



Níveis de treonina digestível em rações para leitões dos 15 aos 30 kg mantidas em ambiente de alta temperatura¹

Edilson Paes Saraiva², Rita Flávia Miranda de Oliveira³, Juarez Lopes Donzele³, Francisco Carlos de Oliveira Silva⁴, Roberta Gomes Marçal Vieira Vaz², Jefferson Costa Siqueira², Maria Cristina Manno², Will Pereira de Oliveira⁵

¹ Parte da tese de Doutorado do primeiro autor - Projeto apoiado pela Ajinomoto.

² Pós-graduação em Zootecnia - UFV.

³ Departamento de Zootecnia - UFV.

⁴ EPAMIG.

⁵ Graduação em Zootecnia - UFV - Bolsista CNPq.

RESUMO - Este estudo foi realizado objetivando-se avaliar níveis de treonina digestível em rações para leitões em crescimento mantidas em ambiente de alta temperatura. Foram utilizadas 70 leitões mestiços com peso inicial de $14,9 \pm 0,56$ kg, distribuídas em delineamento de blocos ao acaso, com cinco tratamentos (níveis de treonina digestível), sete repetições e dois animais por unidade experimental. Os tratamentos corresponderam aos níveis de 0,538; 0,577; 0,614; 0,651 e 0,688% de treonina digestível na ração. O ganho de peso diário e o consumo médio diário de treonina aumentaram de forma linear com os níveis de treonina da ração, enquanto, o consumo diário de ração não foi influenciado pelos tratamentos. Embora a conversão alimentar tenha variado de forma linear com os tratamentos, por meio do modelo "Linear Response Plateau" (LRP), estimou-se em 0,587% o nível ótimo de treonina digestível na ração. As deposições diárias de proteína e gordura na carcaça dos animais não foram influenciadas pelos níveis de treonina da ração, que também não influenciaram os pesos absoluto e relativo dos órgãos avaliados. Concluiu-se que, para leitões dos 15 aos 30 kg, mantidas em ambiente de alta temperatura, o nível de 0,587% de treonina digestível na ração proporcionou a melhor resposta de conversão alimentar, o que representa uma relação treonina:lisina digestível de 63%.

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

Dietary levels of digestible threonine for gilts from 15 to 30 kg on high environmental temperature

ABSTRACT - This trial was conducted to evaluate the dietary levels of digestible threonine for growing gilts on heat stress environment. Seventy crossbreed gilts averaging initial weight of 14.9 ± 0.56 kg were assigned to a complete randomized blocks design with five treatments (levels of digestible threonine) of seven replications (two animals per experimental unity). The treatments consisted of the following dietary digestible threonine levels: 0.538, 0.577, 0.614, 0.651, and 0.688%. Daily weight gain and threonine intake linearly increased as the dietary threonine level increased, whereas daily feed intake was not affected. Although feed:gain ratio linearly changed with the treatments, the best dietary digestible threonine level was estimated in 0.587%. Daily depositions of protein and fat in the carcass and absolute and relative weights of the evaluated organs were not affected by the treatments. It was concluded that gilts from 15 to 30 kg on heat stress environment require 0.587% of digestible threonine in the diet to obtain better feed:gain ratio, leading to a threonine digestible: digestible lysine ratio of 63%.

Key Words: performance, temperature, threonine:digestible lysine ratio

Introdução

Durante muitos anos, a formulação de rações para suínos foi realizada com base na proteína bruta, o que, na prática, representava excesso de aminoácidos para os animais que, inevitavelmente, seria metabolizado e seus resíduos excretados para o ambiente.

O aumento da disponibilidade dos aminoácidos no mercado tem favorecido o uso de dietas com menor

percentual de proteína bruta e reduzido o custo da ração e o impacto ambiental.

Alguns estudos foram realizados na tentativa de estabelecer as exigências de aminoácidos para suínos nas diferentes fases de crescimento. Entretanto, os resultados são contraditórios, em decorrência de fatores como: estágio fisiológico do animal, nível de consumo, genética, sexo, concentração de energia ou proteína bruta na ração e condições ambientais (Baker, 1996). Esses trabalhos têm

comprovando que o perfil aminoacídico das dietas também pode influenciar os resultados, de modo que o estabelecimento do balanço ideal dos aminoácidos essenciais para suínos torna-se fundamental para formulação de rações economicamente viáveis.

Entre os diferentes aminoácidos, a treonina foi o último aminoácido essencial a ser descoberto e caracterizado e, em razão de sua importância em dietas práticas para suínos, tem sido mais estudada, principalmente em virtude da escassez de informações sobre seus efeitos na nutrição animal e das condições em que sua suplementação nas rações seria benéfica aos animais.

Em estudos sobre o metabolismo animal, a treonina tem sido destacada como de grande importância para manutenção, podendo ser encontrada em altos níveis na proteína endógena, em relação a outros aminoácidos essenciais. Assim, ao se corrigir a perda endógena dos aminoácidos, obtêm-se maiores valores para a digestibilidade dos aminoácidos essenciais, sobretudo o triptofano, a treonina e a arginina (Chung & Baker, 1992).

Uma vez que a treonina é o terceiro ou o segundo aminoácido limitante em rações à base de cereais para suínos em crescimento, as respostas no desempenho desses animais podem estar associadas ao seu nível na dieta.

Estimativas das exigências de treonina para suínos nas fases de crescimento e terminação, geralmente, são feitas adotando-se o conceito de proteína ideal (Fuller et al., 1989; NRC, 1998). Entretanto, a relação ótima treonina:lisina nas rações não é constante, podendo ser influenciada por fatores como fase de crescimento do animal, deposição de carne magra, nível de alimentação e, possivelmente, composição da dieta (NRC, 1998; Moughan, 1999; De Lange et al., 2001).

Considerando-se que as exigências de treonina não estão bem definidas e que são influenciadas por fatores de ambiente, realizou-se este estudo para avaliar níveis de treonina digestível em rações para leitoas mantidas em ambiente de alta temperatura dos 15 aos 30 kg.

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 $14,9 \pm 0,56$ 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, considerando-se o peso inicial dos animais na formação dos blocos.

Os animais foram alojados, em pares, em gaiolas metálicas suspensas (1,65 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, 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 três vezes ao dia (8, 13 e 17h), durante todo o período experimental.

Os equipamentos de medição ambiental (termômetros de máxima e mínima, de bulbo seco, 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 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, foram formuladas à base de milho, farelo de soja, glúten de milho e amido e suplementadas com minerais, vitaminas e aminoácidos, de acordo com recomendações de Rostagno et al. (2000), à exceção dos níveis de treonina, que constituíram os tratamentos. Diferentes níveis de treonina digestível foram obtidos a partir da inclusão de L-treonina nas rações, 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 $30,1 \pm 1,36$ kg. Os resíduos de ração do chão foram coletados diariamente e somados às sobras do comedouro, para determinação do consumo ao final do período experimental.

No final do período experimental ($27 \pm 2,3$ dias), os animais foram submetidos a jejum alimentar de 24 horas. Um animal de cada unidade experimental com o peso mais próximo de 30 kg foi abatido por insensibilização 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 e a metade direita, 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 das deposições de proteína e gordura, conforme metodologia descrita por Donzele et al. (1992).

Tabela 1 - Composição (%) calculada das rações experimentais

Table 1 - Calculated (%) composition and of the experimental diets

Ingrediente (%) <i>Ingredient</i>	Nível de treonina digestível (%) <i>Digestible threonine level</i>				
	0,538	0,577	0,614	0,651	0,688
Milho grão (<i>Corn</i>)	72,823	72,823	72,823	72,823	72,823
Farelo de soja (<i>Soybean meal</i>)	18,745	18,745	18,745	18,745	18,745
Glúten de milho (<i>Corn gluten</i>)	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500
Amido (<i>Starch</i>)	0,155	0,166	0,176	0,184	0,195
Fosfato bicálcico (<i>Dicalcium phosphate</i>)	1,792	1,792	1,792	1,792	1,792
Calcário (<i>Limestone</i>)	0,785	0,785	0,785	0,785	0,785
Mistura mineral (<i>Mineral mix</i>) ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Mistura vitamínica (<i>Vitamin mix</i>) ²	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Sal comum (<i>Salt</i>)	0,366	0,366	0,366	0,366	0,366
Óleo de soja (<i>Soybean oil</i>)	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Antibiótico	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
BHT	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Ácido glutâmico (<i>Glutamic acid</i>)	0,590	0,536	0,485	0,436	0,384
L-lisina (<i>L-lysine</i>)	0,381	0,381	0,381	0,381	0,381
L-treonina (<i>L-threonine</i>)	-	0,043	0,084	0,125	0,166
L-triptofano (<i>L-tryptophan</i>)	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028
DL-metionina (<i>DL-methionine</i>)	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada ³					
<i>Calculated composition</i>					
Proteína bruta (<i>Crude protein</i>) (%)	17,6	17,6	17,6	17,6	17,6
ED (<i>Digestible energy</i>) (kcal/kg)	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400
Lisina total (<i>Total lysine</i>) (%)	1,037	1,037	1,037	1,037	1,037
Lisina digestível (<i>Digestible lysine</i>) (%)	0,930	0,930	0,930	0,930	0,930
Treonina total (<i>Total threonine</i>) (%)	0,648	0,690	0,731	0,772	0,812
Treonina digestível (%) (<i>Digestible threonine</i>)	0,538	0,577	0,614	0,651	0,688
Met+Cis digestível (%) (<i>Digestible Met + cis</i>)	0,558	0,558	0,558	0,558	0,558
Metionina digestível (%) (<i>Digestible methionine</i>)	0,251	0,251	0,251	0,251	0,251
Triptofano digestível (%) (<i>Digestible thryptophan</i>)	0,177	0,177	0,177	0,177	0,177
Valina digestível (%) (<i>Digestible valine</i>)	0,681	0,681	0,681	0,681	0,681
Cálcio (<i>Calcium</i>) (%)	0,830	0,830	0,830	0,830	0,830
Fósforo total (<i>Total phosphorus</i>) (%)	0,629	0,629	0,629	0,629	0,629
Fósforo disponível (%) (<i>Available phosphorus</i>)	0,430	0,430	0,430	0,430	0,430

¹ Contém em 1 kg (*Contents/kg*): Fe, 100 g; Cu, 10 g; Co, 1 g; Mn, 40 g; Zn, 100 g; I, 1,5 g; e excipiente (*excipient*) q.s.p., 1000 g.

² Contém em 1 kg (*Contents/kg*): vit. A, 6.000.000 UI; vit. D3, 1.500.000 UI; vit. E, 15.000.000 UI; vit. B1, 1,35 g; vit. B2, 4 g; vit. B6, 2 g; ácido pantotênico (*panthotenic acid*), 9,35 g; vit. K3, 1,5 g; ácido nicotínico (*nicotinic acid*), 20,0 g; vit. B12, 20,0 g; ácido fólico (*folic acid*), 0,6 g; biotina (*biotin*), 0,08 g; Se, 0,3 g; e excipiente (*excipient*) q. s. p., 1000 g.

³ Composição calculada segundo Rostagno et al. (2000), com exceção dos níveis de treonina digestível (*Calculated composition according to Rostagno et al. [2000], except for digestible threonine*).

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

No preparo das amostras, em razão dos altos teores de água e de gordura do material, procedeu-se à pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 60°C, por 72 horas, e ao pré-desengorduramento a quente, em aparelho extrator do tipo "Soxhlet", por quatro horas. As amostras pré-secas e pré-desengorduradas foram moídas e acondicionadas em vidros, para posteriores análises laboratoriais. Para correção dos valores das análises subsequentes, 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 Univer-

sidade Federal de Viçosa (UFV), conforme técnicas descritas por Silva (1990).

Os valores de 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), de deposições de proteína e gordura nas carcaças e dos pesos dos órgãos (fígado, rins e intestino) foram realizadas utilizando-se o programa computacional SAEG (UFV, 1997).

O nível ótimo de treonina digestível na ração foi determinado 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 o melhor ajuste obtido para cada variável.

Resultados e Discussão

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

Os resultados de desempenho, consumo diário de treonina e deposições de proteína e gordura, utilizados para determinação da exigência de treonina digestível de leitões 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 segundo a equação: $\bar{Y} = 0,337952 + 0,373411X$ ($r^2 = 0,76$). 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 & Peo Jr. (1986), embora tenham trabalhado com suínos de 5 a 15 kg. Alguns autores (Saldana et al., 1994; Rodrigues et al., 2001; e Berto et al., 2002), no entanto, constataram resposta 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) registraram aumento no consumo,

conforme a elevação dos níveis crescentes de treonina na ração, enquanto Rosell & 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 o CRD, pode ser justificada pelas diferenças nos níveis utilizados e, neste trabalho, provavelmente pela temperatura ambiente, que se encontrava alta, reduzindo o consumo de ração e, conseqüentemente, o de treonina. Dessa forma, os animais não atingiram seu máximo ganho de peso, apresentando resposta linear crescente ao 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: $\bar{Y} = -0,0638997 + 1,39623X$ ($r^2 = 0,96$), evidenciando que, em condições de alta temperatura, as leitões de 15 a 30 kg não aumentaram o consumo para atender às exigências de treonina. No entanto, o aumento do consumo de treonina digestível, decorrente das concentrações nas rações experimentais, provavelmente não causou excesso desse aminoácido, pois não houve redução no consumo de ração. De acordo com Harper et al. (1970), redução na ingestão de alimento constitui resposta primária, em decorrência do 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), por meio do modelo "Linear Response Plateau" (LRP), estimou-se em 0,587% o nível

Tabela 2 - Desempenho, consumo de treonina digestível e deposições de gordura e proteína na carcaça, de acordo com os níveis de treonina digestível da ração

Table 2 - Mean performance, digestible threonine intake and fat and protein depositions in the carcass, according to the dietary levels of digestible threonine

Variável Variable	Nível de treonina digestível (%) Digestible threonine level (%)					CV (%)
	0,538	0,577	0,614	0,651	0,688	
Ganho de peso (g/dia) ¹ Weight gain (g/day) ¹	541	543	588	569	598	8,4
Consumo de ração (g/dia) Feed intake (g/day)	1083	1040	1105	1081	1116	8,9
Conversão alimentar (g/g) ² Feed:gain ratio ²	2,01	1,91	1,88	1,90	1,87	3,3
Consumo de treonina digestível (g/dia) ² Digestible threonine intake (g/day) ²	5,3	6,0	6,8	7,0	7,7	8,7
Deposição na carcaça (g/dia) Carcass deposition (g/day)						
Proteína Protein	63	66	68	63	65	9,2
Gordura Fat	86	77	86	90	86	13,3

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

^{1, 2} Linear effect ($P < 0,04$) ($P < 0,01$), respectively.

ótimo de treonina digestível na ração (Figura 1). 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 (0,52 e 0,53%, respectivamente).

Resultados semelhantes de melhoria de CA com níveis crescentes de treonina na ração para suínos em fase inicial de crescimento também foram verificados por outros autores (Lewis & Peo Jr., 1986; Borg et al., 1987; Edmonds & Baker, 1987; Saldana et al., 1994; Pozza et al., 1999; Rodrigues et al., 2001; Berto et al., 2002).

O decréscimo significativo na quantidade de alimento necessária por unidade de ganho, até o nível estimado de 0,587% de treonina digestível era 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 necessário para máximo crescimento, como relatado por Orlando et al. (2001).

A relação calculada de treonina digestível:lisina digestível no nível que proporcionou a melhor conversão alimentar (0,587%) correspondeu a 63%, acima da conversão recomendada por Pozza et al. (2000), de 61%, e igual à preconizada por Rhodimet (1993) para essa mesma categoria animal. Entretanto, maiores relações treonina digestível:lisina digestível (66 e 67%, respectivamente) foram obtidas por Yen (1986) e Wang & Fuller (1990).

Não se observou efeito ($P>0,10$) dos níveis de treonina digestível da ração sobre a deposição de proteína (DP) na

carcaça. Resultados semelhantes foram obtidos por Rodrigues et al. (2001), ao avaliarem níveis crescentes de treonina em rações para leitões de 6 a 15 kg. Esses resultados diferem, entretanto, daquele obtido por Adeola (1995), que constatou aumento na DP, conforme os 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 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 que no desempenho.

Os resultados dos pesos absoluto (g) e relativo (%) dos órgãos (fígado, rins e intestino) são apresentados na Tabela 3. Não houve efeito dos níveis de treonina digestível da ração ($P>0,10$) sobre os pesos absoluto e relativo dos órgãos avaliados, o que contraria os relatos de Koong et al. (1982) e Chiba (1994), que verificaram influência dos níveis protéicos da ração sobre os pesos do fígado, dos rins e do coração de suínos em crescimento e terminação mantidos em ambiente de conforto térmico. Neste estudo, os maiores valores foram obtidos nos tratamentos com maiores concentrações de aminoácidos.

O fato de os animais terem sido submetidos ao estresse por calor provavelmente contribuiu para os resultados, pois, segundo Dauncey & Ingram (1983), o tamanho dos órgãos pode ser influenciado pela temperatura ambiente, tanto em valores absolutos quanto relativos.

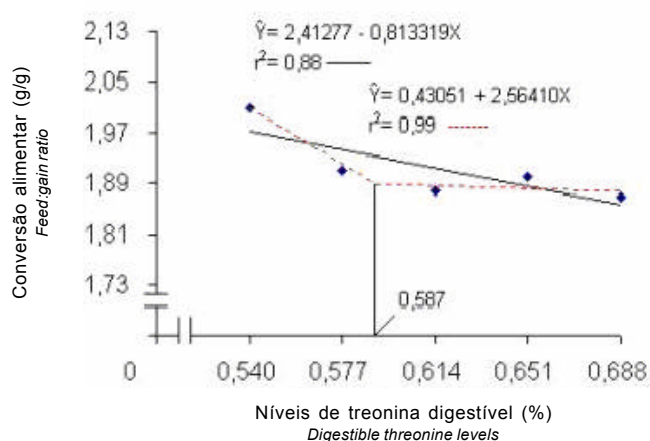


Figura 1 - Efeito do nível de treonina digestível da ração sobre a conversão alimentar (g/g) de leitões mantidas em ambiente de alta temperatura dos 15 aos 30 kg.

Figure 1 - Effect of dietary digestible threonine level on feed:gain ratio (g/g) of gilts kept under high environmental temperature from 15 to 30 kg.

Tabela 3 - Valores de pesos absoluto (g) e relativo (% da carcaça) de fígado, rins e intestino, de acordo com os níveis de treonina digestível da ração

Table 3 - Mean absolute (g) and relative weights (% of carcass), of liver, kidneys and gut according to the dietary levels of digestible threonine

Variável Variable	Nível de treonina digestível (%) Digestible threonine level (%)					CV (%)
	0,538	0,577	0,614	0,651	0,688	
	Peso absoluto (g) Absolute weight					
Fígado Liver	645	585	657	592	585	7,1
Rins Kidneys	129	116	128	119	113	5,2
Intestino Gut	802	763	769	736	776	7,5
	Peso relativo (%) Relative weight					
Fígado Liver	2,95	2,62	2,98	2,70	2,69	6,8
Rins Kidneys	0,58	0,51	0,59	0,54	0,52	4,2
Intestino Gut	3,66	3,34	3,52	3,36	3,52	6,3

Conclusões

O nível de 0,587% de treonina digestível, correspondente a uma relação de 63% com a lisina digestível e a um consumo diário de 7,56 g de treonina digestível, proporcionou a melhor resposta de conversão alimentar de leitões em ambiente de alta temperatura dos 15 aos 30 kg.

Literatura Citada

- ADEOLA, O. **Dietary lysine and threonine utilization by young pigs: efficiency or carcass growth**. Purdue: Purdue University Agricultural Research Programs, 1995. (Journal paper n°. 14614).
- BAKER, D.H. Advances in amino acid nutrition and metabolism of swine and poultry. In: KORNEGAY, E.T. (Ed.) **Nutrient management of food animals to enhance and protect the environment**. Boca Raton: FL CRC Lewes Publication, 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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1176-1183, 2002.
- 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. **Journal of Animal Science**, v.64, p.1970-1078, 1987.
- BRAGA, J.M. **Avaliação da fertilidade do solo**; ensaios de campo. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 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. **Transaction of the 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. **Livestock Production of Science**, v.39, p.213-221, 1994.
- CHUNG, T.K.; BAKER, D.H. Ideal amino acid pattern for 10-kilogram pigs. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3102-3111, 1992.
- CURTIS, S.E. **Environmental management in animal agriculture**. Ames: State University Press, 1983. 409p.
- DAUNCEY, M.J.; INGRAN, D.L. Evaluation of the effects of environmental temperature and nutrition on growth and development. **Journal of Agricultural Science**, 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. **Journal of Animal Science**, v.79, p.3087-3095, 2001.
- DONZELE, J.L.; COSTA, P.M.A.; ROSTAGNO, H.S. et al. Efeitos de níveis de energia digestíveis na composição da carcaça de suínos de cinco a quinze quilos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, p.1100-1106, 1992.
- EDMONDS, M.S.; BAKER, D.H. Amino acid excess for young pigs: effects of excess methionine, tryptophan, threonine or leucine. **Journal of Animal Science**, 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. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.8, p.211-222, 2004.
- 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. **British Journal of Nutrition**, 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, p.428-547, 1970.
- KOONG, L.J.; NIENABER, J.A.; PEKAS, J.C. et al. Effects of plane of nutrition on organ size and fasting heat production in pigs. **Journal of Nutrition**, v.112, p.1638-1642, 1982.
- LEWIS, A.J.; PEO JR., E.R. Threonine requirement of pigs weighting 5 to 15 kg. **Journal of Animal Science**, v.62, p.1617-1623, 1986.
- MOUGHAN, P.J. Protein metabolism in the growing pig. In: KYRIAZAKIS, L. (Ed.). **A quantitative biology of the pig**. Wallingford: CAB International, 1999. p.199-332.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of swine**. 10.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1998. 189p.
- ORLANDO, U.A.D.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de proteína bruta para leitões dos 30 aos 60 kg mantidas em ambiente de alta temperatura (31°C). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1536-1543, 2001.
- POZZA, P.C.; GOMES, P.C.; DONZELE, J.L. et al. Exigência de treonina digestível para suínos machos castrados dos 15 aos 30 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, 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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, 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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, 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: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 141p.
- SALDANA, C.L.; KNABE, D.A.; OWEN, K.G. et al. Digestible threonine requirements of starter and finisher pigs. **Journal of Animal Science**, v.72, p.144-150, 1994.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1990. 166p.
- 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 amino acid pattern for growing pigs. **Animal Production**, v.50, p.155-164, 1990.
- YEN, H.T.; COLE, D.J.A.; LEWIS, D. Amino acid requirement of growing pigs. 8. The response of pigs from 50 to 90 kg live weight to dietary ideal protein. **Animal Production**, v.43, p.155-165, 1986.

Recebido: 17/03/04

Approved: 28/09/05