outros aminoácidos essenciais (CHUNG e BAKER, 1992).

Dessa forma, considerando a importância da treonina como aminoácido essencial, as limitações na sua suplementação aos animais e, ainda, os vários fatores que influenciam a sua exigência, propôs-se este estudo, para avaliar a exigência de treonina digestível em leitoas dos 30 aos 60 kg mantidas em ambiente de termoneutralidade.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em salas climatizadas no Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG.

Foram utilizados 70 leitões mestiços (Landrace x Large White), com peso inicial de $30,0 \pm 0,61$ kg, distribuídas em delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco tratamentos (0,498; 0,532; 0,565; 0,598; e 0,631% de treonina digestível), sete repetições e dois animais por unidade experimental, mantidos em ambiente termoneutro. Na formação dos blocos, levaram-se em consideração o peso inicial e o parentesco dos animais.

Os animais, em grupo de dois, foram alojados em gaiolas metálicas suspensas (1,65 m x 1,10 m), com piso ripado, providas de comedouro semi-automático e bebedouro tipo chupeta, mantidas em sala de alvenaria com janelas de vidro do tipo basculante, com cobertura de telha de barro e forro de madeira, com controle de temperatura e umidade relativa.

A temperatura e a umidade relativa interna da sala foram monitoradas diariamente, durante todo o período experimental, três vezes ao dia (8, 13 e 17 h). Os equipamentos de medição ambiental (termômetros de máxima e mínima, de bulbo seco e bulbo úmido e de globo negro) foram mantidos em uma gaiola vazia, no centro da sala, à meia altura do corpo dos animais. Os valores obtidos de temperatura e umidade foram, posteriormente, convertidos no índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), segundo Buffington et al. (1981), caracterizando o ambiente térmico em que os animais foram mantidos.

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

Os animais receberam ração e água à vontade e permaneceram no experimento até atingir o peso de $60,1 \pm 1,83$ kg.

Tabela 1 - Composições centesimais e calculadas das rações experimentais

Ingredientes (%)	Níveis de Treonina Digestível (%)				
	0,498	0,532	0,565	0,598	0,631
Milho	74,423	74,423	74,423	74,423	74,423
Farelo de soja	20,100	20,100	20,100	20,100	20,100
Óleo de soja	0,960	0,960	0,960	0,960	0,960
Fosfato bicálcico	1,420	1,420	1,420	1,420	1,420
Calcário	0,836	0,836	0,836	0,836	0,836
Amido	0,809	0,818	0,827	0,835	0,844
Mistura mineral ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Mistura vitamínica ²	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Sal comum	0,339	0,339	0,339	0,339	0,339
BHT	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
L-Lisina HCl	0,242	0,242	0,242	0,242	0,242
L-Treonina	0,000	0,038	0,074	0,111	0,147
DL-Metionina	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055
L-Triptofano	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
Ácido glutâmico	0,590	0,543	0,498	0,453	0,408
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	Composição calculada ³				
Proteína bruta (%)	16,156	16,156	16,156	16,156	16,156
ED (kcal/kg)	3,402	3,402	3,402	3,402	3,402
Lisina total (%)	0,935	0,935	0,935	0,935	0,935
Lisina digestível (%)	0,830	0,830	0,830	0,830	0,830
Metionina digestível (%)	0,291	0,291	0,291	0,291	0,291
Met+Cis digestível (%)	0,531	0,531	0,531	0,531	0,531
Treonina total (%)	0,603	0,641	0,677	0,713	0,749
Treonina digestível (%)	0,498	0,532	0,565	0,598	0,631
Triptofano digestível (%)	0,158	0,158	0,158	0,158	0,158
Cálcio (%)	0,760	0,760	0,760	0,760	0,760
Fósforo total (%)	0,560	0,560	0,560	0,560	0,560
Fósforo disponível (%)	0,360	0,360	0,360	0,360	0,360
Sódio (%)	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170

¹ Contém em 1 kg: ferro, 100 g; cobre, 10 g; cobalto, 1 g; manganês, 40 g; zinco, 100 g; iodo, 1,5 g; e excipiente q.s.p., 1.000 g.

² Contém em 1 kg: vitamina A, 6.000.000 UI; vitamina D₃, 1.500.000 UI; vitamina E, 15.000.000 UI; vitamina B₁, 1,35 g; vitamina B₂, 4 g; vitamina B₆, 2 g; ácido pantotênico, 9,35 g; vitamina K₃, 1,5 g; ácido nicotínico, 20,0 g; vitamina B₁₂, 20,0 g; ácido fólico, 0,6 g; biotina, 0,08 g; selênio, 0,3 g; e excipiente q. s. p., 1.000 g.

³ Composição calculada segundo Rostagno et al. (2000), com exceção da treonina.

Os resíduos de ração do chão foram coletados diariamente e somados às sobras do comedouro para determinação do consumo de ração no final do período experimental.

No final do período experimental, que durou em média $36 \pm 2,7$ dias, os animais foram submetidos a jejum alimentar de 24 horas, após o que um animal de cada unidade experimental, com o peso mais próximo de 60 kg, foi abatido por dessensibilização e sangramento. Após o abate, procedeu-se à toailete e à abertura da carcaça para retirada dos órgãos (fígado, rins e intestino), que foram posteriormente secados à sombra e pesados.

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 rpm, durante 15 minutos. Após a homogeneização do material triturado, foram retiradas amostras que foram congeladas para posterior determinação da deposição de proteína e gordura, conforme metodologia descrita por Donzele et al. (1992).

Para determinação da composição inicial das carcaças, um grupo adicional de cinco leitoas, com peso médio de 30 kg, foi abatido no início do experimento, seguindo-se o mesmo procedimento de abate dos animais utilizados no experimento.

No preparo das amostras, em razão do alto teor de água e 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-secadas e pré-desengorduradas foram moídas e acondicionadas em vidros, para posteriores análises laboratoriais. Para correção dos valores das análises subseqüentes, foram consideradas a água e a gordura retiradas durante o preparo das amostras.

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

Os valores da composição das carcaças das leitões, no início e 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, bem como dos pesos dos órgãos (fígado, rins e intestino), 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 treonina digestível foi determinada com base nos resultados de desempenho e carcaça, utilizando-se os modelos linear, quadrático e, ou, descontínuo "Linear Response Plateau" (LRP) descritos por Braga (1983), conforme melhor ajuste obtido de cada variável.

Resultados e Discussão

A temperatura interna da sala foi mantida durante o período experimental, em $23,5 \pm 0,5$ °C, umidade relativa $77,1 \pm 6,6\%$ e índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) calculado $72,4 \pm 0,8$. Os parâmetros ambientais determinados durante este estudo podem ser caracterizados como de conforto térmico, para esta categoria animal, considerando-se a faixa de termoneutralidade para suínos de 30 a 60 kg, estabelecida por Curtis (1983).

Os resultados de desempenho, consumo de treonina diário e das deposições de proteína e gordura na carcaça das leitoas dos 30 aos 60 kg encontram-se na Tabela 2.

Não houve efeito significativo ($P>0,10$) dos níveis de treonina da ração sobre o ganho de peso diário (GPD) dos animais. Resultado semelhante de não-variação no ganho de peso de leitoas em fase inicial de crescimento, em razão do aumento do nível de treonina na ração, também foi observado por Pozza et al. (2000).

Tabela 2 - Desempenho, consumo de treonina digestível e deposições de gordura e proteína na carcaça de leitoas dos 30 aos 60 kg mantidas em ambiente de termoneutralidade e alimentadas com rações contendo níveis crescentes de treonina digestível

Variáveis	Níveis de Treonina Digestível (%)					CV (%)
	0,498	0,532	0,565	0,598	0,631	
Ganho de peso (g/dia)	842	905	879	853	840	6,7
Consumo de ração (g/dia) ¹	1763	1755	1733	1693	1666	4,8
Conversão alimentar (g/g) ²	2,10	1,94	1,97	1,98	1,98	5,1
Cons. de treonina dig. (g/dia) ³	8,78	9,34	9,79	10,12	10,51	5,0
Deposição na carcaça (g/dia)						
Proteína	109	102	102	105	100	18,7
Gordura ³	204	189	186	176	178	11,3

^{1 e 3} Efeitos lineares (P<0,02) e (P<0,01), respectivamente.

² Efeito quadrático (P<0,08).

Diversos autores (ROSELL e ZIMMERMAN, 1985; LEWIS e PEO JR.,1986; BORG et al.,1987; GATEL e FEKETE, 1989; SALDANA et al.,1994; POZZA et al.,1999; De LANGE et al., 2001; RODRIGUES et al., 2001; ETTLE et al., 2004), observaram, no entanto, variação significativa do ganho de peso de suínos, em fase de crescimento, em razão do aumento do nível de treonina na ração.

A variação nos resultados pode estar relacionada ao fato de esses autores terem trabalhado com rações que continham menores níveis de proteína, lisina e treonina, comparados aos utilizados neste estudo.

O consumo de ração diário (CRD) variou de forma linear com o nível de treonina da ração (P<0,02), tendo reduzido segundo a equação: $Y = 2154,25 - 765,736X$ ($r^2 = 0,97$). Ficou evidenciado que os animais ajustaram o seu consumo aos níveis de treonina da ração, o que não ocorreria, normalmente, numa situação de estresse por calor, comprovado no segundo experimento.

Esse resultado, embora similar àquele verificado por Rosell e Zimmerman (1985), com leitões dos 5 aos 15 kg, e por Rodrigues et al. (2001), com leitoas dos 30 aos 60 kg, difere dos obtidos por De Lange et al. (2001) e Ettle et al. (2004), que não verificaram alteração no consumo dos suínos em crescimento com o aumento do nível de treonina da ração.

A discrepância nos resultados, quanto à influência do nível de treonina da dieta sobre o consumo de ração em suínos, pode, em parte, ser explicada pela diferença no nível desse aminoácido utilizado nas rações experimentais, nos diversos trabalhos.

Apesar de o CRD ter-se reduzido com o aumento nos níveis de treonina digestível da ração, o consumo de treonina diário aumentou de forma linear ($P < 0,01$) com a equação: $Y = 2,45963 + 12,8307X$ ($r^2 = 0,98$). Tal resultado está relacionado ao aumento gradativo dos níveis de treonina utilizados nas rações experimentais.

A conversão alimentar (CA) melhorou ($P < 0,08$) de forma quadrática, em razão dos níveis de treonina das rações. No entanto, o modelo "Linear Response Plateau" (LRP) foi o que melhor se ajustou aos dados, estimando-se em 0,524% o nível a partir do qual a CA permaneceu em um platô (Figura 1). Esse resultado ficou abaixo do valor de 0,55% recomendado por Rostagno et al. (2000), para suínos em fase de crescimento (30 a 60 kg).

A exigência de treonina determinada pela CA, neste estudo, está relacionada ao efeito dos níveis de treonina sobre o CRD, que foi reduzido, sem prejudicar o GPD.

Os resultados corroboram aqueles verificados por Schutte et al. (1990), Pozza et al. (2000), Rodrigues et al. (2001) e Ettle et al. (2004), que também observaram efeito positivo dos níveis de treonina sobre a CA de suínos em fase de crescimento, muito embora ocorressem discrepâncias entre os valores de treonina nos quais foram obtidos os melhores resultados de CA. Assim, o nível de treonina digestível estimado em 0,524% foi similar àquele de 0,51% determinado por Pozza et al. (2000), com leitoas de 15 a 30 kg. Entretanto, ficou abaixo daquele de 0,618% calculado a partir dos dados obtidos por Rodrigues et al. (2001) e

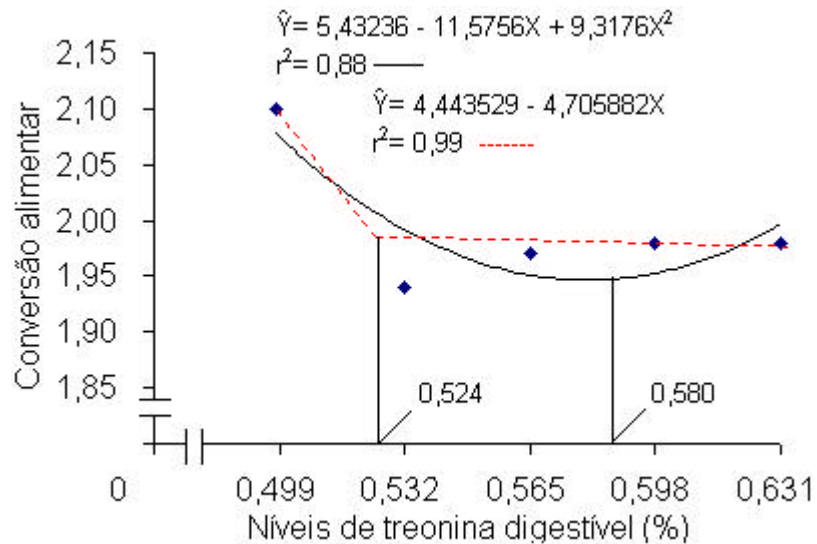


Figura 1 - Efeito do nível de treonina digestível da ração sobre a conversão alimentar (g/g) de leitões dos 30 a 60 kg mantidas em ambiente de termoneutralidade.

de 0,57% encontrado por Schutte et al. (1990), para leitões de 30 a 60 kg e de 20 a 40 kg, respectivamente.

No nível em que se observou a melhor resposta de CA, a relação calculada da treonina digestível:lisina digestível correspondeu a 63%, ficando abaixo daquela de 68% proposta por Rostagno et al. (2000). No entanto, as relações encontradas por Schutte et al. (1990) e Rodrigues et al. (2001) foram de 60 e 75%, respectivamente. Possíveis fatores, como a genética dos animais, o ambiente e a composição das rações experimentais, podem justificar essa variação. Somados a esses fatores, o peso corporal e o "status" sanitário dos animais podem ter influenciado os resultados, considerando-se que a treonina tem participação significativa na exigência de manutenção (CHUNG e BAKER, 1992) e como constituinte das imunoglobulinas (FEDNA, 2004).

Em relação às características de carcaça dos animais, observou-se efeito ($P < 0,01$) do nível de treonina da ração sobre a deposição de gordura (DG), que se reduziu de forma linear segundo a equação: $Y = 303,333 - 207,02X$ ($r^2 = 0,89$).

Verificou-se que o maior valor de DG (204 g/dia) ocorreu no tratamento com o maior CRD, em razão do excesso de energia, que foi depositado como gordura.

Redução da DG na carcaça de suínos, em razão do nível de treonina da ração, também foi observado por Taylor et al. (1982) e Adeola (1995).

Não se observou efeito ($P>0,10$) dos níveis de treonina da ração sobre deposição de proteína (DP) na carcaça dos animais. Resultados similares foram obtidos por Rodrigues et al. (2001) e Etle et al. (2004), avaliando níveis crescentes de treonina em rações de suínos de 6 a 15 kg e de 35 a 65 kg, respectivamente. Esses resultados corroboram o relato de Etle et al. (2004) de que a influência do suplemento de treonina nas características de carcaça é menor que no desempenho. Entretanto, diferem daquele obtido por Adeola (1995) e Rodrigues et al. (2001), que verificaram aumento nas DPs em razão de níveis crescentes de treonina nas rações de leitões de 10 a 20 kg e de leitoas de 30 a 60 kg, respectivamente.

As variações observadas entre os resultados podem estar relacionadas a diferenças na composição das rações experimentais, uma vez que, de acordo com Beech et al. (1991), o ganho de peso dos animais pode variar mesmo com similar nível de treonina digestível entre as rações.

Os resultados de peso absoluto, expresso em gramas, e de peso relativo, expresso como porcentagem da carcaça, dos órgãos (fígado, rins e intestino) são apresentados na Tabela 3.

Os níveis de treonina digestível da ração não influenciaram ($P>0,10$) os pesos absoluto e relativo do fígado, embora tenha havido um aumento linear no consumo de treonina diário. Esse resultado difere dos obtidos por Chen et al. (1998), Hannas et al. (2000) e Le Bellego e Noblet (2002), que observaram efeito do aumento dos níveis de proteína bruta e, ou, aminoácidos sobre os órgãos de suínos em fase inicial de crescimento. Entretanto, constatou-se que os pesos absoluto e relativo dos rins variaram de forma quadrática ($P<0,01$), tendo aumentado até o nível

Tabela 3 - Resultados de pesos absolutos (g) e relativos (% da carcaça) de fígado, rins e intestino de leitões dos 30 aos 60 kg mantidas em ambiente de termoneutralidade

Variáveis	Níveis de Treonina Digestível (%)					CV %
	0,498	0,532	0,565	0,598	0,631	
Peso Absoluto (g)						
Fígado	1054	1151	1152	1141	1102	6,4
Rins ¹	201	217	223	226	213	6,4
Intestino ²	1203	1281	1200	1203	1364	7,7
Peso Relativo (%)						
Fígado	0,48	0,56	0,47	0,50	0,50	6,9
Rins ¹	0,43	0,48	0,49	0,49	0,47	5,5
Intestino ³	2,54	2,85	2,61	2,62	3,01	8,7

^{1 e 2} Efeitos quadráticos (P<0,01) e (P<0,09), respectivamente.

³ Efeito linear (P<0,02).

estimado de 0,577 ($Y = -1069,37 + 4485,09X - 3884,97X^2$; $r^2 = 0,97$) e 0,579% ($Y = -2,9045 + 11,7507X - 10,1479X^2$; $r^2 = 0,94$) de treonina digestível, respectivamente. Observando os dados de órgãos, o fato de o peso de fígado não ter sido influenciado, ao passo que o de rins variou com os níveis de treonina da ração, estaria indicando que os rins provavelmente estão mais envolvidos com o metabolismo desse aminoácido.

O peso absoluto de intestino aumentou de forma quadrática (P<0,09) com os níveis de treonina digestível da ração, sendo estimado o nível de 0,540% ($Y = 5885,57 - 17324,6X + 16025X^2$; $r^2 = 0,57$) de treonina digestível, em que se obteve o maior valor, ao passo que o peso relativo de intestino aumentou de forma linear (P<0,02) com os níveis de treonina digestível da ração, segundo a equação $Y = 1,4842 + 2,17794X$ ($r^2 = 0,74$). Tais resultados podem estar relacionados com a constituição aminoacídica das proteínas de origem endógena, uma vez que a

concentração de treonina nessas proteínas é relativamente mais elevada se comparada com a de outros aminoácidos essenciais, fazendo parte das secreções gastrintestinais, ainda que esse aminoácido represente uma fonte preferencial de nitrogênio endógeno para os microrganismos que normalmente habitam esse ambiente (LIEN et al., 1997).

Resultados similares de influência dos níveis de aminoácidos e, ou, proteína da ração sobre o peso do trato gastrintestinal foram constatados por Le Bellego e Noblet (2002) com suínos em fase inicial de crescimento.

Esses resultados estariam indicando que o rendimento de carcaça pode ser influenciado pelos níveis de treonina da ração, uma vez que este aminoácido influencia a massa visceral dos órgãos e, conseqüentemente, a proporção entre o peso da carcaça e o peso corporal (Le BELLEGO e NOBLET, 2002).

Conclusões

Leitoas dos 30 aos 60 kg mantidas em ambiente de termoneutralidade exigem 0,524% para melhor conversão alimentar de treonina digestível, correspondente a uma relação de 63% com a lisina digestível e a um consumo diário de 9,18 g/dia de treonina digestível.

Referências Bibliográficas

- ADEOLA, O. **Dietary lysine and threonine utilization by young pigs: efficiency or carcass growth.** Purdue: Purdue University Agricultural Research Programs, 1995. (Journal paper nº. 14614).
- BAKER, D.H. Problems and pitfalls in animal experiments designed to establish dietary requirements for essential nutrients. **J. Nut.**, v. 116, p. 2339-2348, 1986.
- BEECH, S.A.; BATERHAM, E.S.; ELLIOT, R. Utilization of ileal digestible amino acids by growing pigs: threonine. **Br. J. Nut.**, v. 65, p. 381-390, 1991.
- BORG, B.S.; LIBAL, W.; WAHLSTROM, R.C. Tryptophan and threonine requirements of young pigs and their effects on serum calcium, phosphorus and zinc concentrations. **J. Anim. Sci.**, v. 64, p. 1970-1078, 1987.
- BRAGA, J.M. **Avaliação da fertilidade do solo**; ensaios de campo. Viçosa, MG, 1983. p.101.
- BUFFINGTON, D.E.; COLAZZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H. et al. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transac. ASAE**, v. 24, p. 711-714, 1981.
- CHEN, H.Y.; MILLER, P.S.; LEWIS, A.J. The effect of protein intake on the growth performance, plasma urea concentration, liver weight, and arginase activity of finishing barrows and gilts. **Nebraska Swine Report**, p. 34-35, 1998.
- CHUNG, T.K.; BAKER, D.H. Ideal amino acid pattern for 10-kilogram pigs. **J. Anim. Sci.**, v. 70, p. 3102-3111, 1992.
- CURTIS, S. E. **Environmental management in animal agriculture.** Ames: State University Press, 1983. 409 p.
- De LANGE, C.F.M.; GILLIS, A.M.; SIMPSON, G.J. Influence of threonine intake on whole-body protein deposition and threonine utilization in growing pigs fed purified diets. **J. Anim. Sci.**, v. 79, p. 3087-3095, 2001.
- 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. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 21, p. 1100-1106, 1992.

ETTLE, T.; ROTH-MAIER, D.A.; BARTELT, J. et al. Requirement of true ileal digestible threonine of growing and finishing pigs. **J. Anim. Physiol. Anim. Nut.**, v. 88, p. 211-222, 2004.

FEDNA. **Necesidades de treonina en animales monogástricos**. Madrid: Fedna, 2004.

FIALHO, E.T. Influência da temperatura ambiental sobre a utilização da proteína e energia em suínos em crescimento e terminação. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS, 1994, São Paulo. **Anais...** São Paulo: CBNA, 1994. p. 63-83.

GATEL, F.; FEKETE, J. Lysine and threonine balance and requirements for weaned piglets 10-25 kg live weight fed cereal-based diets. **Lvstck Prod. Sci.**, v. 23, n. 1, p. 195-206, 1989.

HANNAS, M.I.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Proteína bruta para suínos machos castrados mantidos em ambiente de conforto térmico dos 15 aos 30 kg. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 29, p. 476-484, 2000.

LE BELLEGO, L.; NOBLET, J. Performance and utilization of dietary energy and amino acids in piglets fed low protein diets. **Lvstck Prod. Sci.**, v. 76, p. 45-58, 2002.

LEWIS, A.J.; PEO JR., E.R. Threonine requirement of pigs weighting 5 to 15 kg. **J. Anim. Sci.**, v. 62, p. 1617-1623, 1986.

LIEN, K.; SAUER, W.C.; MOSENTHIN, R. et al. Evaluation of the N-isotope dilution technique for determining the recovery of endogenous protein in ileal digesta of pigs: effect of dilution in the precursor pool for endogenous nitrogen secretion. **J. Anim. Sci.**, v. 75, p. 148-158, 1997.

POZZA, P.C.; GOMES, P.C.; DONZELE, J.L. et al. Exigência de treonina digestível para suínos machos castrados dos 15 aos 30 kg. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 28, n. 3, p. 560-568, 1999.

POZZA, P.C.; GOMES, P.C.; DONZELE, J.L. et al. Exigência de treonina digestível para leitões dos 15 aos 30 kg. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 29, n. 3, p. 817-822, 2000.

RODRIGUES, N.E.B.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Níveis de treonina em rações para leitões dos 6 aos 15 kg. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 30, n. 6, p. 2033-2038, 2001.

RODRIGUES, N.E.B.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Níveis de treonina em rações para leitões com alto potencial genético para deposição de carne magra dos 30 aos 60 kg. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 30, n. 6, p. 2039-2045, 2001.

ROSELL, V.L.; ZIMMERMAN, D.R. Threonine requirement of pigs weighing 5 to 15 kg and the effects of excess methionine in diets marginal in threonine. **J. Anim. Sci.**, v. 60, p. 480-486, 1985.

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/DZO, 2000. 141 p.

SALDANA, C.L.; KNABE, D.A.; OWEN, K.G.; GREGG, E.J. Digestible threonine requirements of starter and finisher pigs. **J. Anim. Sci.**, v. 72, p. 144-150, 1994.

SCHUTTE, J.B.; BOSCH, M.W.; LENIS, N.P. et al. Amino acid requirements of pigs. 2. Requirements for apparent digestible threonine young pigs. *Neth. J. Agric. Sci.*, v. 38, p. 597-607, 1990.

SILVA, D.J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa, MG: UFV/DZO, 1990. 166 p.

SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.; SILVEIRA, P.R.S.; SESTI, L.A.C. **Suinocultura Intensiva: Produção, manejo e saúde do rebanho**. Brasília: Embrapa, 1998.

TAYLOR, A.J.; COLE, D.J.A.; LEWIS, D. Amino acid requirements of growing pigs. 3. Threonine. **Anim. Prod.**, v. 34, p. 1-8, 1982.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **SAEG: Sistema para análises estatísticas e genéticas**. Versão 7.1. Viçosa, MG, 1997. 150 p. (Manual de utilização do programa).

4. CONCLUSÕES GERAIS

As exigências de treonina digestível em leitoas dos 15 aos 30 kg mantidas em ambientes de termoneutralidade e de alta temperatura são, respectivamente, de 0,621 e 0,587%, correspondentes às relações de 67 e 63%, com a lisina digestível; quando os animais foram mantidos em ambiente de termoneutralidade dos 30 aos 60 kg, essa exigência foi de 0,524%, correspondente à relação de 63% com a lisina digestível, para melhor desempenho.