

## Relação treonina:lisina para leitões de 6 a 11kg de peso vivo em rações formuladas com base no conceito de proteína ideal

### Threonine:lysine ratios for piglets from 6 to 11kg of live weight in diets based on the ideal protein concept

Kátia Sardinha Bisinoto<sup>I</sup> Dirlei Antonio Berto<sup>\*II</sup> Fabiana Ribeiro Caldara<sup>I</sup> Messias Alves da Trindade Neto<sup>III</sup> Francisco Stefano Wechsler<sup>II</sup>

#### RESUMO

O experimento envolveu 72 leitões, visando a determinar a exigência de treonina e a relação treonina:lisina da ração para animais dos 6,04±0,67 aos 11,60±1,22kg. Foi utilizado delineamento de blocos casualizados, com quatro tratamentos e seis repetições. Os tratamentos consistiram de dietas com diferentes níveis de treonina total (0,86; 1,02; 1,18 e 1,34%) e relação treonina total:lisina (54, 64; 74 e 84%) e níveis constantes de lisina (1,60%), metionina (0,44%) e triptofano (0,29%). Dos 11,60 aos 21,30kg, os leitões receberam a mesma ração. Não foram observadas diferenças para as variáveis de desempenho (consumo diário de ração, ganho diário de peso, ganho diário de peso ajustado para mesmo consumo de ração e conversão alimentar) e para o teor de nitrogênio da uréia plasmática dos leitões. Esses resultados indicam que leitões de 6,0 a 11,0kg não necessitam mais que 0,86% de treonina total na ração (0,72% de treonina digestível) e relação treonina total:lisina de 54:100 (relação treonina digestível:lisina de 49:100).

**Palavras-chave:** aminoácidos, desempenho, suínos, uréia plasmática.

#### ABSTRACT

The experiment was carried out with the objective to determine the threonine requirement and the ratio of total threonine to lysine in diets for piglets from 6.04±0.67 to 11.60±1.22kg. A randomized block design with four treatments and six replicates was used. The treatments consisted of diets with different contents of total threonine (0.86; 1.02; 1.18 and 1.34%), different ratios of total threonine to lysine (54, 64; 74 and 84%) and constant contents of lysine (1.60%), methionine (0.44%) and tryptophan (0.29%). All animals received the same diet from 11.60 to 21.30kg. No differences were observed for any of the performance variables (daily feed intake, daily

weight gain, daily weight gain adjusted for constant feed intake and feed:gain), nor for plasma urea nitrogen of piglets. These results indicate that piglets weighing from 6.0 to 11.0kg, do not need more than 0.86% of total threonine in the diet (0.72% of digestible threonine) and total threonine: lysine ratio of 54:100 (digestible threonine:lysine ratio of 49:100).

**Key words:** amino acids, performance, swine, plasmatic urea.

#### INTRODUÇÃO

Na suinocultura, o gasto com alimentação representa de 60 a 80% do custo de produção, dependendo dos preços dos ingredientes. Como a nutrição protéica tem muita influência no custo da alimentação, as pesquisas realizadas para determinar as necessidades de proteína e aminoácidos assumem grande importância.

As proteínas dos alimentos usados na formulação de rações para suínos normalmente são deficientes em aminoácidos. Rações com deficiência de um ou mais aminoácidos podem ocasionar redução no consumo de alimento e na deposição de tecido muscular na carcaça, enquanto proteína em excesso nas rações compromete o ganho de peso, reduz a eficiência alimentar e pode causar diarreia (NRC, 1998). Esses fatos, aliados à necessidade cada vez maior de reduzir o potencial poluente dos dejetos gerados pela suinocultura, principalmente pelos compostos nitrogenados eliminados nas fezes e urina quando as

<sup>I</sup>Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ), Botucatu, SP, Brasil.

<sup>II</sup>Departamento de Produção Animal, UNESP, FMVZ. Rua Justino Miranda de Camargo, 2014, Jardim Paraíso II, 18610-130, Botucatu, SP, Brasil. E-mail: dirleiberto@fca.unesp.br. \*Autor para correspondência.

<sup>III</sup>Departamento de Nutrição e Produção Animal, USP, FMVZ, Pirassununga, SP, Brasil.

rações apresentam-se desbalanceadas em aminoácidos, levou ao desenvolvimento do conceito da proteína ideal. Segundo BOISEN et al. (2000), essa é usualmente definida como a perfeita relação entre os aminoácidos essenciais exigidos para manutenção e produção.

A principal vantagem do conceito da proteína ideal é que a relação entre os aminoácidos permanece idêntica para animais de qualquer potencial genético, ainda que as exigências sejam diferentes dependendo do sexo, da idade e da capacidade em depositar tecido magro. Além disso, como normalmente a lisina é considerada referência para o estabelecimento das proporções dos aminoácidos essenciais a partir da determinação da exigência de lisina (BOISEN, 1997).

A treonina é um aminoácido limitante em muitos grãos de cereais (LEWIS, 1991) e, como agravante, há o fato de que a sua disponibilidade em ingredientes de rações para leitões, como o farelo de soja, é relativamente baixa em relação aos demais (KOVAR et al., 1993; ADEOLA et al., 1994). Analisando rações pré-iniciais e iniciais para leitões amostradas em diversas regiões do Brasil, TUTOUR (1994) verificou que apresentavam relação lisina:treonina inadequada, e que a treonina foi um dos aminoácidos mais deficientes.

Além de sua utilização para síntese de proteína do tecido muscular e do leite, a treonina está envolvida em outras funções fisiológicas, como a digestão e a imunidade. As secreções digestivas, entre elas o muco, é composto principalmente de água (95%) e mucinas (5%), que são glicoproteínas de alto peso molecular, especialmente ricas em treonina. Do mesmo modo que as mucinas, os anticorpos são glicoproteínas globulares que contêm alto nível de treonina, sendo provavelmente o primeiro aminoácido limitante para a produção de imunoglobulinas G (AJINOMOTO, 2003).

Um dos primeiros trabalhos para determinar a exigência de treonina de leitões (17 a 36kg) foi conduzido por EVANS (1963), que obteve a exigência de 0,45% na ração para maximizar o desempenho. Pesquisas mais recentes demonstraram exigências mais elevadas em treonina total para leitões recém-desmamados, com valores compreendidos entre 0,63 e 0,94% (ZHANG et al., 1984; SALDANA et al., 1994; BERTO et al., 2002), que resultaram em relação lisina:treonina total de 100:53 a 100:64. O NRC (1998) sugere para leitões dos 6 aos 10kg a relação lisina:treonina total de 100:64.

Desse modo, esta pesquisa foi realizada com o objetivo de determinar, com base nos resultados de desempenho, teor de uréia plasmática e viabilidade econômica, os níveis de treonina e as relações treonina:lisina em rações de leitões (6 a 11kg) formuladas com base no conceito da proteína ideal.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram usados 72 leitões híbridos comerciais da genética Dalland, sendo 36 machos e 36 fêmeas, que foram desmamados com idade média de 21 dias e  $6,04 \pm 0,67$ kg de peso médio. Após a desmama, os animais foram transferidos para uma unidade de creche, construída em alvenaria, com pé direito de 3,20m, dispondo de janelas nas laterais e equipada com três ventiladores, isolada e distante da maternidade, o que proporcionou baixo desafio sanitário. Os animais foram distribuídos em 24 baias (2,00 x 1,00 x 0,70m) de estrutura metálica com piso ripado plástico, instaladas a 80 centímetros do piso do galpão, equipadas com comedouro metálico automático, bebedouro tipo chupeta e campânula de aquecimento com resistência elétrica. Um termômetro de máxima e mínima foi instalado na altura do piso das baias para auxílio no controle diário do funcionamento dos aquecedores e ventiladores.

O período experimental foi dividido em duas fases, sendo a primeira dos  $6,04 \pm 0,67$  aos  $11,60 \pm 1,22$ kg, na qual os animais receberam rações (R) com os seguintes níveis de treonina: R1=0,86% treonina total (0,72% treonina digestível) e 2,63g de treonina/Mcal de EM; R2=1,02% treonina total (0,88% treonina digestível) e 3,12g de treonina/Mcal de EM; R3=1,18% treonina total (1,03% treonina digestível) e 3,62g de treonina/Mcal de EM; R4=1,34% treonina total (1,19% treonina digestível) e 4,12g de treonina/Mcal de EM. As rações experimentais apresentaram relações treonina:lisina total e treonina:lisina digestível de 54:100 e 49:100 (R1), 64:100 e 60:100 (R2), 74:100 e 71:100 (R3) e de 84:100 e 82:100 (R4), respectivamente, e a mesma relação lisina: triptofano (Tabela 1) recomendada pelo NRC (1998). Os níveis de lisina (1,60%) e metionina total (0,44%) permaneceram constantes nas rações e foram definidos com base em experimentos conduzidos por CALDARA et al. (2003a, b) usando animais de mesmo grupo genético. As matérias-primas usadas nas rações foram analisadas quanto à proteína bruta, aos aminoácidos essenciais, ao cálcio e ao fósforo total.

Na segunda fase, dos 11,60 aos 21,30kg, todos os leitões receberam a mesma ração, que continha 1,32% de lisina total, nível 15% superior ao recomendado pelo NRC (1998) para leitões com peso médio de 15,5kg (Tabela 1). Em ambas as fases os animais receberam ração e água à vontade.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro tratamentos e seis repetições. A baia foi considerada como unidade experimental, composta por três animais. Os critérios para formação dos blocos foram o peso vivo dos animais no desmame e o sexo.

Tabela 1 - Composição percentual, química e energética das rações experimentais fornecidas na fase I (6,04 a 11,60kg) e na fase II (11,60 a 21,30kg).

Ingredientes	Fase I (% Treonina Total/Digestível)				Fase II
	0,86/0,72	1,02/0,88	1,18/1,03	1,34/1,19	
Milho	44,680	44,680	44,680	44,680	53,830
Farelo de Soja	19,900	19,900	19,900	19,900	22,500
Soro de leite desidratado	9,130	9,130	9,130	9,130	5,300
Lactose	9,000	9,000	9,000	9,000	3,500
Levedura de cana	0,000	0,000	0,000	0,000	3,800
Células sangüíneas <sup>1</sup>	1,350	1,350	1,350	1,350	1,800
Plasma sangüíneo <sup>2</sup>	4,500	4,500	4,500	4,500	0,000
Açúcar	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
Óleo de soja	2,400	2,400	2,400	2,400	2,100
Amido	0,500	0,340	0,180	0,020	0,000
Calcário	0,560	0,560	0,560	0,560	0,650
Fosfato Bicálcico	2,080	2,080	2,080	2,080	2,200
Sal	0,250	0,250	0,250	0,250	0,300
L – Lisina HCl (78%)	0,480	0,480	0,480	0,480	0,260
DL – Metionina (99%)	0,200	0,200	0,200	0,200	0,080
L – Treonina (98%)	0,040	0,200	0,360	0,520	0,110
L – Triptofano (98,5%)	0,070	0,070	0,070	0,070	0,020
Suplemento Vitamínico <sup>3</sup>	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
Suplemento Mineral <sup>4</sup>	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Óxido de Zinco	0,320	0,320	0,320	0,320	0,000
Sulfato de Cobre	0,000	0,000	0,000	0,000	0,025
Ácido Fumárico	1,000	1,000	1,000	1,000	0,000
Cloreto de Colina	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Olaquinox <sup>5</sup>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006
Neomicina (50%)	0,015	0,015	0,015	0,015	0,000
Lincomicina (4,4%)	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Valores calculados					
EM (Kcal kg <sup>-1</sup> ) <sup>6</sup>	3268	3262	3256	3251	3264
PB, %	18,92	18,92	18,92	18,92	18,80
Lisina total, %	1,60	1,60	1,60	1,60	1,32
Lisina digestível, % <sup>6</sup>	1,46	1,46	1,46	1,46	1,22
Metionina total, %	0,44	0,44	0,44	0,44	0,34
Metionina digestível, % <sup>6</sup>	0,41	0,41	0,41	0,41	0,32
Treonina total, %	0,86	1,02	1,18	1,34	0,84
Treonina digestível, % <sup>6</sup>	0,72	0,88	1,03	1,19	0,74
Triptofano total, %	0,29	0,29	0,29	0,29	0,24
Triptofano digestível, % <sup>6</sup>	0,26	0,26	0,26	0,26	0,21
Cálcio, %	0,85	0,85	0,85	0,85	0,86
Fósforo total, %	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68

1.AP 301 e 2.AP 920 – Produtos comerciais da American Protein Corporation; 3.Fornecendo as seguintes quantidades kg<sup>-1</sup> de ração: 15,000 UI de Vit. A; 1,500UI de Vit. D<sub>3</sub>; 50UI de Vit. E; 3mg de Vit. K; 2,5mg de Vit. B1; 7mg de Vit. B2; 4mg de Vit. B6; 35mcg de Biotina; 1,5mg de Ácido Fólico; 20mg de Ácido Pantotênico; 35mg de Niacina; 4.Fornecendo as seguintes quantidades kg<sup>-1</sup> de ração: 0,84mg de Co; 99,96mg de Fe; 39,90mg de Mn; 85,02mg de Zn; 150mg de Cu; 1,85mg de I e 0,3mg de Se; 5. Teve seu uso proibido após a realização do experimento (Normativa nº 11, de 24 de novembro de 2004 do MAPA); 6. Valores calculados de acordo com ROSTAGNO et al (2000).

No início do experimento e no 14<sup>o</sup> dia, quando atingiram a média de 11,60kg, foi realizada a pesagem dos animais e das sobras de ração, o que permitiu calcular o ganho diário de peso, o consumo

diário de ração e a conversão alimentar média no período. Mesmo procedimento foi realizado no 28<sup>o</sup> dia de experimento, quando os animais atingiram média de 21,30kg.

No 8º dia após o início do experimento, foi colhida amostra de sangue ( $\pm 5\text{mL}$ ) da veia cava anterior dos animais de cinco blocos escolhidos por sorteio. Visando a uniformizar o intervalo de tempo entre a última refeição e o momento da retirada do sangue, antes da colheita, os leitões ficaram em jejum das 18 às 7 horas do dia seguinte. Das 7 às 9 horas, receberam ração à vontade, voltaram a ficar em jejum das 9 até as 13 horas, quando foi iniciada a colheita de sangue (DONZELE et al., 1992). Terminada a colheita do sangue de cada animal, a agulha foi retirada da seringa e o sangue transferido lentamente para tubos contendo 14,3UI de heparina sódica. Em seguida, o sangue foi centrifugado a  $3.000 \times G$  durante 20 minutos para obtenção do plasma ( $\pm 1,5\text{ml}$ ), que foi transferido para frascos ependorf e armazenado em congelador ( $-18^\circ\text{C}$ ). A análise de nitrogênio da uréia plasmática (NUP) foi realizada utilizando o método enzimático GIDH (Merck).

Foi realizado um estudo da viabilidade econômica, no qual se calculou o custo de ração por kg de ganho de peso dos leitões, através da fórmula proposta por BELLAVIER et al. (1985):  $Y_i = Q_i \times P_i / G_i$ ; em que  $Y_i$  é o custo de ração por kg de ganho no  $i$ -ésimo tratamento,  $Q_i$  é a quantidade de ração consumida no  $i$ -ésimo tratamento,  $P_i$  é o preço por kg de ração utilizada no  $i$ -ésimo tratamento e  $G_i$  é o ganho de peso no  $i$ -ésimo tratamento.

Após obter-se o custo de ração por kg de ganho de peso, foi calculado o índice de eficiência econômica (IEE), utilizando-se a equação proposta por BARBOSA et al. (1992):  $IEE = (Mce / Ctei) \times 100$ ; em que  $Mce$  é o menor custo de ração por kg de ganho de peso entre os tratamentos e  $Ctei$  é o custo do tratamento  $i$  considerado.

As variáveis de desempenho (consumo diário de ração, ganho diário de peso, ganho diário de peso ajustado por covariância para mesmo consumo de ração e conversão alimentar) e teor de nitrogênio da

uréia plasmática, foram analisadas utilizando-se o procedimento GLM do SAS (1998), por meio do seguinte modelo matemático:  $Y_{ij} = b_0 + B_i + b_1 x_j + b_2 x_j^2 + e_{ij}$ , e que:  $Y_{ij}$  = variáveis dependentes de desempenho e teor de uréia no plasma;  $b_0$ ,  $b_1$ ,  $b_2$  = coeficientes de regressão;  $B_i$  = efeito do  $i$ -ésimo bloco, sendo  $i = 1, 2, 3, 4, 5$  e  $6$ ;  $x_j$  = efeito do  $j$ -ésimo nível de treonina, sendo  $j = 0,86; 1,02; 1,18$  ou  $1,34$ ;  $e_{ij}$  = erro aleatório associado a cada observação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios das variáveis de desempenho, do teor de nitrogênio da uréia plasmática e as análises de regressão estão apresentados nas tabelas 2 e 3.

O aumento no teor de treonina da ração não influenciou as variáveis de desempenho em nenhum dos períodos estudados, indicando que o nível de 0,86% de treonina total (0,72% de treonina digestível) e a relação treonina total:lisina de 54:100 (treonina digestível:lisina de 49:100) foi suficiente para atender às exigências dos leitões dos 6,04 aos 11,6kg. Esses trabalhos concordam com os de LEWIS & PEO Jr (1986) e SALDANA et al. (1994), os quais, trabalhando com suínos de 5 a 15kg, sugeriram, com base nas respostas de desempenho, relação lisina:treonina total de 100:55 e 100:53, respectivamente.

O alto potencial genético de crescimento e a baixa ativação do sistema imunológico, proporcionado pelas boas condições sanitárias de criação, determinaram ótimo desempenho dos leitões, que atingiram peso médio de 21,30kg aos 49 dias de idade. Em condições de menor desafio sanitário, normalmente os animais respondem positivamente a níveis maiores de lisina na ração, pois, em experimentos com leitões (6 a 26kg), WILLIAMS et al. (1997a,b) verificaram que a redução da ativação do sistema

Tabela 2 - Efeito dos níveis de treonina sobre as variáveis de desempenho na fase I (6,04 a 11,60kg) e sobre o nitrogênio da uréia plasmática (NUP).

Variáveis	% Treonina Total/Digestível				CV (%)	Efeito
	0,86/0,72	1,02/0,88	1,18/1,03	1,34/1,19		
Peso médio inicial (kg)	6,04	6,07	6,03	6,03		
Peso médio final (kg)	11,53	11,66	11,43	11,80		
Consumo ração (g dia <sup>-1</sup> )	423	455	433	448	12,21	NS <sup>1</sup>
Ganho peso (g dia <sup>-1</sup> )	392	400	386	412	10,43	NS <sup>1</sup>
Ganho peso ajustado (g dia <sup>-1</sup> )	403	389	390	407	5,47	NS <sup>1</sup>
Conversão alimentar	1,08	1,14	1,12	1,08	6,06	NS <sup>1</sup>
NUP (mg dl <sup>-1</sup> )	11,50	9,27	12,67	11,93	14,23	NS <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Efeito não-significativo ( $P > 0,05$ ).

Tabela 3 - Efeito dos níveis de treonina sobre as variáveis de desempenho nas fases I e II (6,04 a 21,30kg).

Variáveis	% Treonina Total/Digestível				CV (%)	Efeito
	0,86/0,72	1,02/0,88	1,18/1,03	1,34/1,19		
Peso médio inicial (kg)	6,04	6,07	6,03	6,03		
Peso médio final (kg)	21,15	21,76	20,87	21,44		
Consumo ração (g dia <sup>-1</sup> )	758	801	771	783	7,68	NS <sup>1</sup>
Ganho peso (g dia <sup>-1</sup> )	540	561	530	551	6,77	NS <sup>1</sup>
Ganho peso ajustado (g dia <sup>-1</sup> )	551	547	534	548	2,65	NS <sup>1</sup>
Conversão alimentar	1,41	1,43	1,45	1,42	2,86	NS <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Efeito não-significativo (P>0,05).

imunológico determinou maior consumo de alimento, ganho de peso, eficiência alimentar e deposição de proteína na carcaça, e, em decorrência disso, os animais apresentaram maior exigência de lisina, se comparados àqueles criados em piores condições sanitárias.

Por outro lado, a treonina, além de ser utilizada para síntese de proteínas do tecido muscular, também se apresenta em altas concentrações em proteínas envolvidas com outras funções fisiológicas e que são mais exigidas em condições de maior ativação dos sistemas de defesa do organismo, como na secreção de muco e anticorpos (AJINOMOTO, 2003). Este fato talvez explique a ausência de resposta verificada para níveis maiores de 0,86% de treonina e relação treonina total lisina de 54:100. Relações lisina:treonina total mais elevadas, entre 100:65 e 100:80, foram recomendadas por GATEL & FEKETE (1989) para leitões dos 9 aos 18kg, por CHUNG & BAKER (1992) para leitões de 10kg e por RODRIGUES et al. (2001) para leitões de alto potencial genético para deposição de carne magra dos 6 aos 15kg.

A análise de regressão não apontou efeito dos níveis de treonina e, conseqüentemente, da relação lisina total:treonina no NUP. Contudo, com 1,02% de treonina total na ração (relação lisina total:treonina de 100:64), o valor do NUP foi 19 a 27% menor em relação aos demais tratamentos estudados, sugerindo que algum componente do erro experimental tenha afetado os valores obtidos não evidenciando o efeito da regressão. Isso porque, COMA et al. (1995) constataram que a concentração de uréia plasmática é um parâmetro adequado para determinar as exigências de aminoácidos, por ser indicativo da eficiência de utilização do nitrogênio da ração.

Apesar da maior exigência provável de treonina total para minimizar o NUP, a porcentagem de treonina total em relação à lisina permaneceu dentro de uma faixa recomendada por vários pesquisadores.

ROSELL & ZIMMERMAN (1985), trabalhando com leitões dos 5 aos 15kg, e BERTO et al. (2002), com leitões dos 7 aos 12kg, avaliaram o desempenho e o teor plasmático de uréia, recomendando a relação lisina:treonina total de 100:61. ZHANG et al. (1984), avaliando o valor biológico da proteína, para leitões desmamados com três semanas de idade, também concluíram que a relação lisina:treonina total para ótima utilização de nitrogênio foi de 100:61. Esses valores são intermediários aos obtidos por BORG et al. (1987), que avaliaram o desempenho e o teor de uréia no soro de suínos dos 8 aos 21kg e recomendaram relações entre 100:57 e 100:64.

As variações nas estimativas das exigências de treonina total de leitões encontradas na literatura pode se dever às diferenças de genótipos, teores de energia e proteína e da composição em matérias-primas das rações experimentais, critérios utilizados pelos pesquisadores para avaliação das exigências, temperatura ambiente, grau de ativação do sistema imunológico dos animais e de níveis dos demais aminoácidos limitantes das rações.

O estudo de viabilidade econômica, baseado no custo de ração por kg de ganho de peso e no índice de eficiência econômica, está apresentado na tabela 4, indicando que o nível de 0,86% de treonina total (0,72% de treonina digestível) foi o mais econômico. Entretanto, estes resultados refletem uma realidade pontual, baseada no preço das matérias-primas das rações na ocasião da realização do experimento.

## CONCLUSÕES

As exigências de treonina para leitões de 6,0 a 11,0kg são de 0,86% de treonina total (relação treonina total:lisina de 54:100) e de 0,72% de treonina digestível (relação treonina digestível:lisina de 49:100).

Tabela 4 - Médias do custo de ração por kg de ganho de peso (CG) e do índice de eficiência econômica (IEE) na fase I (6,04 a 11,60kg).

Variáveis	% Treonina Total/Digestível (%)			
	0,86/0,72	1,02/0,88	1,18/1,03	1,34/1,19
CG (R\$)	1,30	1,38	1,36	1,33
IEE (%)	100,0	94,2	95,6	97,7

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

## REFERÊNCIAS

- ADEOLA, O. et al. Availability of amino acids for 10 to 20 kilogram pigs: lysine and threonine in soybean meal. **Journal of Animal Science**, v.72, p.2061-2067, 1994.
- AJINOMOTO – Boletim Técnico 10. **Exigências de treonina para suínos**. Benefícios da suplementação de L-treonina. 2003. Acessado em 15 de dezembro de 2003. On line. Disponível em: [www.lisina.com.br](http://www.lisina.com.br)
- BARBOSA, H.P. et al. Triguilho para suínos nas fases inicial, de crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, p.827-837, 1992.
- BELLAVER, C. et al. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, p.969-974, 1985.
- BERTO, D.A. et al. Exigências de treonina de leitões dos 7 aos 12 e dos 12 aos 23kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1176-1183, 2002.
- BOISEN, S. Ideal protein and its suitability to characterize protein quality in pig feed. A review. **Acta Agriculturae Scandinavica**, v.47, p.31-38, 1997.
- BOISEN, S. et al. Ideal amino acid profiles as a basis for feed protein evaluation. **Livestock Production Science**, v.64, p.239-251, 2000.
- BORG, B.S. et al. Tryptophan and threonine requirements of young pigs and their effects on serum calcium, phosphorus and zinc concentrations. **Journal of Animal Science**, v.64, p.1070-1078, 1987.
- CALDARA, F.R. et al. Exigências em lisina de leitões de 6 a 11kg com base no conceito da proteína ideal. **Acta Scientiarum**, v.25, p.121-127, 2003a.
- CALDARA, F.R. et al. Exigência em metionina de leitões de 6 a 11kg com base no conceito da proteína ideal. **Acta Scientiarum**, v.25, p.129-135, 2003b.
- CHUNG, T.K.; BAKER, D.H. Ideal amino acid pattern for 10 kilogram pigs. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3102-3111, 1992.
- COMA, J. et al. Use of plasma urea nitrogen as a rapid response criterion to determine the lysine requirement of pigs. **Journal of Animal Science**, v.73, p.472-481, 1995.
- DONZELE, J.L. et al. Níveis de lisina para suínos de 5 a 15kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, p.1085-1090, 1992.
- EVANS, R.E. The threonine requirement of the weaning pig. **Journal of Agriculture Science**, v.60, p.259-266, 1963.
- GATEL, F.; FEKETE, J. Lysine and threonine balance and requirements for weaned piglets 10 – 25kg liveweight fed cereal – based diets. **Livestock Production Science**, v.23, p.195-206, 1989.
- KOVAR, J.L. et al. Bioavailability of threonine in soybean meal for young pigs. **Journal of Animal Science**, v.71, p.2133-2139, 1993.
- LEWIS, A.J. Amino acids in swine nutrition. In: MLLER, E.R. et al. **Swine nutrition**. Stoneham: Butterworth-Heinemann, 1991. Cap.9, p.147-164.
- LEWIS, A.J.; PEO Jr, E.R. Threonine requirement of pigs weighing 5 to 15kg. **Journal of Animal Science**, v.62, p.1617-1623, 1986.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirement of swine**. 10.ed. Washington: National Academy of Sciences, 1998. 189p.
- RODRIGUES, N.E. et al. Níveis de treonina em rações para leitões dos 6 aos 15kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p. 2033-2038, 2001.
- ROSELL, V.L.; ZIMMERMAN, D.R. Threonine requirement of pigs weighing 5 to 15kg and the effect of excess methionine in diets marginal in threonine. **Journal of Animal Science**, v.60, p.480-486, 1985.
- ROSTAGNO, H.S. et al. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos**. Tabelas Brasileira para aves e suínos. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 141p.
- SALDANA, C.I. et al. Digestible threonine requirements of starter and finisher pigs. **Journal of Animal Science**, v.72, p.144-150, 1994.
- SAS. **SAS User's guide: statistics** (Version 6.12 Ed.). Cary, NC, 1998. 956p.
- TUTOUR, L. Applying the concept of ideal protein to piglet diet formulation. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS, 1994 Campinas, SP. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1994. p.41-62.
- WILLIAMS, N.H. et al. Effect of chronic immune system activation on the rate, efficiency and composition of growth and lysine needs of pigs fed from 6 to 27kg. **Journal of Animal Science**, v.75, p.2463-2471, 1997a.
- WILLIAMS, N.H. et al. Effect of chronic immune system activation on body nitrogen retention, partial efficiency of lysine utilization, and lysine needs of pigs. **Journal of Animal Science**, v.75, p.2472-2480, 1997b.
- ZHANG, Y. et al. Dietary amino acid balance and requirements for pigs weaned at 3 weeks of age. **Animal Production**, v.39, p.441-448, 1984.