



Relações treonina:lisina digestíveis e níveis de energia líquida para suínos em crescimento e terminação¹

Diovani Paiano², Ivan Moreira³, Antonio Claudio Furlan³, Paulo Levi de Oliveira Carvalho⁴, Ilton Shiguemi Kuroda Junior⁵, Elias Nunes Martins³

¹ Pesquisa parcialmente financiada pela CAPES.

² Departamento de Zootecnia, Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Educação Superior do Oeste. Rua Benjamin Constant, 84E, CEP: 89802-200, Chapecó - SC, Brasil.

³ Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá-UEM, Av. Colombo, 5790, CEP: 87020-900, Maringá - PR, Brasil.

⁴ Programa de Pós-graduação em Zootecnia, UEM.

⁵ Curso de Graduação em Zootecnia, UEM.

RESUMO - Dois experimentos foram conduzidos para estudar o efeito de cinco relações treonina:lisina digestíveis (TL) sobre o balanço de nitrogênio em suínos em crescimento e de cinco níveis de energia líquida (EL) sobre o desempenho de suínos em crescimento-terminação. No primeiro experimento, foram utilizados 15 suínos machos castrados com peso inicial de $37,0 \pm 2,6$ kg, híbridos comerciais de média a alta deposição de tecido magro, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (relações treonina:lisina digestíveis de 0,574; 0,624; 0,673; 0,722 e 0,772 em rações formuladas com baixo nível de proteína, 14,7%) e três repetições. A TL influenciou de forma quadrática a proteína bruta absorvida (PBA) e o nitrogênio da uréia plasmática (NUP), os quais apresentaram melhores resultados com a TL de 0,658 (média do PBA e NUP). No segundo experimento, foram estudados cinco níveis de EL em rações com a relação TL de 0,658. Utilizaram-se 40 suínos (20 machos castrados e 20 fêmeas) com $30,2 \pm 1,3$ kg, de características semelhantes às dos utilizados no experimento para balanço de nitrogênio, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5×2 , composto de cinco níveis de energia líquida (2.410; 2.450; 2.490; 2.530 ou 2.570 kcal/kg) e dois sexos, com um animal por baia. Na fase de terminação e no período total, o aumento nos níveis de EL ocasionou redução do consumo diário de ração (CDR), melhora da conversão alimentar (CA) e acréscimo na deposição de gordura. A relação TL de 0,658 melhora a retenção de nitrogênio e níveis crescentes de energia líquida diminuem o CDR e melhoram a CA, mas podem aumentar a deposição de gordura em suínos.

Palavras-chave: balanço de nitrogênio, carcaça, desempenho, energia, proteína ideal

Digestible threonine:lysine ratios and net energy levels in growing/finishing pigs

ABSTRACT - Two experiments were carried out to evaluate the effect of five digestible threonine:lysine ratios (TL) on the nitrogen balance of growing pigs and five levels of net energy (NE) on growing-finishing pigs performance. In the first experiment, 15 high-lean commercial crossbred barrows, with initial weight of 37.0 ± 2.6 kg, were allotted to a completely randomized design, with five diets (digestible threonine:lysine ratio of 0.574, 0.624, 0.673, 0.722, and 0.772, in low protein diets, 14.7%) and three replications. Absorbed crude protein (ACP) and plasma urea nitrogen (PUN) showed a quadratic effect and the best threonine:digestible lysine ratio was 0.658 (mean of ACP and PUN). In the second experiment, five EL dietary levels were evaluated with digestible threonine:lysine ratio of 0.658. Forty pigs (20 barrows and 20 gilts) with 30.2 ± 1.3 kg were allotted to a completely randomized design, as a 5×2 factorial arrangement, composed of five levels of NE (2.410, 2.450, 2.490, 2.530, or 2.570 Mcal/kg) and two sexes, with one animal per cage. In the finishing phase and total period, increasing NE levels reduced feed intake (FI), improved feed:gain ratio (FGR) and increased fat deposition. Digestible threonine:lysine ratio of 0.658 improves nitrogen retention and the increasing net energy levels decrease FI and improve FGR, but may increase fat deposition in pigs.

Key Words: carcass, energy, ideal protein, nitrogen balance, performance

Introdução

A grande importância da criação de suínos é a produção de proteína para consumo humano. Para que a síntese protéica ocorra, é necessário que todos os aminoácidos essenciais estejam disponíveis em quantidade e proporção que atendam suas necessidades, que variam de acordo com o seu potencial genético.

Entre os aminoácidos essenciais, a lisina e a treonina são considerados, respectivamente, o primeiro e o terceiro aminoácidos limitantes para suínos alimentados com rações à base de milho e farelo de soja (NRC, 1998). As exigências nutricionais de treonina, assim como a relação treonina:lisina indicadas na literatura (Defa et al., 1999; NRC, 1998; Rodrigues et al., 2001; Rostagno et al., 2005), podem variar de acordo com as condições experimentais, o estágio fisiológico, o sexo, o potencial genético e as diferenças no nível de proteína e energia das dietas experimentais (Rodrigues et al., 2001).

Como recurso para reduzir a poluição ambiental, a excreção de nitrogênio e os custos das rações, tem-se adotado o conceito de proteína ideal na formulação das rações, que consiste na redução do teor de proteína e da adição de aminoácidos sintéticos. Nesse sentido, os recentes avanços na determinação das exigências em aminoácidos dos suínos e a utilização do conceito de proteína ideal têm permitido a utilização de dietas com menores teores de proteína bruta sem o comprometimento do desempenho (Le Bellego et al., 2001; Noblet, 1996).

Entretanto, alguns autores, como Kerr et al. (1995), afirmam que dietas formuladas com base no conceito de proteína ideal, com perfil adequado de aminoácidos e menor teor de proteína, resultam em carcaças com maior teor de gordura. A redução dos níveis de proteína bruta, com melhor relação entre os aminoácidos, reduz a energia gasta pelo animal para digestão e para excreção via urina da uréia resultante da oxidação do excesso de aminoácidos (ciclo da uréia). Além da redução da oxidação dos aminoácidos, ocorrem menor *turnover* das proteínas corporais e redução da produção de calor (Noblet et al., 1987). Esses fatores, combinados, podem resultar em dietas com maior teor de energia líquida (EL) e suínos com carcaça de baixa qualidade.

A utilização do sistema de energia líquida para o cálculo de dietas de baixo teor de proteína bruta, devidamente suplementadas com aminoácidos, pode evitar a deposição indesejável de gordura na carcaça (Le Bellego et al., 2001). O sistema de energia líquida pode atender melhor às exigências dos animais e reduzir os custos energéticos da ingestão e digestão dos alimentos (Noblet, 1996).

Assim, realizou-se este estudo com os objetivos de determinar a melhor relação treonina:lisina digestíveis (TL) para aproveitamento dos aminoácidos da dieta e verificar o efeito de diversos níveis de energia líquida, com a relação TL previamente determinada, sobre o desempenho e a qualidade da carcaça e da carne de suínos em crescimento e terminação.

Material e Métodos

Foram conduzidos dois experimentos para determinar a melhor relação treonina:lisina digestíveis (TL) e os efeitos dos níveis de energia líquida da dieta para suínos em crescimento e terminação. Os experimentos foram conduzidos no Setor de Suinocultura da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), pertencente à Universidade Estadual de Maringá (UEM), localizada no estado do Paraná (23°21'S, 52°04'W, a 564 m de altitude).

No primeiro experimento, para determinação do balanço de nitrogênio, foram utilizados 15 suínos machos castrados, híbridos comerciais com médio a alto potencial de deposição de carne magra, com $37,0 \pm 2,6$ kg de peso corporal, alojados em gaiolas para estudos de metabolismo do tipo pekas. As temperaturas, mínima e máxima, médias registradas durante o primeiro experimento foram de $21,4 \pm 2,9$ e $27,2 \pm 4,4$ °C, respectivamente. Utilizou-se um período de sete dias de adaptação ao ambiente, às rações e ao manejo alimentar, seguido de cinco dias de coleta total de fezes e urina.

Foram formuladas cinco rações com base no conceito de proteína ideal, de acordo com as relações de aminoácidos determinadas para suínos de médio a alto potencial para deposição de carne magra (325 g/dia) na fase de crescimento (45 kg), indicadas pelo NRC (1998). O teor de proteína bruta da ração foi reduzido em 3%, resultando em dietas com baixo teor de proteína bruta (14,7%), calculadas para serem isoenergéticas e isonutritivas (Tabela 1), exceto em treonina, adotando-se a lisina digestível como padrão e cinco relações treonina:lisina digestíveis (TL): 0,574; 0,624; 0,673; 0,722 e 0,772.

A composição de aminoácidos do milho e do farelo de soja utilizados na formulação das rações foi previamente analisada em cromatografia líquida de alta *performance* (HPLC). Os valores de aminoácidos digestíveis foram estimados utilizando-se os coeficientes de digestibilidade verdadeira, propostos por Rostagno et al. (2005). Os valores de energia (digestível, metabolizável e líquida) foram calculados com base nos valores propostos por Rostagno et al. (2005) e nos resultados da análise dos ingredientes. Os valores de cálcio e fósforo foram analisados segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002).

Tabela 1 - Composição das rações experimentais fornecidas na fase de crescimento (30-60 kg)

Item (%)	Relação treonina:lisina digestíveis				
	0,574	0,624	0,673	0,722	0,772
Milho	81,045	81,045	81,045	81,045	81,045
Farelo de soja	15,35	15,35	15,35	15,35	15,35
Amido	0,000	0,016	0,032	0,047	0,063
Óleo de soja	0,489	0,489	0,489	0,489	0,489
Fosfato bicálcico	0,640	0,640	0,640	0,640	0,640
Calcário	0,896	0,896	0,896	0,896	0,896
Suplemento vitamínico + mineral ¹	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Sal comum	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
L-lisina HCl	0,237	0,237	0,237	0,237	0,237
L-triptofano	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016
L-treonina	0,014	0,056	0,098	0,140	0,182
Ácido glutâmico	0,413	0,355	0,297	0,240	0,182
Composição calculada					
Proteína bruta, % ²	14,70	14,70	14,70	14,70	14,70
Energia digestível, kcal/kg ³	3,400	3,400	3,400	3,401	3,401
Energia metabolizável, kcal/kg ³	3,258	3,259	3,259	3,259	3,259
Energia líquida, kcal/kg ³	2,513	2,513	2,513	2,512	2,512
Lis digestível, % ²	0,810	0,810	0,810	0,810	0,810
Met+Cis digestível, % ²	0,470	0,470	0,470	0,470	0,470
Tre digestível, % ²	0,465	0,505	0,545	0,585	0,625
Trp digestível, % ²	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Arg digestível, % ²	0,818	0,818	0,818	0,818	0,818
Cálcio, % ⁴	0,548	0,548	0,548	0,548	0,548
Fósforo disponível, % ³	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210

¹ Suplemento vitamínico e mineral para suínos em crescimento.

² Valores calculados com base na composição em aminoácidos analisados e nos valores de digestibilidade dos aminoácidos dos ingredientes propostos por Rostagno et al. (2005).

³ Valores calculados com base na composição analisada e nos valores propostos por Rostagno et al. (2005).

⁴ Valores analisados segundo metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002).

Os animais foram distribuídos em delineamento inteiramente ao acaso com cinco tratamentos (cinco relações TL) e três repetições.

A quantidade de ração fornecida foi definida com base no peso metabólico ($\text{kg}^{0,75}$) de cada suíno e no consumo médio dos animais no período de adaptação. O arraçoamento foi realizado às 8 e 16 h com o fornecimento de 55% do total de ração pela manhã e 45% no período da tarde (proporção definida com base nos consumos entre manhã e tarde do período de adaptação). A água foi oferecida na proporção de 2,5 mL de água/g de ração no próprio comedouro, após o consumo da ração.

Utilizou-se o método de coleta total de excretas, com óxido de ferro como marcador fecal (2% de Fe_3O_2). As fezes foram coletadas uma vez ao dia, acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em freezer (-18°C). A urina dos suínos foi coletada em baldes de plástico contendo 20 mL

de HCl 1:1 para evitar a proliferação bacteriana e possíveis perdas por volatilização. A determinação da composição química das fezes, dos alimentos e das rações foi realizada segundo metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002).

Os valores de proteína bruta consumida (PBC), proteína bruta excretada nas fezes (PBF) e excretada na urina (PBU) foram obtidos pela multiplicação dos teores de proteína pelas quantidades de ração consumida e de fezes e urina excretada, respectivamente. A partir desses valores, calcularam-se a proteína bruta retida ($\text{PBR} = \text{PBC} - \text{PBF} - \text{PBU}$), a utilização líquida de proteína ($\text{ULP} = \text{PBR}/\text{PBC}$) e o valor biológico da proteína dietética ($\text{VBPD} = \text{PBR}/(\text{PBC} - \text{PBF})$), segundo Adeola (2001). Foram colhidas amostras de sangue no final do experimento, pela veia cava cranial para determinação do nitrogênio da uréia plasmática - NUP (Marsh et al., 1965).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de regressão polinomial de acordo com o seguinte modelo estatístico: $Y_{ij} = \mu + N_i + e_{ij}$, em que: Y_{ij} = valor das variáveis estudadas, relativo a cada indivíduo j recebendo a relação i ; μ = constante geral; N_i = relações TL, em que $i = 0,574; 0,624; 0,673; 0,722$ e $0,772$; e_{ij} = erro-aleatório associado a cada observação.

Os graus de liberdade das relações treonina:lisina digestíveis foram desdobrados em polinômios ortogonais. No caso das variáveis que apresentaram efeito quadrático, as equações obtidas foram derivadas para obtenção do ponto de máximo ou de mínimo e obtenção da melhor relação treonina:lisina digestíveis.

No segundo experimento, para avaliação dos efeitos dos níveis de energia líquida sobre o desempenho de suínos nas fases de crescimento e terminação, utilizaram-se 40 suínos (20 machos castrados e 20 fêmeas) híbridos comerciais, da mesma linhagem utilizada no experimento de balanço de nitrogênio, com peso inicial de $30,2 \pm 1,3$ kg. As temperaturas mínima e máxima registradas no período experimental foram de $17,4 \pm 3,9^\circ\text{C}$ e $27,0 \pm 3,5^\circ\text{C}$. As umidades relativas do ar médias do período experimental, pela manhã e pela tarde, foram de $83,3 \pm 10,1\%$ e $58,3 \pm 14,8\%$, respectivamente.

Os suínos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial (5×2), com cinco níveis de energia líquida (2.410; 2.450; 2.490; 2.530 e 2.570 kcal de energia líquida/kg) (Tabelas 2 e 3) e dois sexos (machos castrados e fêmeas), com quatro repetições, de modo que a unidade experimental foi constituída de uma baia com um suíno. As exigências nutricionais utilizadas no cálculo das rações utilizadas no experimento de desempenho foram estabelecidas com mesmas metodologias adotadas no experimento para estimação do balanço de nitrogênio,

Tabela 2 - Composição das rações experimentais com relação treonina:lisina digestíveis de 0,658 fornecidas na fase de crescimento (30 a 60 kg)

Item, %	Nível de energia líquida, kcal/kg ¹				
	2.415	2.455	2.495	2.535	2.575
Milho	77,127	78,016	78,905	79,793	80,682
Farelo de soja	15,663	15,568	15,474	15,381	15,287
Casca de arroz	4,270	3,203	2,135	1,068	0,000
Óleo de soja	0,200	0,449	0,698	0,947	1,196
Fosfato bicálcico	0,726	0,724	0,722	0,72	0,718
Calcário	0,737	0,764	0,792	0,819	0,846
Sal comum	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Suplemento vitamínico + mineral ²	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Promotor de crescimento ³	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
L-lisina HCl	0,247	0,248	0,248	0,249	0,250
DL-metionina	0,06	0,058	0,057	0,055	0,054
L-treonina	0,104	0,104	0,103	0,102	0,101
L-triptofano	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada					
Proteína bruta, % ⁴	14,74	14,74	14,74	14,74	14,74
Energia digestível, kcal/kg ¹	3.297	3.343	3.389	3.435	3.481
Energia metabolizável, kcal/kg ¹	3.158	3.202	3.247	3.292	3.336
Lisina digestível, % ⁵	0,811	0,811	0,811	0,811	0,811
Met+Cis digestível, % ⁵	0,472	0,471	0,472	0,471	0,472
Treonina digestível, % ⁵	0,534	0,535	0,534	0,534	0,534
Triptofano digestível, % ⁵	0,151	0,151	0,151	0,151	0,151
Arginina digestível, % ⁵	0,798	0,798	0,798	0,798	0,798
Cálcio, % ⁴	0,547	0,547	0,547	0,547	0,547
Fósforo disponível, % ⁶	0,213	0,213	0,213	0,213	0,213

¹ Valores calculados com base nas análises e nos valores de energia propostos por Rostagno et al. (2005).

² Suplemento vitamínico e mineral para suínos em crescimento.

³ Leucomicina 30%.

⁴ Valores analisados segundo metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002).

⁵ Valores calculados com base na composição em aminoácidos analisados e nos valores de digestibilidade dos aminoácidos dos ingredientes propostos por Rostagno et al. (2005).

⁶ Valores calculados com base na composição analisada e nos valores propostos por Rostagno et al. (2005).

utilizando-se o peso médio de cada fase (crescimento ou terminação).

As rações, formuladas com redução de 3% no teor de proteína bruta e para conter os níveis nutricionais definidos pelo NRC (1998) para cada uma das fases, foram fornecidas à vontade, na forma farelada, em comedouros semi-automáticos, durante todo o período do experimento. Do mesmo modo, a água foi fornecida à vontade em bebedouros do tipo chupeta.

Na formulação das rações, utilizou-se a relação treonina:lisina digestíveis que melhorou os resultados no experimento de balanço de nitrogênio (0,658). Utilizaram-se os coeficientes de digestibilidade verdadeira propostos por Rostagno et al. (2005) para estimar os valores de aminoácidos digestíveis dos demais ingredientes utilizados nas rações. Os valores de energia digestível, metabolizável e líquida foram calculados com base nos valores propostos por Rostagno et al. (2005) e no resultado da análise dos ingredientes. Os valores de cálcio e fósforo foram analisados no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual

de Maringá (LANA-UEM), segundo metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002).

Os animais foram pesados no início e ao final da fase de crescimento e quando atingiram aproximadamente 90 kg (terminação). Avaliaram-se o consumo diário de ração (CDR), o ganho de peso diário (GPD) e a conversão alimentar (CA). Ao final da fase de terminação, os animais foram abatidos e submetidos à avaliação de carcaça, de acordo com o método brasileiro MBCC (ABCS, 1973) e o método americano NPPC (1991). Para avaliação da perda de água por gotejamento, foram retiradas amostras do *Longissimus dorsi*, na região entre a 8ª e a 10ª vértebras torácicas, segundo metodologia descrita por Boccard et al. (1981). Os teores de matéria seca, matéria mineral e proteína bruta da carne foram determinados segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002). Ao final das fases de crescimento e terminação, foram colhidas amostras de sangue para determinação do nitrogênio da uréia plasmática (NUP) utilizando-se as mesmas metodologias descritas no experimento de balanço de nitrogênio.

Tabela 3 - Composição das rações experimentais com relação treonina:lisina digestíveis de 0,658 fornecidas na fase de terminação (60 a 90 kg)

Item, %	Nível de energia líquida, kcal/kg ¹				
	2.410	2.450	2.490	2.530	2.570
Milho	81,166	82,8245	84,483	86,144	87,805
Farelo de soja	10,191	9,982	9,772	9,562	9,350
Casca de arroz	5,980	4,497	3,013	1,529	0,045
Óleo de soja	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Fosfato bicálcico	0,549	0,5455	0,542	0,5385	0,535
Calcário	0,696	0,734	0,772	0,81	0,848
Sal comum	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Suplemento vitamínico + mineral ²	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
L-lisina HCl	0,254	0,257	0,2595	0,2615	0,264
DL-metionina	0,043	0,04	0,038	0,036	0,033
L-treonina	0,095	0,095	0,094	0,093	0,093
L-triptofano	0,027	0,027	0,027	0,027	0,028
Composição calculada					
Proteína bruta, % ³	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50
Energia digestível, kcal/kg ¹	3.251	3.297	3.344	3.390	3.436
Energia metabolizável, kcal/kg ¹	3.122	3.167	3.212	3.257	3.302
Lisina digestível, % ⁴	0,680	0,680	0,680	0,680	0,680
Met+Cis digestível, % ⁴	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Treonina digestível, % ⁴	0,448	0,448	0,448	0,448	0,448
Triptofano digestível, % ⁴	0,130	0,130	0,130	0,130	0,130
Arginina digestível, % ⁴	0,629	0,629	0,629	0,629	0,629
Cálcio, % ³	0,489	0,489	0,489	0,489	0,489
Fósforo disponível, % ⁵	0,174	0,174	0,174	0,174	0,174

¹ Valores calculados com base nos resultados das análises e nos valores de energia propostos por Rostagno et al. (2005).

² Suplemento vitamínico e mineral para suínos em terminação.

³ Valores analisados segundo metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002).

⁴ Valores calculados com base na composição em aminoácidos analisados e nos valores de digestibilidade dos aminoácidos dos ingredientes propostos por Rostagno et al. (2005).

⁵ Valores calculados com base na composição analisada e nos valores propostos por Rostagno et al. (2005).

Os dados obtidos foram submetidas à análise de variância, de acordo com o modelo estatístico: $Y_{ijk} = \mu + N_i + G_j + NxG + e_{ijk}$, em que: Y_{ijk} = variáveis estudadas; μ = constante geral; N_i = efeito do nível de energia i , em que $i = 2.410; 2.450; 2.490; 2.530$ e 2.570 kcal de energia líquida/kg; G_j = efeito do sexo j ($1 =$ macho, $2 =$ fêmea); $N \times G$ = interação nível de energia líquida e sexo; e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

Os graus de liberdade referentes aos níveis de energia líquida foram desdobrados em polinômios e, para as variáveis que apresentaram efeito quadrático, foram feitas as derivações das equações para obtenção do melhor nível de energia líquida.

Resultados e Discussão

Não houve efeito ($P > 0,05$) das relações treonina:lisina digestíveis das rações sobre os teores de proteína bruta fecal (PBF), proteína bruta na urina (PBU) e proteína bruta total excretada (PBTE) e sobre o valor biológico da proteína dietética (VBPD) (Tabela 4). Entretanto, houve efeito ($P < 0,05$) quadrático das relações treonina:lisina digestíveis sobre os

valores de proteína bruta absorvida (PBAB), proteína bruta retida (PBR) e nitrogênio da uréia plasmática (NUP). Do mesmo modo, as relações treonina:lisina das rações tiveram efeito quadrático ($P = 0,06$) sobre a utilização líquida da proteína (ULP), semelhante às demais variáveis. Os efeitos quadráticos das relações treonina:lisina das rações provavelmente estão relacionados à melhora no perfil de aminoácidos da dieta, o que permitiu maior absorção, retenção e utilização líquida da proteína. Na derivação das equações obtidas para PBAB, PBR, ULP e NUP (Figura 1), obtiveram-se os valores de 0,652; 0,642; 0,642 e 0,673, respectivamente. Esses resultados são semelhantes aos reportados por Paiano et al. (2007), que obtiveram efeito quadrático das relações treonina:lisina digestíveis sobre a proteína excretada, a proteína retida e a utilização líquida da proteína em leitões dos 15 aos 30 kg, criados em condições semelhantes às deste estudo.

Valores baixos de NUP estão relacionados a melhor utilização de nitrogênio para a deposição de tecido (Coma et al., 1995), o que confirma a melhora no perfil de aminoácidos, que aumenta a retenção e reduz a excreção de nitrogênio.

A utilização líquida média de proteína (fração de nitrogênio retido em relação ao consumido) de 52% obtida

Tabela 4 - Proteína bruta (PB) consumida, PB fecal, PB absorvida, PB da urina, PB total excretada, PB retida, utilização líquida de proteína (ULP), valor biológico da proteína dietética (VBPD) e nitrogênio da uréia plasmática (NUP) de suínos em crescimento (30 a 60 kg)

Item	Relação TL					Média ± DP	CV ¹	Efeito ²
	0,574	0,624	0,673	0,722	0,772			
PB consumida, g/dia	174,15	173,60	169,29	175,26	161,93	170,85 ± 16,32	-	-
PB fecal, g/dia	27,32	26,95	24,06	25,92	25,98	26,04 ± 4,01	9,76	NS
PB absorvida, g/dia	146,83	146,65	145,24	149,34	135,95	144,80 ± 13,04	3,46	Q=0,03
PB da urina, g/dia	56,16	54,41	53,08	59,38	61,01	56,81 ± 10,24	11,96	NS
PB total excretada, g/dia	83,48	81,36	77,13	85,30	86,99	82,85 ± 12,72	7,73	NS
PB retida, g/dia	90,66	92,24	92,16	89,96	74,94	87,99 ± 9,68	7,25	Q=0,02
ULP, %	52,24	53,09	54,67	51,46	46,63	51,62 ± 4,56	6,66	Q=0,06
VBPD, %	61,84	62,84	63,81	60,44	55,42	60,87 ± 5,28	7,10	NS
NUP, mg/dL	15,17	14,24	12,28	13,44	15,57	14,14 ± 1,64	9,22	Q=0,01

¹ Coeficiente de variação; ² Análise de regressão: Q = efeito quadrático, PBAB = $-166,75886 + 967,92325\text{TL} - 742,34590\text{TL}^2$; PBR = $-348,88070 + 1379,60116\text{TL} - 1073,80700\text{TL}^2$; ULP = $-130,14646 + 573,94140\text{TL} - 446,69120\text{TL}^2$; NUP = $133,21478 - 357,84676\text{TL} + 265,94860\text{TL}^2$; NS - não-significativo.

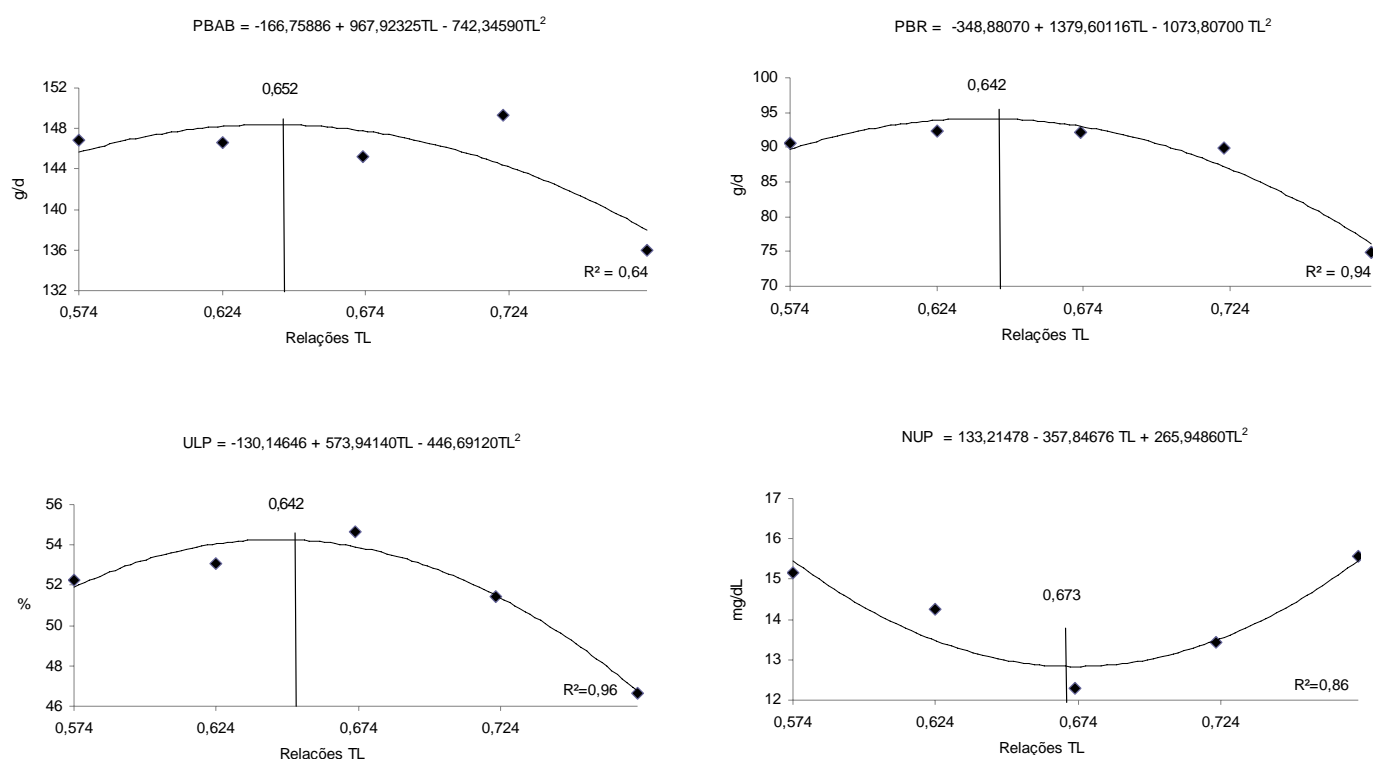


Figura 1 - Proteína bruta (PB) absorvida, PB retida (PBR), utilização líquida da proteína (ULP) e nitrogênio da uréia plasmática (NUP) de suínos em crescimento (30 a 60 kg).

neste experimento foi maior que os valores de 30 a 40%, geralmente observados na literatura (Oliveira, 2001). Contudo, foram utilizadas dietas de baixo teor de proteína bruta (3% inferior ao do NRC, 1998), calculado com base no conceito de proteína ideal. Em estudo sobre o balanço de nitrogênio, Le Bellego et al. (2001) observaram ULP de 49,7% em animais alimentados com rações com 16,7% de PB e registraram redução de 37% na excreção de nitrogênio com a redução do teor de PB de 18,9 para 14,6% em animais de 65 kg de peso vivo.

A relação treonina:lisina digestíveis para máxima PBAB, PBR e ULP foi semelhante à indicada pela Ajinomoto (2003), de 0,650, em compilação de dados de experimentos. Os resultados obtidos para a redução do NUP também foram semelhantes aos reportados por Murphy (1998), de 0,670, para suínos dos 20 aos 50 kg.

A recomendação final, de 0,658, foi obtida pela média da PBR e do NUP. Essas duas variáveis foram tomadas como referência por apresentarem as melhores significâncias ($P < 0,02$; $P < 0,01$) e por serem variáveis obtidas em análises

Tabela 5 - Consumo diário de ração (CDR), ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar (CA) e nitrogênio da uréia plasmática (NUP) de suínos em crescimento e terminação (30 a 90 kg) alimentados com rações com relação treonina:lisina digestíveis de 0,658 e diferentes níveis de energia líquida

Item	Nível de energia líquida, kcal/kg										\bar{X}	CV ¹	S x EL ²	S ³	Linear ⁴	Quadr ⁵	
	Machos					Fêmeas											
	2.410	2.450	2.490	2.530	2.570	\bar{X}	2.410	2.450	2.490	2.530							2.570
	Crescimento																
CDR, kg	2,546	2,153	2,383	2,562	2,216	2,372	2,098	2,11	1,925	2,124	1,979	2,047	10,35	*	0,05	*	*
GDP, kg	0,945	0,839	0,957	0,979	0,859	0,916	0,765	0,815	0,681	0,821	0,783	0,773	13,18	*	0,05	*	*
CA	2,701	2,575	2,502	2,622	2,608	2,601	2,744	2,601	2,871	2,605	2,531	2,660	9,780	*	*	*	*
NUP, mg/dL	14,71	13,32	14,92	16,86	14,51	14,86	11,99	12,74	14,96	12,27	13,24	13,04	16,47	*	0,01	*	*
	Terminação																
CDR, kg	3,461	3,175	3,212	3,332	3,003	3,236	2,977	3,066	2,659	2,875	2,703	2,856	8,87	*	0,05	0,02	*
GDP, kg	0,983	0,974	1,002	1,022	0,934	0,983	0,926	1,036	0,797	1,002	0,873	0,927	11,28	*	*	*	*
CA	3,558	3,247	3,159	3,254	3,157	3,283	3,195	2,986	3,351	2,899	3,08	2,935	8,14	*	0,05	0,06	*
NUP, mg/dL	15,90	13,00	15,36	17,25	16,52	15,61	12,92	14,13	13,43	14,07	13,24	13,56	15,17	*	0,01	*	*
	Crescimento/terminação																
CDR, kg	2,960	2,622	2,759	2,913	2,568	2,764	2,677	2,542	2,259	2,465	2,239	2,434	8,607	*	0,05	0,03	*
GDP, kg	0,962	0,901	0,976	0,999	0,892	0,946	0,863	0,915	0,734	0,904	0,822	0,848	8,120	0,03	0,001	*	*
CA	3,087	2,901	2,821	2,921	2,865	2,919	3,105	2,777	3,095	2,754	2,716	2,887	6,330	*	*	0,05	*

¹ Coeficiente de variação; ² Interação níveis de energia x sexo; ³ Efeito do sexo; ⁴ Efeito linear dos níveis de energia líquida: Período de terminação = CDR (machos) = 7,8998 - 1,8728EL, CDR(fêmeas) = 7,5193 - 1,8728 EL; CA (machos) = 6,76155 - 1,39695EL, CA (fêmeas) = 6,58333 - 1,39695EL; Período total = (CDR (machos) = 6,3432 - 1,43731EL; CDR(fêmeas) = 5,9908 - 1,43731 EL, P = 0,03); CA (machos e fêmeas) = 5,61266 - 1,08942EL (P = 0,05); ⁵ Efeito quadrático dos níveis de energia líquida.

laboratoriais independentes, ao contrário das variáveis resultantes do balanço de nitrogênio, cujos possíveis erros inerentes ao experimento e à precisão das análises laboratoriais estão contidas em todas as variáveis.

No período de crescimento, os machos apresentaram maior (P<0,05) consumo diário de ração, ganho diário de peso e NUP. Entretanto, não houve (P>0,05) efeito do sexo sobre a conversão alimentar nem dos níveis de energia líquida sobre as variáveis nesta fase (Tabela 5).

No período de terminação, os machos apresentaram maior (P<0,05) consumo diário de ração e NUP e pior conversão alimentar, mas o ganho de peso diário foi o mesmo (P>0,05) observado nas fêmeas. Houve efeito linear decrescente (P<0,05) dos níveis de energia líquida sobre o consumo diário de ração, assim como melhora linear na conversão alimentar. Não houve interação (P>0,05) níveis de energia líquida x sexo dos animais para as características de desempenho nas fases de crescimento e de terminação dos animais (Tabela 5).

No período total (30 a 90 kg), os machos apresentaram (P<0,05) maior consumo diário de ração e ganho de peso diário. Houve interação (P<0,05) sexo x nível de energia líquida para o ganho de peso diário e, apesar dessa interação, no período total, as análises de regressão não indicaram efeito dos níveis de energia líquida sobre esta variável. O aumento do nível de energia líquida das rações ocasionou redução linear (P<0,05) no consumo diário de ração e melhora linear (P<0,05) na conversão alimentar (Tabela 5).

A ausência de efeitos de níveis energéticos na fase de crescimento e os efeitos na fase de terminação e no período total confirmam resultados observados por Bikker & Bosch (1996) de que os níveis energéticos da ração tiveram efeitos mais pronunciados em animais na fase de terminação que naqueles em fase de crescimento.

A melhora na conversão alimentar nos períodos de terminação e total foi semelhante aos resultados descritos por Silva et al. (1998), que, estudando diferentes níveis de energia digestível para suínos machos não-castrados na fase dos 60 a 100 kg, observaram melhora na conversão alimentar com o aumento dos níveis de energia da dieta.

Os maiores consumos diários de ração nos suínos machos corroboram os resultados obtidos por Hale et al. (1968) e Patience et al. (2007), que também observaram maior ganho de peso diário nas fases inicial e total e pior conversão alimentar na fase final em experimentos para avaliação dos efeitos dos níveis de energia da dieta e do sexo sobre o desempenho dos animais.

Houve interação sexo x nível de energia líquida da dieta (P<0,05) para o peso de abate (PABAT) e o peso do pernil

Tabela 6 - Características de carcaça de suínos abatidos aos 90 kg alimentados com rações com relação treonina:lisina digestíveis de 0,658 e diferentes níveis de energia líquida

Item ¹	Nível de energia líquida, kcal/kg										CV ²	S x EL ³	S ⁴	Linear ⁵	Quadr ⁶	
	Machos					Fêmeas										
	2.410	2.450	2.490	2.530	2.570	\bar{X}	2.410	2.450	2.490	2.530						2.570
P2C, mm	9,25	9,00	10,25	13,75	9,75	10,40	9,50	8,25	9,00	11,00	9,50	9,45	22,67	*	0,08	*
PABAT	95,71	91,25	96,85	99,30	90,81	94,79	86,89	92,30	80,63	92,60	86,93	88,55	5,26	0,04	0,01	*
PCRSF, kg	77,80	73,25	78,45	81,44	73,06	76,80	68,68	73,51	66,36	74,59	70,08	71,32	5,92	0,06	0,01	*
PERSF, %	2,51	2,87	2,46	2,43	2,37	2,53	2,79	2,60	3,80	2,63	2,60	2,82	21,66	*	*	*
RENCAR, %	80,07	78,82	79,45	80,29	78,76	79,48	78,90	78,46	81,23	79,12	79,57	79,46	1,74	0,07	*	*
ET, cm	2,64	2,52	2,88	3,17	2,80	2,80	2,24	2,33	2,00	2,56	2,28	2,28	12,98	*	0,01	*
COMP, cm	91,43	90,80	90,85	93,55	91,40	91,61	89,70	94,25	89,60	91,00	90,30	91,12	2,91	*	*	*
PERNIL, kg	12,16	11,26	11,58	12,25	10,91	11,63	10,77	11,74	11,00	11,09	11,48	11,25	6,35	0,04	*	*
AOL, cm ²	38,36	39,45	40,33	37,50	34,18	37,96	38,33	38,40	39,37	40,70	40,83	39,48	9,68	*	*	*
PROF, cm	1,81	1,85	2,65	2,81	2,21	2,27	1,32	1,55	1,63	2,31	1,43	1,71	24,88	*	0,01	0,01
CMAGRA, kg	58,69	57,40	57,52	56,34	52,28	56,45	56,33	57,70	55,28	57,23	58,24	57,01	6,91	*	*	*
PMAGRA, %	75,57	78,30	73,36	69,16	71,70	73,62	82,14	78,50	83,20	77,00	83,09	80,13	6,16	*	0,01	*
UNTO	1,161	1,295	1,479	1,694	1,506	1,427	0,832	1,104	0,801	1,279	0,902	1,008	25,58	*	0,01	0,05

¹ P2C - espessura de toucinho no crescimento; PABAT - peso de abate; PCRSF - perda por resfriamento; PERSF - perda da carcaça resfriada; RECAR - rendimento de carcaça; ET - espessura de toucinho segundo o método brasileiro; COMP - comprimento de carcaça; PERNIL - peso do pernil, área de olho de lombo (AOL); PROF - espessura de toucinho segundo o método americano; CAMAGRA - carne magra na carcaça; PMAGRA - porcentagem de carne magra na carcaça; UNTO - gordura abdominal; ² Coeficiente de variação; ³ Interação níveis de energia x sexo; ⁴ Efeito do sexo; ⁵ Efeito linear dos níveis de energia líquida; P2C (machos e fêmeas) = -19,43172 + 11,78279 EL, P:0,08; UNTO (machos) = -3,42642 + 1,86163EL + 0,2039299, UNTO (fêmeas) = -3,42642 + 1,86163EL - 0,2039299; ⁶ Efeito quadrático dos níveis de energia líquida PROF(machos) = -478,4478 + 0,2571 + 381,9675 EL - 75,8821 EL², PROF(fêmeas) = -478,4478 - 0,2571 + 381,9675 EL - 75,8821 EL².

(PERNIL), do mesmo modo que houve interação (P = 0,06 e 0,07) para peso da carcaça resfriada (PCRSF) e para o rendimento de carcaça (RENCAR) (Tabela 6).

Os machos castrados apresentaram maiores (P = 0,01) médias para o peso de abate e o peso da carcaça resfriada, contudo, apresentaram também piores valores de espessura e profundidade de toucinho, porcentagem de carne magra na carcaça e gordura abdominal em comparação às fêmeas (Tabela 6). Esses resultados são semelhantes aos reportados por Vieira et al. (2004), que, avaliando níveis de energia líquida para machos e fêmeas, encontraram valores inferiores para espessura de toucinho e superiores para a porcentagem de carne magra nas fêmeas, independentemente do nível de energia líquida da dieta.

Os níveis de energia líquida da dieta tiveram efeito (P<0,05) quadrático (com ponto de máximo no nível de 2.517 kcal/kg de ração) sobre a profundidade de toucinho, efeito linear crescente (P = 0,08) sobre a espessura de toucinho no crescimento e efeito linear crescente (P = 0,05) sobre a gordura abdominal. O nível de energia líquida não influenciou (P>0,10) as demais características de carcaça (Tabela 6).

Esses resultados diferem dos reportados por Bertol et al. (2001), que não encontraram efeitos dos níveis de energia digestível sobre a qualidade de carcaças de suínos de alto potencial genético para deposição de carne magra. Do mesmo modo, Dourmand & Noblet (1998) relataram que animais melhorados para a deposição de carne magra estão menos sujeitos ao comprometimento da carcaça quando alimentados com rações com maiores níveis de energia ou submetidos à restrição alimentar. Entretanto, esses autores não trabalharam com dietas de baixo nível de proteína calculadas de acordo com o conceito de proteína ideal. Neste tipo de dieta, o baixo nível de proteína aumenta ainda mais a quantidade de energia líquida para os suínos, o que parece prejudicar as características de carcaça, mesmo em animais melhorados.

Essas afirmações foram confirmadas por Kerr et al. (1995) e Le Bellego et al. (2001), que observaram aumento na gordura das carcaças de suínos alimentados com dietas de baixo nível protéico, resultados que indicam que o aumento no nível de energia líquida, embora melhore a conversão alimentar, pode prejudicar algumas características da carcaça de suínos.

Não houve (P>0,05) efeitos dos níveis de energia, do sexo e da interação sexo x nível de energia para a perda por gotejamento, o pH e os teores de matéria seca, matéria mineral e proteína bruta do músculo *Longissimus dorsi*, logo, os níveis estudados não foram suficientes para provocar diferenças nessas características da carcaça (Tabela 7).

Tabela 7 - Perda por gotejamento, pH, marmoreio (MARM), matéria seca (MS), matéria mineral (MM) e proteína bruta (PB) do *Longissimus dorsi* de suínos abatidos aos 90 kg alimentados com rações com relação treonina:lisina digestíveis de 0,658 e diferentes níveis de energia líquida

Item	Nível de energia líquida, kcal/kg										CV ¹	S x EL ²	S ³	Linear ⁴	Quadr ⁵	
	Machos					Fêmeas										
	2.410	2.450	2.490	2.530	2.570	X	2.410	2.450	2.490	2.530						2.570
PGOT, %	2,95	2,99	3,26	2,67	5,80	3,54	3,44	1,83	3,23	2,20	2,44	2,55	92,75	*	*	*
24 h pH	5,56	5,53	5,53	5,55	5,57	5,55	5,51	5,57	5,55	5,53	5,51	5,53	1,15	*	*	*
MARM	2,63	2,13	3,50	2,50	3,13	2,78	1,67	3,00	2,17	2,88	2,67	2,47	29,40	0,04	*	fêmeas = 0,03
MS, %	28,06	26,70	27,18	27,04	27,62	27,32	26,89	27,67	26,68	26,83	26,37	26,89	4,53	*	*	*
MM, %	1,06	0,97	1,02	1,14	1,09	1,06	1,20	1,00	1,18	1,04	1,09	1,10	12,28	*	*	*
PB, %	22,12	21,93	20,56	21,96	21,46	21,61	22,19	21,80	21,34	22,08	21,90	21,85	4,14	*	*	*

¹ Coeficiente de variação; ² Interação níveis de energia x sexo; ³ Efeito do sexo; ⁴ Efeito linear das relações treonina:lisina; ⁵ Efeito quadrático das relações treonina:lisina; MARM = $-0,0000696EL^2 + 0,347EL - 435,2$

No entanto, houve ($P < 0,05$) interação sexo \times nível de energia líquida sobre o marmoreio e efeito ($P < 0,05$) quadrático com ponto de máximo para as fêmeas (2.493 kcal/kg de ração). O efeito dos níveis de energia sobre o marmoreio das fêmeas confirma afirmações de Latorre et al. (2004) de que o sexo pode influenciar o desempenho na fase de crescimento e, principalmente, na fase de terminação, o que altera o padrão de deposição de tecido magro e de gordura entre os machos e as fêmeas.

Conclusões

A melhor relação treonina:lisina digestíveis para suínos em crescimento e terminação é 0,658, pois melhora a utilização do nitrogênio. O aumento da energia líquida das dietas de 2.410 para 2.570 kcal/kg reduz o consumo, melhora a conversão alimentar e aumenta a gordura abdominal.

Literatura Citada

- ADEOLA, O. Digestion and balance techniques in pigs. In: LEWIS, A.J.; SOURTHERN, L.L. (Eds.) **Swine nutrition**. 2.ed. Boca Raton: CRC, 2001. p.903-916.
- AJINOMOTO [2003]. **Exigências de treonina para suínos - benefícios da suplementação de L-treonina**. Disponível em: <http://www.lisina.com.br/upload/bibliografia/IT_10_port.pdf> Acesso em: 24/6/2006.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS - ABCS. **Método brasileiro de classificação de carcaça**. Estrela: 1973. 17p. (Publicação Técnica, 2).
- BERTOL, T.M.; LUDKE, J.V.; BELLAVAR, C. Efeito do peso do suíno em terminação ao início da restrição alimentar sobre o desempenho e a qualidade da carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.417-424, 2001.
- BIKKER, P.; BOSCH, M. Nutrient requirements of pigs with high genetic potential for lean gain. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1996, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1996. p.223-239.
- BOCCARD, R.; BUCHTER, L.; CASSELS, E. et al. Proceedings for measuring meat quality characteristics in beef production experiments. **Livestock Production Science**, v.8, p.385-397, 1981.
- COMA, J.; CARRION, D.; ZIMMERMAN, D.R. 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.
- DEFA, L.; CHANGTING, X.; SHIYAN, Q. et al. Effects of dietary threonine on performance, plasma parameters and immune function of growing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v.78, p.179-188, 1999.
- DOURMAD, J.Y.; NOBLET, J.A. Genetics, environment and nutrition interrelationship in swine production. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO ANIMAL E TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE RAÇÕES, 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: 1998. p.155-158.
- HALE, M.; JOHNSON, J.C.; WARREN, E.P. Influence of season, sex and dietary energy concentration on performance and carcass characteristics of swine. **Journal of Animal Science**, v.27, p.1577-1582, 1968.
- KERR, B.J.; MCKEITH, F.K.; EASTER, R.A. Effect of performance and carcass characteristics of nursery to finisher pigs fed reduced

- crude protein, amino acid-supplemented diets. **Journal of Animal Science**, v.73, p.433-440, 1995.
- LATORRE, M.A.; LÁZARO, R.; VALENCIA, D.G. et al. The effects of gender and slaughter weight on the growth performance, carcass traits, and meat quality characteristics of heavy pigs. **Journal of Animal Science**, v.82, p.526-533, 2004.
- LE BELLEGO, L.; MILGEN, J.V.; DUBOIS, S. et al. Energy utilization of low-protein diets in growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.79, p.1259-1271. 2001.
- MARSH, W.H.; FINGERHUT, B.; MILLER, H. Automated and manual direct methods for determination of blood urea. **Clinical Chemistry**, v.11, n.6, p.624-627, 1965.
- MURPHY, J. [1998]. **Advances in swine nutrition to address nutrient management issues**. Disponível em: <<http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/swine/facts/nmannutr.htm>> Acesso em: 24/6/2006.
- NATIONAL PORK PRODUCERS COUNCIL - NPPC. **Procedures to evaluate market hogs**. 3.ed. Des Moines: 1991. 16p.
- NOBLET, J. Net energy for growth in pigs: application to low protein, amino acid supplemented diets. In: PORK INDUSTRY CONFERENCE, 1996, Urbana. **Proceedings...** Urbana: University of Illinois, 1996. p.15-25.
- NOBLET, J.; HENRY, Y.; DUBOIS, S. Effect of protein and lysine levels in the diet on body gain composition and energy utilization in growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.65, p.717-726, 1987.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of swine**. 10.ed. Washington, D.C.: 1998. 189p.
- OLIVEIRA, P.A.V. Produção e manejo de dejetos suínos. In: SOARES, W.R. (Ed.) **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2001. p.164-177.
- PAIANO, D.; MOREIRA, I.; SILVESTRIN, N. et al. Balanço de nitrogênio de suínos na fase inicial recebendo dietas com diferentes relações treonina:lisina digestíveis. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2007. (CD-ROM).
- PATIENCE, J.F.; BEAULIEU, A.D.; ZIJLSTRA, R.T. [2007]. **Response to growing-finishing pigs to dietary energy concentration**. Disponível em: <<http://www.thepigsite.com/articles/3/feed-nutrition-and-water/1264/response-to-growing-finishing-pigs-to-dietary-energy-concentration>> Acesso em: 12/7/2007.
- RODRIGUES, N.E.B.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Níveis de treonina em rações para leitoas com alto potencial genético para a deposição de carne magra dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.2039-2045, 2001.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2005. 186p.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.
- SILVA, F.C.O.; DONZELE, J.L.; FREITAS, R.T.F. et al. Níveis de energia digestível para suínos machos inteiros dos 60 aos 100 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.5, p.959-964, 1998.
- VIEIRA, A.A.; BARBOSA, H.C.A.; ALMEIDA, F.Q. et al. Qualidade da carcaça de suínos machos e fêmeas, abatidos em diferentes pesos, alimentados com dieta contendo dois níveis de energia líquida, sob restrição alimentar na fase de terminação. **Revista da Universidade Rural Rio de Janeiro**, v.24, n.1, p.155-160, 2004.