

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**RELAÇÕES TREONINA: LISINA DIGESTÍVEIS E NÍVEIS
DE ENERGIA LÍQUIDA PARA SUÍNOS**

Autor: Diovani Paiano
Orientador: Prof. Dr. Ivan Moreira

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá - Área de Concentração: Produção Animal.

MARINGÁ
Estado do Paraná
fevereiro – 2007

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**RELAÇÕES TREONINA: LISINA DIGESTÍVEIS E NÍVEIS
DE ENERGIA LÍQUIDA PARA SUÍNOS**

Autor: Diovani Paiano
Orientador: Prof. Dr. Ivan Moreira

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá - Área de Concentração: Produção Animal.

MARINGÁ
Estado do Paraná
fevereiro – 2007



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**RELAÇÕES TREONINA: LISINA DIGESTÍVEIS E NÍVEIS
DE ENERGIA LÍQUIDA PARA SUÍNOS**

Autor: Diovani Paiano

Orientador: Prof. Dr. Ivan Moreira

TITULAÇÃO: Doutor em Zootecnia – Área de Concentração Produção
Animal

APROVADA em ____ fevereiro de 2007.

Aos meus pais, Osmar Paiano e Maria Angélica Reginato Paiano,
intermediários do presente divino da vida,
pelo apoio em todos os aspectos, incentivo nos desapontamentos e amizade em todos
os momentos da minha vida;

À minha irmã, Lucila Paiano,
pelo seu carinho, amizade e compreensão e paciência;

Aos amigos do passado e do presente;

Aos amigos que já partiram e aos que continuam suas jornadas.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Ser superior, criador de tudo e de todos, pela vida e pelo dom da consciência.

À Capes pela bolsa de pesquisa concedida de maio de 2004 a agosto de 2006.

À Universidade Estadual de Maringá que permitiu a execução e análise dos experimentos.

Ao Professor Dr. Ivan Moreira, pela amizade, orientação e auxílio no planejamento e execução dos estudos.

À empresa AJINOMOTO, pelo fornecimento dos ingredientes necessários a condução dos estudos e pelas análises químicas realizadas.

Aos Servidores do Setor de Suinocultura e fábrica de rações da Fazenda Experimental de Iguatemi, Mauro, Ruki, Antonio e João Salvalágio.

A todos os funcionários do Departamento de Zootecnia, em especial a Dilma F. Bother, Cleuza Volpato, técnicas do Laboratório de Nutrição Animal (LANA), pela amizade, paciência e auxílio na execução das análises.

Aos colegas, Marcos A. A. da Silva, Arlei R. B. Quadros, Paulo L. Carvalho, Leandro S. Perdigão, Cleber Ribeiro, Nickchiella Silvestrin, Liliane Piano, Ilton Kuroda, Guilherme Augusto Dias Gonçalves, Ângela Parra, Fagner e demais bolsistas e estagiários, os quais possibilitaram a realização dos trabalhos.

Aos colegas e amigos de pós-graduação, pela amizade, companheirismo convivência e auxílio durante o curso.

Aos 28 colegas de república que conviveram comigo durante os períodos de graduação e pós-graduações, por suas amizades e paciência.

A todos que, direta ou indiretamente, tenham contribuído de alguma forma para a execução deste trabalho.

BIOGRAFIA

Diovani Paiano, filho de Osmar Paiano e Maria Angelica Reginato Paiano, nasceu na cidade de Loanda - Paraná, no dia 28 de fevereiro de 1978.

Em março de 2002, concluiu o curso de Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá – Estado do Paraná.

Em março de 2004 obteve o título de Mestre em Zootecnia na área de concentração Produção Animal, na Universidade Estadual de Maringá.

Em fevereiro de 2004, ingressou no Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá em nível de Doutorado – Área de Concentração: Produção Animal e no mês de fevereiro 2007 submeteu-se à banca para defesa da tese, com aprovação.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMO	xi
ABSTRACT	xiii
I – INTRODUÇÃO GERAL	1
Literatura Citada	10
II – OBJETIVOS GERAIS	13
III – RELAÇÕES TREONINA:LISINA DIGESTÍVEIS PARA SUÍNOS NA FASE INICIAL, ALIMENTADOS COM RAÇÕES DE BAIXA PROTEÍNA, CALCULADAS DE ACORDO COM O CONCEITO DE ENERGIA LÍQUIDA	14
Resumo	14
Abstract	15
Introdução	16
Material e Métodos	17
Resultados e Discussão	22
Conclusões	29
Literatura Citada	29

IV – RELAÇÕES TREONINA: LISINA DIGESTÍVEIS E NÍVEIS DE ENERGIA LÍQUIDA PARA SUÍNOS EM CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO - BALANÇO DE NITROGÊNIO E DESEMPENHO	32
Resumo	32
Abstract	33
Introdução	34
Material e Métodos	35
Resultados e Discussão	43
Conclusões	52
Literatura Citada	52
V – DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA DE SUÍNOS EM CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO ALIMENTADOS COM RAÇÕES CONTENDO DIFERENTES RELAÇÕES TREONINA: LISINA DIGESTÍVEIS	55
Resumo	55
Abstract	56
Introdução	57
Material e Métodos	58
Resultados e Discussão	63
Conclusões	70
Literatura Citada	70
VI – CONCLUSÕES GERAIS	72
VII – IMPLICAÇÕES	73

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 – Composição centesimal, química e energética das rações experimentais contendo diferentes relações treonina:lisina digestíveis (TL) para suínos na fase inicial (15-30 kg)	19
Tabela 2 – Efeito de diferentes relações treonina:lisina digestíveis sobre a proteína bruta consumida (PBC), PB fecal (PBF), PB absorvida (PBAB), PB da urina (PBU), PB total excretada (PBTE), PB retida (PBR), utilização líquida de proteína (ULP), valor biológico da proteína dietética (VBPD) e nitrogênio da uréia plasmática (NUP) de suínos na fase inicial (15-30kg)	22
Tabela 3 – Efeito de dietas de baixa proteína bruta, com diferentes relações treonina:lisina digestíveis (TL) sobre o consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GDP), conversão alimentar (CA) e nitrogênio da uréia plasmática (NUP) de suínos na fase inicial (15-30kg)	26
Tabela 1 – Composição centesimal, química e energética das rações experimentais contendo diferentes relações treonina:lisina digestíveis (TL) para suínos na fase de crescimento (30-60 kg)	37
Tabela 2 – Composição centesimal, química e energética das rações experimentais, com a relação treonina:lisina digestíveis de 0,658, contendo diferentes níveis de energia líquida para suínos na fase de crescimento (30-60 kg)	40
Tabela 3 – Composição centesimal, química e energética das rações experimentais, com a relação treonina:lisina digestíveis de 0,658, contendo diferentes níveis de energia líquida para suínos na fase de terminação (60-90 kg)	41

Tabela 4 –	Efeito de diferentes relações treonina:lisina digestíveis sobre a proteína bruta (PB) consumida (PBC), PB fecal (PBF), PB absorvida (PBAB), PB da urina (PBU), PB total excretada (PBTE), PB retida (PBR), utilização líquida de proteína (ULP), valor biológico da proteína dietética (VBPD) e nitrogênio da uréia plasmática (NUP) de suínos em crescimento (30-60 kg)	43
Tabela 5 –	Consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GDP), conversão alimentar (CA) e nitrogênio da uréia plasmática (NUP) de suínos em crescimento e terminação (30-90 kg) alimentados com a relação treonina:lisina digestíveis de 0,658, com diferentes níveis de energia líquida (EL)	47
Tabela 6 –	Efeito de dietas de baixa proteína bruta, calculadas com a relação treonina:lisina digestíveis de 0,658, com diferentes níveis de energia líquida (EL), sobre as características de carcaça de suínos abatidos aos 90 kg	49
Tabela 7 –	Efeito de dietas de baixa proteína bruta, calculadas com a relação treonina:lisina digestíveis de 0,658, com diferentes níveis de energia líquida (EL), sobre a perda por gotejamento, pH, marmoreio do <i>longissimus dorsi</i> (MARM), matéria seca (MS), matéria mineral (MM) e proteína bruta (PB) de suínos em crescimento e terminação (30-90 kg)	51
Tabela 1 –	Composição centesimal, química e energética das rações experimentais contendo diferentes relações treonina:lisina digestíveis para suínos em crescimento (30-60 kg)	60
Tabela 2 –	Composição centesimal, química e energética das rações experimentais contendo diferentes relações treonina:lisina digestíveis para suínos em terminação (60-90 kg)	61
Tabela 3 –	Efeito de dietas de baixa proteína bruta, com diferentes relações treonina:lisina digestíveis sobre o consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GDP), conversão alimentar (CA) e nitrogênio da uréia plasmática (NUP) de suínos em crescimento e terminação .	64
Tabela 4 –	Efeito de dietas de baixa proteína bruta, calculadas com diferentes relações treonina:lisina digestíveis, sobre as características de carcaça de suínos abatidos aos 90 kg	67
Tabela 5 –	Efeito de dietas de baixa proteína bruta, calculadas com diferentes relações treonina:lisina digestíveis, sobre a perda por gotejamento, peso do fígado, porcentagem do fígado, pH, marmoreio do <i>longissimus</i> (MARM), matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), valores de a*, b* e L de suínos abatidos aos 90 kg.	69

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 – Efeito de diferentes relações treonina:lisina digestíveis (TL) sobre a proteína bruta total excretada (PBTE), PB retida (PBR) e utilização líquida de proteína (ULP) de suínos na fase inicial (15-30kg)	24
Figura 2 – Efeito de dietas de baixa proteína bruta, com diferentes relações treonina:lisina digestíveis (TL) sobre a conversão alimentar (CA) de suínos na fase inicial (15-30kg)	28
Figura 1 – Efeito de diferentes relações treonina:lisina digestíveis sobre a proteína bruta (PB) absorvida (PBAB), PB retida (PBR), utilização líquida da proteína (ULP) e nitrogênio da uréia plasmática (NUP) de suínos em crescimento (30-60kg)	44

RESUMO

Foram conduzidos cinco experimentos com o objetivo de determinar a melhor relação treonina:lisina digestíveis (TL) para suínos nas fases: inicial, crescimento e terminação, e os efeitos de níveis de energia líquida para rações calculadas com as relações obtidas. Nos Experimento I e III, foram avaliados os efeitos de diferentes relações TL sobre a utilização do nitrogênio para suínos na fase inicial e crescimento. Foram realizados dois estudos de balanço de nitrogênio (N) utilizando suínos machos castrados, híbridos comerciais de média a alta deposição de tecido magro. Foram utilizados 20 animais com peso inicial de $23,0 \pm 4,1$ kg e 15 animais com peso inicial de $37,0 \pm 2,6$ kg, respectivamente, para os Experimentos I e III. Os suínos foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado. As rações continham baixo nível de proteína (17,3% e 14,7%) e as relações TL: 0,574; 0,624; 0,673; 0,722 e 0,772. No Experimento I, a proteína bruta total excretada (PBTE), proteína bruta retida (PBR) e utilização líquida da proteína (ULP) apresentaram efeito quadrático, indicando 0,649 (média da PBR e ULP) como a melhor TL. No Experimento III, a proteína bruta absorvida e o nitrogênio da uréia plasmática apresentaram efeito quadrático e a melhor relação TL foi 0,658 (média do NUP e PBA). O Experimento II foi um experimento de desempenho utilizando 60 animais (30 machos castrados e 30 fêmeas), com peso inicial de $15,5 \pm 1,5$ kg, de características semelhantes aos do Experimento I. Os animais foram distribuídos em um delineamento em esquema fatorial com dois sexos e cinco relações TL e dois animais por baia. Foram utilizadas seis baias por tratamento (três de machos castrados e três de fêmeas). Os tratamentos foram os mesmos do Experimento I. Para o Experimento II, não houve efeito das relações TL sobre o consumo diário de ração (CDR) e ganho diário de peso (GDP). Entretanto, houve efeito quadrático, com ponto de mínimo, sobre a conversão alimentar (CA) e a derivação da equação indicou a relação TL de 0,691. No Experimento IV, foram avaliados diferentes níveis de energia líquida (EL), para suínos em crescimento terminação utilizando a melhor relação obtida no

Experimento II. Foram utilizados 40 suínos com peso inicial de $30,2 \pm 1,3$ kg (20 machos castrados e 20 fêmeas), da mesma linhagem do Experimento III, distribuídos em um delineamento em esquema fatorial com dois sexos e cinco níveis. Foram formuladas cinco rações com 2.410, 2.450, 2.490, 2.530 e 2.570 kcal de energia líquida/kg, para a fase de crescimento e terminação. No Experimento IV, na fase de terminação e no período total houve redução do CDR, melhora na CA e aumento na espessura de toucinho com o aumento dos níveis de EL. Os resultados indicam que níveis crescentes de energia líquida diminuem o consumo e melhoram a conversão alimentar, mas podem prejudicar algumas das características da carcaça. No Experimento V, foram avaliados os efeitos de diferentes relações TL sobre o desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de suínos em crescimento e terminação. Foram utilizados 40 suínos (20 machos castrados e 20 fêmeas) da linhagem dos experimentos anteriores, com peso inicial de $30,1 \pm 1,8$ kg. O delineamento experimental foi semelhante ao utilizado no Experimento IV. As dietas, a base de milho e de farelo de soja, foram formuladas de acordo com o conceito de proteína ideal, contendo 2.513 kcal de EL/kg; 14,7% de PB; 0,81% de lisina digestível; 0,55% de Ca e 0,39% de fósforo disponível para a fase de crescimento e 2.568 kcal de EL/kg para; 12,5% de PB; 0,68% de lisina digestível; 0,49% de cálcio e 0,33% de fósforo disponível para a fase de terminação. Foram adicionados aminoácidos sintéticos para obter as relações TL utilizadas no experimento. No Experimento V, houve efeito quadrático com ponto de mínimo (TL de 0,674) sobre a CA no crescimento. Não houve efeitos sobre as demais variáveis de desempenho. Houve redução linear na espessura de toucinho na fase de crescimento com o aumento das relações TL, houve efeito quadrático, com ponto de mínimo (TL de 0,630), sobre a gordura abdominal dos machos, aumento linear no peso de abate e perda por resfriamento. Os resultados dos cinco experimentos indicam que o a relação TL de 0,649 maximiza a retenção de nitrogênio e a relação TL de 0,691 otimiza a conversão alimentar de leitões (15-30 kg). A relação TL de 0,658 maximiza a retenção de nitrogênio e a TL de 0,674 otimiza a conversão alimentar dos suínos em crescimento. A relação TL de 0,630 minimiza a gordura abdominal de machos castrados e o aumento das relações TL diminui a espessura de toucinho no crescimento e aumenta o peso de abate de suínos. O aumento dos níveis de energia líquida diminui o CDR, melhora a CA, mas podem aumentar a deposição de gordura.

Palavras-chave: aminoácidos, características de carcaça, desempenho, energia líquida, proteína ideal, retenção de nitrogênio

ABSTRACT

Five studies were carried out to evaluate the effect of digestible threonine:lysine ratios (TL) for starting, growing and finishing pigs and the effect of net energy levels. The Studies I and II was evaluated the effect of TL on the use of the nitrogen (N) of starting and growing pigs. Was carried out two studies with barrows of high-lean commercial crossbred. The Experiments I and III, was a nitrogen balance, using 20 barrows with the initial weight 23.0 ± 4.1 kg and 15 pigs with initial weight 37.0 ± 2.6 kg, respectively, for studies I and III. The pigs were allotted in a randomized design, with five TL ratios. Diets had low crude protein levels (17.3 % and 14.7%) and the TL ratio: 0.574; 0.624; 0.673; 0.722 and 0.772 were used. In the Experiment I, the excreted crude protein (CPE), crude protein retention (CPR), net protein utilization (NPU), showed quadratic effect. The best TL ratio was 0.649 (average of the CPR and NPU). In the Exp. III, the crude protein absorbed (CPAB) and the plasma urea nitrogen (PUN) had quadratic effect and the best TL ratio value was 0.658 (average of CPAB and PUN). The Exp. II, was conducted to examine the effects of same TL ratio on performance of starting pigs, 60 pigs (30 barrows and 30 gilts), with the initial weight of 15.5 ± 1.5 kg, from the same farm of Exp. I. The pigs were allotted in a randomized design, following a factorial scheme, with two sexes and five TL ratios. Were used six pens for treatments (3 barrows and 3 gilts). The treatments were the same of the Experiment I. In the Experiment II no had effect of TL ratio on daily feed intake (DFI) and average weigh gain (AWG). However the feed:gain ratio showed quadratic effect and the best TL was achieved at TL ratio 0.691. The Experiment IV was conducted to evaluate the effects of different levels of net energy (NE) for growing and finishing pigs with the best TL obtained in Experiment II. Forty pigs with initial weight 30.2 ± 1.3 kg (20 barrows and 20 gilts), from the same farm of Experiment I, were allotted in a randomized design,

following a factorial scheme, with two sexes and five net energy levels. Five levels of net energy were used (2,410; 2,450; 2,490; 2,530 and 2,570 kcal/kg), for the growing and finishing diets. In the Experiment IV, daily feed intake (ADFI) decreasing and feed:gain ratio (FGR) improved with the increasing levels of NE in finishing and total period. The backfat thickness deposition increased with the increase level of energy. The Exp. V, was conducted to examine the effects of same TL ratios on performance, carcass traits and meat quality of growing and finishing pigs. Forty pigs (20 barrows and 20 gilts), with initial weight of 30.1 ± 1.8 kg, from the same farm of the Exp. IV were used. The experimental design was the same of exp IV. A corn-soybean meal diet was formulated according to ideal protein concept, with 2,513 kcal NE/kg; 14.7% CP; 0.81% digestible lysine; 0.55% Ca and 0.39% P available for growing and 2,568 kcal DE/kg; 12.5% CP; 0.68% digestible lysine; 0.49% Ca and 0.33% phosphorus available for finishing pigs. Additional synthetic amino acids were supplied as necessary to achieve the TL ratio in the study. In the Experiment V, the FG on growing pigs showed quadratic effect and the best TL ratio value was 0.674. Had no effect of TL ratio on others growth performance characteristics. The abdominal fat of barrows showed quadratic effect and the best TL ratio value was 0.630. The slaughter weight and dry lost had increased linearly. The backfat thickness decreased in growing phase with the increase of the TL ratio. The results suggest that TL ratio 0.649 maximize the nitrogen retention and TL ratio 0.691 optimize the FGR in starting pigs (15-30 kg). The TL ratio 0.658 maximize the nitrogen retention and TL ratio 0,674 optimize the FGR in growing pigs (30-60 kg). The TL ratio 0.630 minimize the abdominal fat in barrows. The rise of TL ratio decreased the backfat thickness in growing pigs and increase the slaughter weight. The increased of the net energy levels decreased the ADFI, optimize FGR and. the backfat thickness deposition increased.

Key words: amino acids, carcass traits, growth performance, ideal protein, net energy, nitrogen retention

I – INTRODUÇÃO GERAL

A função inicial da suinocultura era a produção de gorduras para as populações humanas. Atualmente, com o advento dos óleos vegetais, esta função perdeu seu sentido, com isso a suinocultura moderna passou a produzir de proteína para consumo na alimentação dos humanos, por meio de carne *in natura* ou na forma de produtos industrializados como os embutidos, segundo Roppa (2006), o consumo de carne suína é de cerca de 15,9 kg/ano/pessoa.

O suíno, para ter seu crescimento e deposição de carne adequado, necessita que as suas células recebam os nutrientes necessários ao metabolismo em quantidade e proporção adequada. Dentre os nutrientes destacam-se os aminoácidos, tanto os essenciais como não-essenciais, os quais são fundamentais para o suprimento das necessidades metabólicas dos suínos, tendo variações nas suas quantidades e proporções de acordo com o potencial genético do animal.

Os mais importantes aminoácidos para os suínos são: a lisina, metionina e a treonina, como primeiro, segundo e terceiro aminoácidos limitantes, respectivamente, para a síntese de proteína, em dietas à base de milho e farelo de soja (NRC, 1998).

Em dietas suplementadas com lisina sintética, e com baixos teores de proteína, a treonina passa a ser o primeiro aminoácido limitante. Entretanto, autores como Stoll et al. (1998), trabalhando com suínos cateterizados, no qual mediram o consumo de

treonina pelo intestino, observaram que em termos de balanço líquido de aminoácidos, em nível intestinal, a treonina seria o primeiro aminoácido a limitar a síntese de proteína, mesmo em dietas sem suplementação de lisina, pois observaram que uma porcentagem elevada (62%) da treonina digestível é utilizada pelos enterócitos para a produção de energia, conseqüentemente não é disponibilizada para a síntese de proteína.

Além disso, a suplementação com treonina favorece a produção das mucinas do trato digestório, cerca de 53% fração protéica das mucinas é composta de treonina. A grande porcentagem da treonina nas mucinas é particularmente importante nos casos de doenças entéricas quando ocorre aumento da secreção de mucinas pelo trato digestório para defesa contra os agentes patogênicos, que conseqüentemente ocorre aumento nas exigências de treonina (Montagne & Lalles, 2000).

A treonina é de fundamental importância ao metabolismo de deposição protéica, mas também é importante ao sistema imunológico dos seres vivos, sendo o aminoácido de maior proporção nas g-globulinas de aves, coelhos, humanos e suínos. A treonina representa de 8 a 11% do total das proteínas do sistema imune (Amezcuca, 2006).

Defa et al. (1999), em experimento que avalia o desempenho de leitões, concentração sanguínea de IgG e anticorpo anti-BSA, observaram que para os leitões terem máxima resposta imunológica é necessário que os níveis de treonina sejam superiores aos níveis necessários para o máximo desempenho. Este resultado é de grande importância nos dias atuais, em que existem grandes pressões por parte da comunidade no intuito de banir os aditivos promotores de crescimento antimicrobianos. Com o banimento desses aditivos antimicrobianos, nutrientes como a treonina, que favorecem o sistema imunológico, necessitam de reavaliações dos níveis recomendados, com o objetivo de amenizar os prejuízos com a retirada dos antimicrobianos. Segundo

estimativas de Menten (2001), o prejuízo com a retirada dos aditivos da suinocultura, na União Européia, ultrapassa a cifra de 1,1 bilhões de dólares anuais.

Mesmo tendo como base as necessidades para máximo desempenho, as exigências nutricionais de treonina indicada na literatura, bem como a relação treonina:lisina digestíveis (Defa, 1999; MA, 2000; NRC, 1998; Rodrigues et al., 2001; Rostagno et al., 2005; Etle et al., 2004), são muito variáveis (0,620 a 0,750) e dificulta para os nutricionistas na elaboração dos programas nutricionais.

São muitos os fatores que contribuem para estas variações nas recomendações nutricionais, destacando-se as diferentes condições experimentais, estado fisiológico dos animais, sexo (Thong & Liebert, 2004), potencial genético para a deposição de carne magra (Moreira, 1998), diferenças entre as dietas experimentais em termos de nível de proteína e energia (Rodrigues et al., 2001), diferenças no desafio sanitário dos animais, temperaturas ambientais, assim como diferenças nos modelos matemáticos utilizados nas avaliações dos experimentos, modelos contínuos como linear e quadrático ou descontínuo como *Linear Response Plateu-LRP* (De Blas, 2006).

Entre os fatores que podem provocar diferenças nos resultados devem ser destacados os níveis de proteína das dietas e a sua qualidade (digestibilidade dos aminoácidos e suas proporções), e quando adequados, permitem reduzir o teor de proteína total das dietas.

A utilização da lisina como aminoácido referência e o cálculo das exigências dos demais aminoácidos como percentagem do valor da lisina é o princípio básico do conceito de proteína ideal. Isto permite melhorar o perfil de aminoácidos das rações e como consequência a redução no total de proteína da dieta, fornecendo as necessidades exatas dos aminoácidos o que resulta em maior aproveitamento e menor excreção ambiental de nitrogênio.

A utilização do conceito de proteína ideal, com ajuste dos níveis fornecidos dos aminoácidos, e a redução da proteína total da dieta vêm a satisfazer tanto os produtores com o menor custo das dietas bem como beneficia os consumidores, pois resulta em preços mais baixos dos produtos. Entretanto, a redução excessiva do nível de proteína bruta nas dietas pode ser limitada economicamente, visto que, a excessiva redução do nível de proteína bruta, muitas vezes exige a suplementação com aminoácidos que podem ser economicamente inviáveis.

Em um estudo de redução do nível de proteína e suplementação com aminoácidos, Ferreira et al. (2003) observaram redução de 8% no custo relativo das dietas com a redução de dois pontos percentuais no teor de proteína bruta, por meio da adição de lisina e treonina das rações de suínos (15-30 kg).

Além dos benefícios econômicos, a redução do teor de proteína pode vir a minimizar a carga poluente dos dejetos suínos, um grande problema na suinocultura brasileira e mundial, que reduz a poluição ambiental e favorecendo a produção pecuária sustentável. A redução do potencial poluente dos dejetos pode ser um elemento importante no intuito de minimizar as pressões da comunidade, da mídia, cientistas e governo, em relação aos aspectos ambientais e ecológicos da criação dos suínos.

Os dejetos dos suínos possuem diferentes elementos químicos como nitrogênio, fósforo, potássio e biológicos (microrganismos) que podem provocar danos ao ambiente. Cada elemento, encontrado nos dejetos dos suínos, possui características próprias, resultando em diferentes situações ou grau de prejuízo ao ambiente, quando não-manejados corretamente.

O nitrogênio é um dos principais elementos poluidores, presente nos dejetos da suinocultura, sendo de grande importância desenvolver e aperfeiçoar tecnologias, com o objetivo de reduzir a excreção de nitrogênio na suinocultura moderna.

A redução do teor de proteína bruta das dietas, com respectiva suplementação com aminoácidos sintéticos e melhor balanço entre os mesmos, visam a redução da excreção do nitrogênio. O nitrogênio excretado nos dejetos provém basicamente dos aminoácidos em excesso, das proteínas microbianas, proteínas não-digeridas pelos animais e uma parte do nitrogênio endógeno (Penz Jr. et al., 1999). Estes autores estimam que para um suíno, em condições normais de ambiente e alimentação, somente 35 a 45% do nitrogênio ingerido é transformado em produto animal, sendo o restante excretado. Do total de nitrogênio ingerido pelos suínos, aproximadamente, 15 a 20% é excretado nas fezes e de 45 a 50% na urina (Oliveira, 2001). No ambiente, o nitrogênio, excretado na forma de uréia pelos suínos, provoca diversos problemas, entre eles a transformação em amônia (NH_3) e outros compostos nitrogenados como N_2O por ação bacteriana.

Cerca de 34% do nitrogênio ingerido pelos suínos e excretado sobre forma de uréia é transformado em amônia, por ação de microrganismos, e esta perda se dá rapidamente nos primeiros dias após a excreção, sendo que 32% é operculado ou lixiviado no solo (Luna & Vidal, 2006). A amônia e outros gases como o óxido nitroso (N_2O) aumentam o efeito estufa, com conseqüente modificação no clima (Lima, 2003).

Outro ponto a ser considerado com relação a excreção de nitrogênio na suinocultura é a contaminação das fontes de água, superficiais e subterrâneas, quando os dejetos são mal manejados, uma das principais preocupações em relação aos resíduos da suinocultura. Na contaminação dos rios pelos dejetos suínos ocorre eutrofização que é o desenvolvimento de microrganismos e algas nessas fontes. Os microrganismos, além de patogênicos aos animais e seres humanos, consomem o oxigênio destas fontes, tornando a vida imprópria aos organismos nativos. Este problema está associado principalmente ao fósforo e matéria orgânica os dejetos.

A contaminação das águas subterrâneas ocorre quando o nitrogênio passa para a forma de nitrato, forma altamente suscetível à lixiviação (pouca adsorção aos colóides do solo). Os teores de nitratos detectados no lençol freático, em solos tratados com altas quantidades de dejetos líquidos (160 m³/ha/ano), são 10 vezes maiores que os de solos não-tratados (Perdomo et al., 2001).

Neste sentido, a adoção do conceito de proteína ideal, somado aos avanços na determinação de exigências nutricionais e na determinação da digestibilidade dos alimentos, junto à utilização de aminoácidos sintéticos na formulação das rações tem permitido a elaboração de rações com menor teor de proteína sem o comprometimento do desempenho zootécnico dos suínos (Le Bellego et al., 2001; Noblet, 1996). Segundo Canh et al. (1998), a cada ponto percentual reduzido no teor de PB pode-se reduzir em até 10% a excreção de nitrogênio.

Para isto, a correta definição dos níveis de aminoácidos nas dietas e a relação entre eles merecem atenção especial, pois podem melhorar a rentabilidade do suinocultor e colaborar com a produção de suínos, de forma sustentável, minimizando a contaminação ambiental (Pedersen et al., 2003).

A redução no nível de proteína bruta das dietas traz outros benefícios aos suínos. Baixos níveis de proteína na dieta favorecem a saúde intestinal ao reduzir o pH e melhorar a digestão.

Esta redução do pH intestinal leva à inibição do crescimento de microrganismos patogênicos indesejáveis no trato digestório (*gram negativos*), em prol dos microrganismos desejáveis (*gram positivos*), melhora a microbiota intestinal e promove melhor sanidade. Também, a queda no pH atua melhorando a digestão das proteínas com a consequente redução da passagem e disponibilização de aminoácidos para os

microrganismos indesejáveis, atuando de forma indireta na redução das bactérias indesejáveis ao longo do trato digestório (Amezcu, 2006).

O menor pH intestinal é particularmente importante para os animais nas fases iniciais de criação, fase em que em virtude da imaturidade do trato digestório há menor quantidade de secreções digestivas o que leva a uma menor digestão das proteínas e maior desenvolvimento de microrganismos indesejáveis.

A suplementação com treonina e outros aminoácidos, com redução do teor de proteína bruta, resultam em uma série de benefícios. Entretanto, tem se observado que a utilização de dietas com menor teor de proteína bruta e com melhor perfil de aminoácidos, pode prejudicar a qualidade da carcaça dos suínos. Em um experimento de desempenho, com redução do nível protéico, utilizando o conceito de proteína ideal, Kerr et al. (1995), reportou-se maior teor de gordura na carcaça de suínos, e os autores do experimento sugerem que por causa da redução do teor de proteína há redução no gasto em energia para a deaminação dos aminoácidos em excesso resultando em mais energia líquida nas dietas e isto poderia vir a refletir no aumento da deposição de gordura na carcaça.

Com a redução da deaminação, ocorre redução na síntese e na excreção de uréia na urina (cerca de 50% do nitrogênio excretado), associado a um menor “turnover” das proteínas corporais e menor produção de calor (Noblet et al., 1987). Estes fatores resultam menor incremento calórico em dietas com teor reduzido de proteína, o que reflete em maior energia líquida (EL) disponível para os animais e a conseqüente piora na qualidade da carcaça dos suínos com acúmulo indesejável de gordura. Portanto, quando se deseja melhorar o perfil de aminoácidos, utilizando tecnologias modernas que permitem a redução da proteína, deve-se utilizar dietas calculadas com os valores de energia líquida para evitar os indesejáveis prejuízos às características de carcaça.

Entretanto, a utilização do conceito de energia líquida nas dietas de suínos é limitada, há dificuldades em se determinar o valor preciso da energia líquida (EL) dos alimentos. Dietas ricas em lipídeos e carboidratos possuem maior valor de energia líquida comparado às dietas ricas em proteínas, pois carboidratos e proteínas não gastam energia para a deaminação e excreção de nitrogênio como ocorre com os aminoácidos. Segundo dados reportados por Noblet et al. (1994a), o milho possui 3.780 kcal de energia digestível (ED)/kg e o farelo de soja 3.910 kcal de ED/kg ou 3,4% mais ED. Em termos de energia líquida (EL), o milho possui 2.970 kcal de EL/kg enquanto o farelo de soja 1.930 kcal de EL/kg, ou 35% menos EL, o que evidencia o aumento da quantidade de energia líquida em dietas com menores teores de proteína bruta e, conseqüentemente, menor quantidade de suplementos protéicos, como o farelo de soja, nas rações.

Outro problema relacionado à utilização da energia líquida nas formulações das dietas, é a dificuldade de determinação precisa dos valores corretos de EL, além das diferenças na conversão da energia metabolizável para energia líquida no metabolismo dos animais que recebem a mesma dieta. Para os diferentes processos metabólicos como deposição de carne, deposição de gordura, manutenção do organismo ou produção de leite, a energia líquida tem diferentes valores ou diferentes eficiências de conversão da energia metabolizável para a energia líquida (Noblet et al., 1994b).

Enquanto a conversão de energia metabolizável para energia líquida em funções relacionadas à manutenção é muito eficiente, quando se refere ao crescimento, deposição de tecido magro e tecido adiposo a eficiência de conversão é menor. Ou seja, o mesmo alimento para diferentes funções no metabolismo, tem diferentes valores de energia líquida. Conseqüentemente, animais de genética moderna, selecionados para deposição de tecido magro, têm diferente eficiência de utilização da energia, sendo

necessários estudos para avaliar a combinação entre qualidade protéica e os teores de energia para estes animais.

Sendo assim, os presentes estudos objetivaram determinar as relações treonina:lisina digestíveis (TL) que maximize o aproveitamento dos aminoácidos da dieta nas fases inicial e crescimento, avaliar os efeitos dessas diferentes relações sobre o desempenho e as características de carcaças de suínos dos 15 aos 90 kg e verificar o efeito de diferentes níveis de energia líquida sobre uma relação TL previamente determinada, nos experimentos de balanço de nitrogênio, para suínos em crescimento e terminação.

Literatura Citada

- AMEZCUA, C.M. **L-treonina em dietas para aves**, 2006. Disponível em: <<http://www.lisina.com.br>>. Acesso em: ago. 2006.
- CANH, T.T.; AARNINK, A.J.A.; SCHUTTE, J. B. et al. Dietary protein affects nitrogen excretion and ammonia emission from slurry of growing-finishing pigs. **Livestock Production Science**, v.56, n.3, p.181-191, 1998.
- DE BLAS, C.; GARCÍA, A.I.; CARABAÑO, YR. **Necesidades de treonina en animales monogástricos - XVI Curso de Especialización**. Disponível em: <<http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/00CAP1.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2006.
- 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.
- ETTLE, T.; ROTH-MAIER, D.A.; BARTELT, J. et al. Requerimento of true digestible threonine of growing and finishing pigs. **Journal of Physiology and Animal Nutrition**, v.88, p. 211-222, 2004.
- FERREIRA, R.A.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. Redução da proteína bruta da ração para suínos machos castrados dos 15 aos 30 kg mantidos em termoneutralidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1639-1646, 2003.
- 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.
- 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, n.1259-1271, 2001.
- LIMA, M.A. **Emissão de gases de efeito estufa provenientes de sistemas agrícolas no Brasil**. Disponível em: <www.cnpma.embrapa.br>. Acesso em: 20 jan. 2003.
- LUNA, A.M.; VIDAL, G.V. Como produzir carne suína conforme os conceitos de segurança alimentar, bem estar dos animais e preservação do meio ambiente, compensando os custos adicionais com o valor agregado de marcas diferenciadas por rastreabilidade total. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE SUINOCULTURA, 3., 2006, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: [s.n.], 2006. p. 91-103.

- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. **Normas e padrões de nutrição e alimentação animal - Revisão 2000**. Brasília, DF: MAA, 2000. 152p.
- MENTEN, J.F.M. Aditivos alternativos na nutrição de aves: probióticos e prebióticos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. CD-ROM.
- MONTAGNE, L.; LALLES J.P. **Digestion des matières azotées végétales chez le veau préruminant. Quantification des matières azotées endogènes et importance des mucines**. INRA Production Animal, v.13 n.5, p.315-324, 2000.
- MOREIRA, I. Nutrição de rebanhos de suínos geneticamente melhorados. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL, 2., 1998, Uberaba. **Anais...**Uberaba: SBMA, 1998. p.177-183. v.1.
- 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, p.15-25. 1996.
- 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.
- NOBLET, J.; FORTUNE, H.; SHI, X.S. et al. Prediction of net energy value of feeds for growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.72, p.344-354. 1994a.
- NOBLET, J.; SHI, X.S.; DUBOIS, S. Effect of body weight on net energy value of feeds for growing pigs. **Journal of Animal Science**, 1994b. 72:648-657.
- NRC – NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. **Nutrient requirements of swine**. 10th.ed. Washington, D.C.: NRC, 1998: 189p.
- OLIVEIRA, P.A.V. Produção e manejo de dejetos suínos. In: SOARES, W.R. **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: FEALQ, 2001. p.164-177.
- PEDERSEN, G.; LINDBERG, J.E.; BOISEN, S. Determination of the optimal dietary threonine:lysine ratio for finishing pigs using three different methods. **Livestock Production Science**, v.82, p.233-243, 2003.
- PENZ JUNIOR, A.M.; MEINERZ, C.E.; MAGRO, N. Efeito da nutrição na quantidade e na qualidade dos dejetos suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 1999. p.281-294.
- PERDOMO, C.C.; LIMA, G.J. M.M.; NONES, K. Produção de suínos e meio ambiente. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA SUINOCULTURA, 9., 2001, Gramado. **Anais...** Gramado : [s.n.]: 2001, p. 8-24.
- 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.
- ROPPA, L. Perspectivas da produção mundial de carnes, 2006 a 2030. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE SUINOCULTURA, 3., 2006, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: [s.n.], 2006. p. 37 – 54.

- 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: UFV, 2005. 186p.
- STOLL, B.; HENRY, J.; REEDS, P.J. et al. Catabolism dominates the first-pass intestinal metabolism of dietary essential amino acids in milk protein-fed piglets. **Journal of Nutrition**, v.128, p.606-614, 1998.
- THONG, H.T.; LIEBERT, F. Amino acid requirement of growing pigs depending on amino acid efficiency and level of protein deposition. 2nd communication: threonine. **Archives of Animal Nutrition**, v. 58 n.2, p.157-168, 2004.

II – OBJETIVOS GERAIS

- A) determinar as melhores relações treonina:lisina digestíveis (TL) para o desempenho de suínos nas fases inicial, crescimento e terminação;
- B) determinar, por meio de balanço de nitrogênio, as relações TL que minimizem a excreção de nitrogênio;
- C) estudar os efeitos de níveis de energia líquida sobre rações calculadas com as relações obtidas no balanço de nitrogênio na fase de crescimento;
- D) estudar os efeitos de diferentes relações TL sobre as características de carcaça de suínos.

III – Relações Treonina:Lisina Digestíveis para Suínos na Fase Inicial, Alimentados com Rações de Baixa Proteína, Calculadas de Acordo com o Conceito de Energia Líquida

RESUMO – Foram conduzidos dois experimentos, cujo objetivo foi estudar o efeito de diferentes relações treonina:lisina digestíveis (TL) sobre a utilização do nitrogênio (N) em suínos na fase inicial (15 aos 30 kg) e os efeitos dessas relações em um segundo experimento que avaliou o desempenho dos animais. No primeiro experimento, foi avaliado o balanço de nitrogênio, utilizando 20 suínos machos castrados, híbridos comerciais de média a alta deposição de tecido magro, com peso inicial de $23,0 \pm 4,1$ kg. Os suínos foram distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado. As rações continham baixo nível de proteína (17,3%) e as relações TL: 0,574; 0,624; 0,673; 0,722 e 0,772. A proteína bruta total excretada, proteína bruta retida (PBR) e utilização líquida da proteína (UTL) apresentaram efeito quadrático com os melhores valores nas relações 0,648; 0,648 e 0,649, respectivamente. A melhor relação TL foi 0,649 (média da PBR e ULP). No segundo experimento, foi avaliado o efeito das mesmas relações sobre o desempenho dos suínos na fase inicial. Foram utilizados 60 animais (30 machos e 30 fêmeas) com peso inicial de $15,5 \pm 1,5$ kg, de características semelhantes ao primeiro experimento, distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, em um esquema fatorial (5x2), com cinco relações TL e dois sexos, com dois animais por baía. Foram utilizadas seis baias por tratamento (três de machos e três de fêmeas). Não houve efeito das relações TL sobre o consumo diário de ração e ganho diário de peso. No entanto, houve efeito quadrático, com ponto de mínimo, sobre a conversão alimentar com a relação TL de 0,691. Os resultados indicam que a relação TL de 0,649 maximiza a retenção de nitrogênio e a relação TL de 0,691 permite melhor conversão alimentar para leitões (15-30 kg).

Palavras-chave: aminoácidos, balanço de nitrogênio, desempenho, leitões, proteína ideal

III – Digestible Threonine:Lysine Ratios, for Starting Pigs Fed with Low Protein Diets, Considering Net Energy Concept

ABSTRACT – Two experiments were carried out to evaluate digestible threonine: lysine ratios (TL) effects on nitrogen (N) use and growth performance of starting pigs (15 -30 kg). Experiment I evaluated nitrogen balance, using 20 barrows, high-lean commercial crossbred, with initial weight 23.0 ± 4.1 kg. Pigs were allotted in a randomized design. Diets were formulated with low crude protein levels (17.3 %) and evaluated TL ratios were: 0.574; 0.624; 0.673; 0.722 and 0.772. Excreted crude protein (CPEX), crude protein retention (CPR), net protein utilization (NPU), showed quadratic effect and the best TL ratio value were achieved at 0.648, 0.648 and 0.649, respectively. The best TL ratio was 0.649 (CPR and NPU average). Experiment II was conducted to examine same TL ratio effects on starting pigs' performance. Sixty pigs (30 barrows and 30 gilts), with 15.5 ± 1.5 kg, from same experiment I farm, were allotted in a randomized design, following a factorial scheme (5x2), with five TL ratios (same as experiment I) and two sexes. Six pens per treatment (three barrows and three gilts) were used. There was no effect of TL ratio on daily feed intake (DFI) and average weigh gain (AWG). However the feed:gain ratio showed a quadratic effect, and the best TL was achieved at 0.691. The 0.649 TL ratio maximizes nitrogen retention while 0.694 TL ratio optimizes feed:gain ratio of starting pigs (15-30 kg).

Key words: amino acid, nitrogen balance, performance, starting pigs, ideal protein

Introdução

O potencial de deposição de proteínas dos suínos é influenciado por fatores como o sexo, idade do animal, ou o genótipo (Thong & Liebert, 2004) e nível proteína da dieta (Rodrigues et al., 2001). Isto indica que animais melhorados para deposição de carne magra têm diferentes exigências, quando comparados a animais de baixo potencial de deposição de carne magra (Moreira, 1998). Conseqüentemente, fazem-se necessários estudos que avaliam os animais de linhagens modernas nas diferentes situações de criação, estágio de crescimento e idade.

Associado ao crescimento dos animais, existe a preocupação, da sociedade e da indústria de produção de suínos, com a redução nos custos dos ingredientes, dos produtos finais e, principalmente, com a redução dos poluentes, sendo o nitrogênio um dos principais poluentes encontrados nos dejetos de suínos. Uma das formas de se reduzir o teor de nitrogênio excretado é a utilização de dietas de baixos níveis protéicos. Segundo Canh et al. (1998), a cada ponto percentual reduzido no teor de PB, associado com adequada suplementação de aminoácidos, pode-se reduzir em até 10% a excreção de nitrogênio.

Uma das formas de reduzir o teor de proteína das dietas, sem o comprometimento do desempenho dos animais, é por meio da utilização do conceito de proteína ideal, ou seja, um perfil ideal de aminoácidos de modo a suprir adequadamente as exigências sem deficiência ou excesso. Para isto, têm-se utilizado aminoácidos sintéticos para suprir os aminoácidos limitantes nas dietas.

Dentre os aminoácidos, a lisina e a treonina são o primeiro e o terceiro limitantes para suínos, em dietas à base de milho e farelo de soja (NRC, 1998). Contudo, em muitas dietas, após a suplementação com lisina, a treonina passa a ser o aminoácido

limitante. As exigências de treonina, bem como a relação treonina:lisina, indicadas na literatura (Defa et al., 1999; NRC, 1998; Rodrigues et al., 2001; Rostagno et al., 2005), apresentam grandes variações na suas recomendações relacionadas à variação genética, à condição experimental, entre outros.

Assim, o presente experimento objetivou definir a melhor relação treonina:lisina digestíveis (TL) para leitões, dos 15 aos 30 kg, alimentados com rações de baixo teor de proteína e seus efeitos sobre o balanço de nitrogênio e desempenho.

Material e Métodos

Foram conduzidos dois experimentos, para avaliar a melhor relação TL em relação à retenção de nitrogênio e ao desempenho de leitões. 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 uma altitude de 564 metros).

O Experimento I consistiu de um ensaio para a determinação de balanço de nitrogênio, utilizando 20 suínos machos castrados, híbridos comerciais com elevado potencial de produção de carne magra, com peso de $23,0 \pm 4,1$ kg. As temperaturas, mínima e máxima médias, registradas durante o primeiro experimento foram de $23,1 \pm 3,5$ e $30,4 \pm 2,8^{\circ}\text{C}$, respectivamente.

Foram formuladas cinco rações com base no conceito de proteína ideal, de acordo com as relações de aminoácidos digestíveis para suínos de médio a alto potencial para deposição de carne magra (325 g/dia), na fase inicial (22,5 kg), indicadas pelo NRC (1998). O teor de proteína bruta das rações foi reduzido em 3%, resultando em dietas de baixa proteína bruta (17,3%), calculadas de modo a serem isoenergéticas e isonutritivas (Tabela 1) exceto para treonina.

As relações, treonina:lisina digestíveis (TL), utilizadas nas rações experimentais (Tabela 1) foram de: 0,574; 0,624; 0,673; 0,722 e 0,772. A composição aminoacídica do milho e do farelo de soja, utilizados na formulação das rações, foram analisadas em cromatografia líquida de alta performance (HPLC). Foram utilizados 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 obtido na análise dos ingredientes. Os valores de cálcio e fósforo foram analisados no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual de Maringá (LANA-UEM), segundo as metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002).

Os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos (cinco relações TL), foram alojados em gaiolas de metabolismo tipo Pekas e submetidos a um período de sete dias de adaptação às rações, gaiolas, ambiente e manejo alimentar, seguidos por cinco dias de coleta total de excretas.

O fornecimento de ração foi definido tendo como base o peso metabólico ($\text{kg}^{0,75}$) de cada suíno e o consumo médio registrado no período de adaptação. Os arraçoamentos foram realizados às 08h00min horas e às 16h00min horas. Foram fornecidos 50% do total de ração na manhã e 50% à tarde (proporção definida tendo como base os consumos entre manhã e tarde no período de adaptação). A água foi oferecida no próprio comedouro na proporção de 3 mL de água/g de ração.

Tabela 1 – Composições centesimal, química e energética das rações experimentais contendo diferentes relações treonina:lisina digestíveis (TL) para suínos na fase inicial (15-30 kg)

Table 1 – Centesimal, chemical and energetic composition of experimental diets with different digestible threonine: lysine ratios (TL) for starting pigs (15-30 kg)

Ingredientes (Ingredients), %	Relações TL				
	TL ratio				
Milho (Corn)	0,574	0,624	0,673	0,722	0,772
Farelo de soja (Soybean meal)	74,12	74,12	74,12	74,12	74,12
Amido (Corn starch)	21,66	21,66	21,66	21,66	21,66
Casca de arroz (Rice hulls)	0,000	0,019	0,037	0,056	0,073
Óleo de soja (Soybean oil)	0,520	0,520	0,520	0,520	0,520
Fosfato bicálcico (Dicalcium phosphate)	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Calcário (Limestone)	1,002	1,002	1,002	1,002	1,002
Sal comum (Salt)	0,866	0,866	0,866	0,866	0,866
Supl. Vit. + Min. (Min+ vit mix) ¹	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Promotor de crescimento (Growth promoter) ¹	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
L-lisina HCl (L-lysine HCl)	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
DL-metionina (DL-methionine)	0,242	0,242	0,242	0,242	0,242
L-treonina (L-threonine)	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077
L-triptofano (L-tryptophan)	0,031	0,081	0,129	0,179	0,230
Ácido glutâmico (Glutamic acid)	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012
Total (Total)	0,273	0,204	0,137	0,068	0,000
Composição calculada (Calculated composition)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Proteína bruta (Crude protein), % ²	17,31	17,31	17,31	17,31	17,31
Energia digestível (Digestible energy), kcal/kg ³	3,398	3,399	3,399	3,399	3,399
Energia metabolizável (Metabolizable energy), kcal/kg ³	3,247	3,247	3,247	3,247	3,247
Energia líquida (Net energy), kcal/kg ³	2,465	2,465	2,465	2,465	2,466
Lisina digestível (Digestible lysine), % ²	0,960	0,960	0,960	0,960	0,960
Met+Cis digestível (Digestible met+cis), % ²	0,550	0,550	0,550	0,550	0,550
Treonina digestível (Digestible threonine), % ²	0,551	0,599	0,645	0,693	0,741
Triptofano digestível (Digestible tryptophan), % ²	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180
Arginina digestível (Digestible arginine), % ²	0,987	0,987	0,987	0,987	0,987
Cálcio (Calcium), % ⁴	0,647	0,647	0,647	0,647	0,647
Fósforo disponível (Available phosphorus), % ⁴	0,270	0,270	0,270	0,270	0,270

¹Suplemento vitamínico e mineral para suínos em crescimento; aditivo antimicrobiano promotor de crescimento leucomicina 30%. (Vitamin and mineral mix for growing pigs; growth promoter leucomycine 30%);

² Valores calculados com base na composição de aminoácidos analisados e nos valores de digestibilidade dos aminoácidos dos ingredientes propostos por Rostagno et al. (2005) (Calculated values based on analyzed composition and digestibility values of amino acids of ingredients according to Rostagno et al., 2005); ³ Valores calculados com base na composição analisada e nos valores propostos por Rostagno et al. (2005) (Calculated values based on analyzed composition and values according to Rostagno et al., 2005). ⁴ Valores analisados (analyzed values).

Foi utilizado o método de coleta total de fezes, utilizando o óxido de ferro como marcador fecal (2% de Fe₃O₂). As fezes foram coletadas uma vez ao dia, acumuladas

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, urinas, alimentos e rações foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual de Maringá (LANA-DZO/UEM), segundo as 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, de fezes e de urina excretadas, respectivamente. A partir destes valores foram calculados a PB retida ($PBR = PBC - PBF - PBU$), utilização líquida de proteína ($ULP = PBR/PBC$) e o valor biológico da proteína dietética ($VBPD = PBR/(PBC - PBF)$), conforme indicado por Adeola (2001).

Foram colhidas amostras de sangue no final do experimento, via veia cava cranial, para a 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 observado das variáveis estudadas, relativo a cada indivíduo j , recebendo a relação i ;

μ = constante geral;

N_i = relações TL, sendo $i = 0,574; 0,624; 0,673; 0,722$ e $0,772$;

e_{ij} = erro-aleatório associado a cada observação.

Para as variáveis que apresentaram efeito quadrático, as equações obtidas foram derivadas, para obtenção do ponto de máximo ou de mínimo nas relações TL.

No Experimento II, foram utilizados 60 suínos, 30 machos castrados e 30 fêmeas, híbridos comerciais, da mesma linhagem dos animais utilizados no Experimento I, com

peso inicial de $15,5 \pm 1,5$ kg, a unidade experimental (UE) foi constituída de uma baia com dois animais do mesmo sexo. As temperaturas mínima e máxima médias, registradas no período experimental, foram de $16,6 \pm 4,1^\circ\text{C}$ e $26,6 \pm 3,6^\circ\text{C}$, respectivamente. As umidades relativas do ar médias do período experimental, pela manhã e pela tarde, foram de $83,2 \pm 10,5\%$ e $55,7 \pm 12,9\%$, respectivamente.

As rações utilizadas foram às mesmas utilizadas e descritas no Experimento I (Tabela 1) de modo a avaliar os efeitos das relações TL dessas rações sobre o desempenho de leitões em condição de criação em nível de campo. As rações e a água foram fornecidas à vontade. Os animais foram distribuídos em um delineamento em esquema fatorial (5 x 2) com cinco relações treonina:lisina digestíveis e dois sexos com três repetições por tratamento (três repetições de machos castrados e três repetições com fêmeas). Os animais foram pesados no início e final da fase e foi avaliado o consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GDP) e conversão alimentar (CA). Foram coletadas amostras de sangue para a determinação do NUP utilizando as mesmas metodologias de coleta e de análises do Experimento I.

As variáveis estudadas foram submetidas à análise de variância, de acordo com o modelo estatístico: $Y_{ijk} = \mu + N_i + G_j + N \times G + e_{ijk}$ em que:

Y_{ijk} = variáveis estudadas;

μ = constante geral;

N_i = relações TL, sendo $i = 0,574; 0,624; 0,673; 0,722$ e $0,772$;

G_j = efeito do sexo j (1 = macho, 2 = fêmea);

$N \times G$ = interação relação TL e sexo e

e_{ijk} = erro-aleatório associado a cada observação.

Os graus de liberdade referentes às relações TL foram desdobrados em polinômios e para as variáveis que apresentaram efeito quadrático, foram feitas as derivações das equações, para obtenção da melhor relação TL.

Resultados e Discussão

Os resultados do primeiro experimento (balanço de nitrogênio) encontram-se na Tabela 2. Não foram observados efeitos ($P > 0,05$) das relações TL sobre a proteína bruta fecal (PBF), proteína bruta absorvida (PBAB), proteína bruta na urina (PBU), valor biológico da proteína dietética (VBPD) e nitrogênio da uréia plasmática (NUP).

Tabela 2 – Efeito de diferentes relações treonina:lisina digestíveis sobre a proteína bruta consumida (PBC), PB fecal (PBF), PB absorvida (PBAB), PB da urina (PBU), PB total excretada (PBTE), PB retida (PBR), utilização líquida de proteína (ULP), valor biológico da proteína dietética (VBPD) e nitrogênio da uréia plasmática (NUP) de suínos na fase inicial (15-30kg)

Table 2 – Diet effects with different digestible threonine:lysine ratio (TL) on crude protein intake (CPI), CP output in feces (CPF), digestible CP (CPD), CP output in urine (CPU), total CP output (TCPO), CP retention (CPR), net protein utilization (NPU), protein biological values in diet (PBV) and plasma urea nitrogen (PUN) of starting pigs (15-30 kg)

Itens (Items)	Relações TL (TL ratio)					Média±DP	CV ¹	Efeito ²
	0,574	0,624	0,673	0,722	0,772			
PBC (CPI), g/d	192,66	199,11	187,29	179,81	191,46	190,07 ± 25,16	-	-
PBF (CPF), g/d	31,57	31,09	27,15	24,06	31,89	29,15 ± 6,53	17,64	NS
PBAB (CPD), g/d	161,09	168,02	160,14	155,76	159,57	160,92 ± 22,69	3,61	NS
PBU (CPU), g/d	50,70	50,56	47,14	52,76	54,42	51,11 ± 9,78	12,60	NS
PBTE (TCPO), g/d	82,27	81,65	74,29	76,82	86,31	80,27 ± 12,93	5,45	Q = 0,026
PBR (CPR), g/d	110,39	117,46	113,01	103,00	105,16	109,80 ± 16,63	3,98	Q = 0,026
ULP (NPU), %	57,09	59,16	60,04	57,18	55,22	57,74 ± 3,96	3,86	Q = 0,031
VBPD (PBV), %	68,44	70,14	70,20	66,02	66,31	68,22 ± 3,78	4,87	NS
NUP (PUN), mg/dl	15,17	15,86	16,28	15,01	15,53	15,63 ± 1,10	9,21	NS

¹ Coeficiente de variação (Coefficient of variation); ² Análise de regressão (Regression analysis): Q = Efeito quadrático (Quadratic effect), PBTE (TCPO) = 345,69109-829,79261TL + 640,05820 TL²; PBR (CPR) = -155,62210 + 829,79261 TL - 640,05820 TL²; ULP (NPU) = -72,89688 + 407,76581 TL - 314,08100 TL²; NS – Não-significativo (No significant).

Houve efeito ($P < 0,05$) quadrático, com ponto de máximo, das relações TL sobre os valores de proteína bruta retida (PBR) e utilização líquida da proteína (ULP), assim como efeito quadrático, com ponto de mínimo, para proteína bruta total excretada (PBTE), variável resultante da soma dos valores da proteína excretada na urina e nas fezes, cujo efeito está relacionado a um melhor perfil de aminoácidos, das dietas com TL intermediária, permitindo maior retenção e utilização do N, assim como menor excreção ao ambiente. A derivação das equações obtidas para PBR, ULP e PBTE (Figura 1) forneceu os valores de 0,648, 0,649 e 0,648, respectivamente.

A utilização líquida da proteína (fração do nitrogênio retido em relação ao consumido) obtida nesse experimento, média de 57,7%, foi maior que os valores de 30 a 40%, geralmente observados na suinocultura (Oliveira, 2001). Contudo, o presente trabalho foi realizado com dietas de baixa proteína bruta (3% inferior ao indicado pelo NRC, 1998) e calculadas de acordo com o conceito de proteína ideal, para suínos de média a elevada deposição de tecido magro. Segundo Canh et al. (1998), para cada ponto percentual reduzido no teor de proteína bruta das dietas, pode-se reduzir em até 10% a excreção de nitrogênio de suínos.

Os valores obtidos para a otimização das variáveis PBR, ULP e PBTE, são próximas ao valor (TL de 0,650) indicado pela AJINOMOTO (1990) para leitões de 9 kg, assim como da relação (TL de 0,658) indicada pela AJINOMOTO (2003) para leitões de 45 kg. Da mesma forma, os resultados obtidos são semelhantes aos reportados por Murphy (1998), os quais indicam a relação TL de 0,642 para suínos dos 20 aos 50 kg.

Não houve ($P > 0,05$) efeitos dos níveis de treonina sobre a variável NUP, resultados diferentes dos reportados por Defa et al. (1999) que para leitões, dos 17 aos 30 kg, reportaram redução linear do NUP com o aumento da treonina. Da mesma forma, difere dos resultados de Pedersen et al. (2003) que observaram efeito quadrático com ponto de mínimo para o NUP com aumento das relações TL em amostras de sangue coletado duas horas após a alimentação.

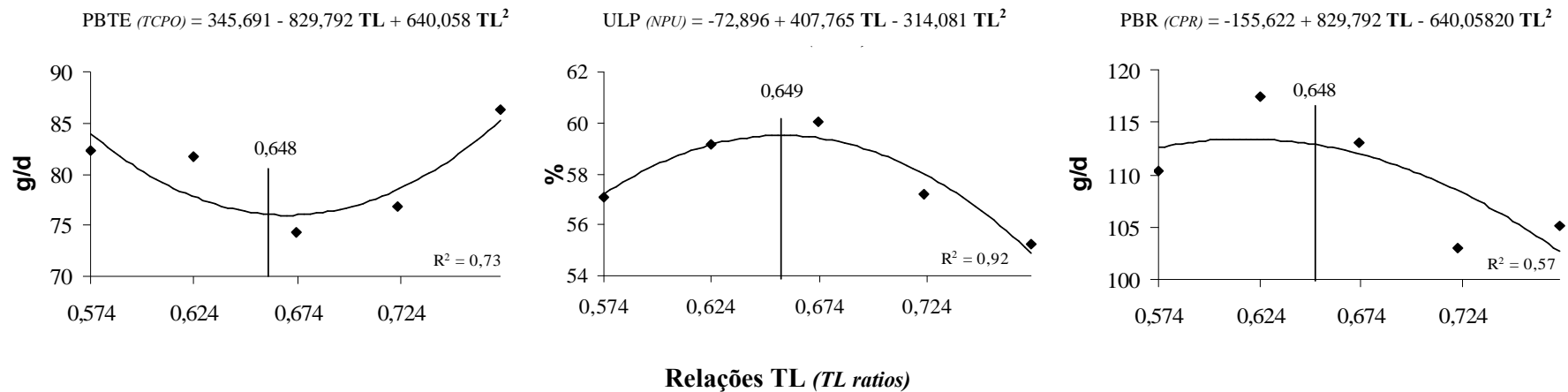


Figura 1 – Efeito de diferentes relações treonina:lisina digestíveis (TL) sobre a proteína bruta total excretada (PBTE), PB retida (PBR) e utilização líquida de proteína (ULP) de suínos na fase inicial (15-30kg)

Figure 1 - Effect of different digestible threonine:lysine ratios (TL) on total crude protein output (TCPO), CP retention (CPR), net protein utilization (NPU) of starting pigs (15-30 kg)

Segundo Coma et al. (1995), valores baixos de NUP estão relacionado com melhor utilização de nitrogênio para a deposição de tecido o que difere dos resultados obtidos para a retenção e excreção do nitrogênio. Mas, Pedersen et al. (2003) não encontraram efeitos do aumento das relações TL sobre o NUP, quatro e seis horas após a alimentação, resultado semelhante ao obtido no presente experimento.

A recomendação obtida para este experimento foi a TL de 0,649, resultado da média das derivações da PBR e da ULP. Foi tomado como base estas duas variáveis por terem apresentado os menores coeficientes de variação. O valor recomendado (TL de 0,649) é próximo aos resultados já citados. Contudo, esta recomendação é inferior ao valor (TL de 0,750) indicado por Rodrigues et al. (2001). As diferenças de recomendações, entre os experimentos, provavelmente, está ligada às diferenças no potencial genético para deposição de carne dos suínos (Moreira, 1998).

Os resultados obtidos para o experimento de desempenho (Experimento II) estão na Tabela 3. Não houve interação ($P > 0,05$) entre as relações TL e sexo, indicando que a resposta no desempenho, de machos e fêmeas para as diferentes relações TL é semelhante nesta fase. Não houve ($P > 0,05$) diferença nas médias do desempenho entre os machos e as fêmeas, sugerindo que não existem diferenças entre sexo nesta fase ou não foram suficientemente grandes para afetarem o desempenho. Esses resultados são semelhantes aos de Cadogan et al. (1998), os quais estudando níveis de treonina para leitões desmamados e na terminação não observaram diferenças nas exigências para machos castrados, machos inteiros e fêmeas.

Tabela 3 – Efeito de dietas de baixa proteína bruta, com diferentes relações treonina:lisina digestíveis (TL) sobre o consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GDP), conversão alimentar (CA) e nitrogênio da uréia plasmática (NUP) de suínos na fase inicial (15-30kg)

Table 3 – Effect of diets with low crude protein, with different digestible threonine:lysine ratios (TL) on daily fed intake (DFI), daily weight gain (DWG), feed:gain ratio (FGR) and plasma urea nitrogen (PUN) of starting pigs (15-30 kg)

Itens (Items)	Relações treonina:lisina digestíveis (Digestible threonine: lysine ratios)												CV ¹	Efeito ²
	Machos (Barrows)						Fêmeas (Gilts)							
	0,574	0,624	0,673	0,722	0,772	X	0,574	0,624	0,673	0,722	0,772	X		
CDR (DFI), kg	1,240	1,234	1,144	1,267	1,233	1,223	1,296	1,155	1,242	1,239	1,249	1,236	8,51	NS
GDP (AWG), g	608	624	599	601	633	613	592	593	637	627	615	613	7,88	NS
CA (FGR)	2,039	1,976	1,889	2,108	1,947	1,992	2,191	1,966	1,947	1,988	2,029	2,024	5,92	1
NUP (PUN), mg/dl	15,66	14,14	15,35	16,72	16,09	15,59	14,02	13,79	14,55	15,31	14,13	14,33	11,60	NS

¹ Coeficiente de variação (Coefficient of variation); ² NS – Não-significativo (No significant), Efeito quadrático da relação TL (Quadratic effect of TL ratio), CA (FGR) ♂♀ = 6,81622 -14,07749TL + 10,19189TL², P = 0,06.

Não houve ($P > 0,05$) efeito das relações TL sobre o consumo diário de ração (CDR) dos leitões. Estes resultados são semelhantes aos de Berto et al. (2002), que ao estudar níveis crescentes de adição de treonina para leitões dos 16 aos 23 kg não encontraram efeitos dos níveis de treonina sobre o CDR.

Contudo, é diferente dos resultados obtidos por Defa et al. (1999) que encontraram redução linear no consumo com a inclusão de níveis crescentes de treonina para leitões (17-29 kg). Segundo De Blas (2006), níveis elevados de treonina resultam em maior concentração sanguínea da mesma após as refeições, dificultando a metabolização do excesso o que pode resultar em redução da ingestão de alimentos.

Os resultados também diferem dos obtidos por Pozza et al. (2000), os quais, em experimento com níveis de suplementação de treonina para leitoas (15-30 kg), observaram efeito quadrático com ponto de mínimo para o CDR. As diferenças entre os resultados dos experimentos podem estar relacionadas ao material genético com o qual os autores trabalharam ou ao nível de proteína da dieta, temperatura e ou ingredientes utilizados nos experimentos.

Não houve ($P > 0,05$) efeito das relações TL sobre o GDP dos leitões. Estes resultados são semelhantes aos reportados por Defa et al. (1999), Pozza et al. (2000) e Berto et al. (2002). Mas, difere dos resultados de AJINOMOTO (1990 e 2003) que reportaram aumento no GDP com o aumento da relação TL. Da mesma forma que para as demais variáveis as diferenças no potencial genético dos animais estudados pode estar levando a diferenças nos resultados (Moreira, 1998; Rodrigues et al., 2001).

Para a variável CA, diferentemente das demais variáveis de desempenho, houve efeito quadrático ($P = 0,06$), com ponto de mínimo (0,691), das relações TL. Resultados semelhantes para a conversão alimentar são descritos por Berto et al. (2002) e Pozza et al. (2000). Essa otimização dos resultados da conversão alimentar vem a reforçar os

resultados obtidos no balanço de nitrogênio (Tabela 2), ou seja, uma melhora no perfil de aminoácidos favorecendo a deposição de tecido pelos leitões.

A derivação da equação da variável CA (Figura 2) indicou a relação TL de 0,691. Esta relação foi superior à relação (TL de 0,649) obtida no Experimento I e da relação (TL de 0,625) indicada pelo do NRC (1998), para leitões com o mesmo potencial genético dos utilizados neste Experimento. No entanto, é próxima a relação (TL de 0,680) sugerida pela AJINOMOTO (2000), para minimizar a CA (suínos de 45 a 90 kg) e das recomendações (TL de 0,670) de Cadogan et al. (1998) e (TL de 0,700) de Murphy (1998).

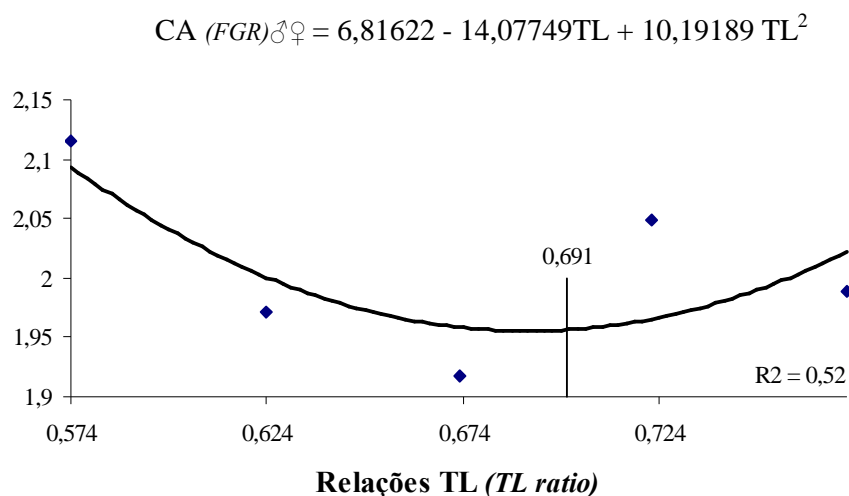


Figura 2 – Efeito de dietas de baixa proteína bruta, com diferentes relações treonina:lisina digestíveis (TL) sobre a conversão alimentar (CA) de suínos na fase inicial (15-30 kg)

Figure 2 – Effect of diets with low crude protein, with different digestible threonine:lysine ratios (TL) on feed:gain ratio (FGR) of starting pigs (15-30 kg)

A diferença entre os resultados dos Experimentos I e II, embora tenham sido conduzidos com animais de características semelhantes, provavelmente está relacionada às condições experimentais a qual os animais foram submetidos. Os animais do Experimento I foram mantidos em um ambiente controlado (sala de metabolismo) de

baixo desafio sanitário, social e ambiental enquanto que os animais do Experimento II foram mantidos em ambiente comum de criação de suínos, para a respectiva fase, estando mais susceptíveis às adversidades da criação.

Segundo Defa et al. (1999), para máxima resposta imune, os leitões devem receber níveis acima dos recomendados para o máximo desempenho, estando de acordo como os resultados obtidos, em que os animais criados em condições de campo (Experimento II) necessitaram de maior relação TL (0,691).

Embora a relação obtida tenha sido superior à de alguns experimentos já citados, foi inferior à relação (0,750) indicada por Rodrigues et al. (2001), para leitões (30 aos 60 kg) de elevada produção de carne magra. Essas diferenças, já discutidas por outros autores (Pozza et al., 2000; De Blas et al., 2006), estão, provavelmente, relacionadas ao estágio fisiológico dos animais e aos fatores já mencionados nessa discussão.

Conclusões

A melhor relação treonina: lisina digestíveis, em rações de leitões (15-30 kg) para maximizar a retenção de nitrogênio é 0,649 e para melhor conversão alimentar é de 0,691.

Literatura Citada

- ADEOLA, O. Digestion and balance techniques in pigs. In: LEWIS, A.J.; SOUTHERN, L.L. **Swine nutrition**. 2nd ed. Boca Raton: CRC, 2001. p.903-916.
- AJINOMOTO. A suplementação de L-treonina melhora significativamente o desempenho de leitões alimentados com dietas de baixas proteínas. **RELATÓRIO DE PESQUISA** – 05, 1990. Disponível em: <www.lisina.com.br>. Acesso em: 24 jun. 2006.

- AJINOMOTO. **Exigências de treonina para suínos - benefícios da suplementação de L-Treonina**. 2003. Disponível em: <<http://www.lisina.com.br>>. Acesso em: 24 jun. 2006.
- AJINOMOTO. **Relação treonina:lisina para ótimo desempenho de suínos em final da terminação**. 2000. **RELATÓRIO DE PESQUISA – 30**. Disponível em: <<http://www.lisina.com.br>>. Acesso em: 24 jun. 2006.
- BERTO, D.A.; WECHSLER, F.S.; NORONHA, C.C. Exigências 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.
- CADOGAN, D.J.; CHUNG, T.K.; CAMPBELL, R.G. et al. Effects of dietary threonine on the growth performance of entire male, female, and castrated male pigs between 6 and 14 kg live weight. **American Society of Animal Science**, Midwestern Section, v.49, 1998. Abstracts.
- CANH, T.T.; AARNINK, A.J.A.; SCHUTTE, J.B. et al. Dietary protein affects nitrogen excretion and ammonia emission from slurry of growing-finishing pigs. **Livestock Production Science**, v.56, n.3, p.181-191, 1998.
- 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.
- DE BLAS, C.; GARCÍA, A.I.; CARABAÑO, Y.R. Necesidades de treonina en animales monogástricos necesidades de treonina en animales monogástricos - **XVI Curso de Especialización**. Disponível em: <<http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/00CAP1.pdf>> Acesso em: 25 ago. 2006.
- 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.
- MARSH, W.H., FINGERHUT, B., MILLER, H. Automated and manual direct methods for determination of the determination of blood urea. **Clinical Chemistry**, v.11, n.6, p.624-627, 1965.
- MOREIRA, I. Nutrição de rebanhos de suínos geneticamente melhorados. In: **SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL**, 2., 1998, Uberaba. **Anais...**Uberaba: SBMA, 1998. p.177-183. v.1.
- MURPHY, J. **Advances in swine nutrition to address nutrient management issues**. 1998. Disponível em: <<http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/swine/facts/nmannutr.htm>>. Acesso em: 24 jun. 2006
- NRC – NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. **Nutrient requirements of swine**. 10thed. Washington, D.C.: [s.n.], 1998: 189p.
- OLIVEIRA, P.A.V. Produção e manejo de dejetos suínos. In: SOARES, W.R. **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: FEALQ, 2001. p.164-177.
- POZZA, P.C.; GOMES P.C.; DONZELE, J. L. et al. Exigência de treonina para leitões dos 15 aos 30 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n. 3, p.817-822, 2000.
- RODRIGUES, N.E.B.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M.; et al. Níveis de treonina em rações para leitões 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: UFV, 2005. 186p.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

THONG, H.T.; LIEBERT, F. Amino acid requirement of growing pigs depending on amino acid efficiency and level of protein deposition. 2nd communication: threonine. **Archives of Animal Nutrition**, v. 58, n.2, p.157-168, Apr. 2004.

IV – Relações Treonina:Lisina Digestíveis e Níveis de Energia Líquida para Suínos em Crescimento e Terminação – Balanço de Nitrogênio e Desempenho

RESUMO – Foram conduzidos dois experimentos, cujo objetivo é estudar o efeito de diferentes relações treonina:lisina digestíveis (TL) sobre o balanço de nitrogênio em suínos em crescimento e os efeitos de diferentes 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 elevada deposição de tecido magro. Os suínos foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado. As rações continham baixo nível de proteína (14,7%) e as relações TL: 0,574; 0,624; 0,673; 0,722 e 0,772. A proteína bruta absorvida e o nitrogênio da uréia plasmática mostraram efeito quadrático e a melhor relação TL foi 0,658 (média do NUP e PBA). No segundo experimento, foram estudados diferentes níveis de EL em rações com a relação TL de 0,658. Foram utilizados 40 suínos com peso de $30,2 \pm 1,3$ kg, 20 machos castrados e 20 fêmeas, de características semelhantes aos utilizados no experimento de balanço de nitrogênio, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, em um esquema fatorial (5x2), com cinco níveis de energia líquida e dois sexos, com um animal por baia. Foram formuladas cinco rações com os níveis: 2.410; 2.450; 2.490; 2.530 e 2.570 kcal de EL/kg, para o crescimento e terminação, perfazendo cinco tratamentos. Na fase de terminação e no período total, houve redução do consumo diário de ração (CDR) e melhora na conversão alimentar (CA) com o aumento nos níveis de EL, bem como aumento na espessura de toucinho. Os resultados indicam que a relação TL de 0,658 maximiza a retenção de nitrogênio e que níveis crescentes de energia líquida diminuem o CDR e melhoram a CA, mas podem aumentar a deposição de gordura na carcaça de suínos.

Palavras-chave: carcaça, energia, proteína ideal, retenção de nitrogênio

IV – Digestible Threonine:Lysine Ratios and Net Energy Levels in Growing /Finishing Pigs – Nitrogen Balance and Performance

ABSTRACT – Two experiments were carried out to evaluate digestible threonine:lysine ratios (TL) effects on nitrogen balance in growing pigs and also net energy (NE) different levels effects for growing and finishing pigs. Experiment I, was a nitrogen balance, using 15 barrows, high-lean commercial crossbred, with initial weight of 37.0 ± 2.6 kg. Pigs were allotted in a randomized design. Diets had low crude protein levels (14.7%) and evaluated TL ratios were: 0.574; 0.624; 0.673; 0.722 and 0.772. Absorbed crude protein (CPAB) and plasma urea nitrogen (PUN) had quadratic effect and the best TL ratio value was 0.658 (CPAB and PUN average). Experiment II was carried out to evaluate NE different levels effects in diets with 0.658 TL ratio. Forty pigs (20 barrows and 20 gilts), from same experiment I farm, with initial weight of 30.2 ± 1.3 kg were allotted in a randomized design, following a factorial scheme, with two sexes and five net energy levels, with one pig per pens. Five different net energy levels were used (2,410; 2,450; 2,490; 2,530 and 2,570 kcal/kg), for growing and finishing diets. Daily feed intake (DFI) decreased and feed:gain ratio (FGR) improved with increased NE levels for finishing and total period. Backfat increased with increased energy level. These results suggest that 0.658 TL ratio maximizes nitrogen retention and increases net energy levels, reduces DFI and improves FGR but is also able to increase backfat thickness deposition.

Key words: carcass, energy, ideal protein, nitrogen retention

Introdução

A principal função dos suínos é a produção de proteína para consumo humano. Para que a síntese protéica se processe, há a necessidade que as células recebam todos os aminoácidos essenciais, em quantidade e proporção, que atendam as suas necessidades, de acordo com o seu potencial genético.

Dentre os aminoácidos essenciais, a lisina e a treonina são de grande importância para o processo de síntese protéica, considerados, respectivamente, primeiro e terceiro aminoácidos limitantes para suínos em rações à base de milho e farelo de soja (NRC, 1998). As exigências nutricionais de treonina, bem como a relação treonina:lisina, indicadas na literatura (Defa et al., 1999; NRC, 1998; Rodrigues et al., 2001; Rostagno et al., 2005), apresentam grandes variações. Explicações para estas variações podem ser em virtude das diferentes condições experimentais, estágio fisiológico, sexo, potencial genético, bem como das diferenças entre as dietas experimentais em termos de nível de proteína e energia (Rodrigues et al., 2001).

Preocupada com a poluição ambiental, pela excreção de nitrogênio, e com a redução dos custos das rações, a indústria de produção de suínos tem adotado o conceito de proteína ideal na formulação das rações. Assim, rações com menor teor de proteína e adição de aminoácidos sintéticos têm sido utilizadas com maior frequência. Nesse quadro, os recentes avanços nas determinações das exigências em aminoácidos dos suínos, e a utilização do conceito de proteína ideal, vêm permitindo 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) citam que dietas baseadas no conceito de proteína ideal, com um perfil adequado de aminoácidos e o conseqüente

menor teor de proteína na dieta, 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 a digestão e para a excreção da uréia via urina (Ciclo da uréia), resultante da oxidação do excesso de aminoácidos. Associado à redução da oxidação dos aminoácidos ocorre menor “turnover” das proteínas corporais e, conseqüentemente, ocorre redução da produção de calor (Noblet et al., 1987). Estes fatores combinados podem resultar em dietas com maior teor de energia líquida (EL) e conseqüente piora na qualidade da carcaça dos suínos.

A utilização do sistema de energia líquida para o cálculo das dietas de baixa proteína bruta, devidamente suplementada com aminoácidos, pode evitar, contudo, a deposição indesejável de gordura na carcaça (Le Bellego et al., 2001), cujo objetivo é atender melhor as exigências dos animais, considerando os menores custos energéticos relativos à ingestão e à digestão dos alimentos (Noblet, 1996).

Sendo assim, os presentes estudos objetivaram determinar a relação treonina:lisina digestíveis (TL) que maximize o aproveitamento dos aminoácidos da dieta, bem como verificar o efeito de diferentes níveis de energia líquida, com a relação TL previamente determinada, sobre o desempenho e a qualidade da carcaça de suínos em crescimento e terminação.

Material e Métodos

Foram conduzidos dois experimentos para determinar a melhor relação TL e os efeitos de diferentes níveis de energia líquida 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, em uma altitude de 564 metros).

O primeiro experimento consistiu em ensaio para a determinação de um balanço de nitrogênio utilizando 15 suínos machos castrados, híbridos comerciais com médio a alto potencial de deposição de carne magra, com peso de $37,0 \pm 2,6$ kg, alojados em gaiolas de metabolismo tipo pekas. As temperaturas, mínima média e máxima média, registradas durante o primeiro experimento foram de $21,4 \pm 2,9$ e $27,2 \pm 4,4^\circ\text{C}$, respectivamente. Utilizou-se um período de sete dias de adaptação ao ambiente, rações e manejo alimentar, seguido por 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 para suínos de médio a alto potencial para deposição de carne magra (325 g/dia), na fase de crescimento (45 kg), indicada pelo NRC (1998). O teor de proteína bruta da ração foi reduzido em 3%, resultando em dietas de baixa proteína bruta (14,7%), calculadas de modo a serem isoenergéticas e isonutritivas (Tabela 1), exceto para treonina. A lisina digestível foi adotada como padrão e as cinco relações, treonina:lisina digestíveis (TL) foram de: 0,574; 0,624; 0,673; 0,722 e 0,772.

A composição aminoacídica do milho e do farelo de soja, utilizados para a formulação das rações, foi previamente analisada em cromatografia líquida de alta performance (HPLC). Foram utilizados os coeficientes de digestibilidade verdadeira, propostos por Rostagno et al. (2005), para estimar os valores de aminoácidos digestíveis. Os valores de energia (digestível, metabolizável e líquida) foram calculados com base nos valores propostos por Rostagno et al. (2005) e no obtido na análise dos ingredientes. Os valores de cálcio e fósforo foram analisados no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual de Maringá (LANA-UEM), segundo as metodologias de Silva & Queiroz (2002). As rações na forma farelada, e a água em bebedouros tipo chupeta foram fornecidos à vontade, durante todo o período do experimento.

Tabela 1 – Composição centesimal, química e energética das rações experimentais contendo diferentes relações treonina:lisina digestíveis (TL) para suínos na fase de crescimento (30-60 kg)

Table 1 – Centesimal, chemical and energetic composition of experimental diets with different digestible threonine:lysine ratios (TL) for growing pigs (30-60 kg)

Itens (Items), %	Relações TL (TL Ratios)				
	0,574	0,624	0,673	0,722	0,772
Milho (Corn)	81,045	81,045	81,045	81,045	81,045
Farelo de soja (Soybean meal)	15,35	15,35	15,35	15,35	15,35
Amido (Corn starch)	0,000	0,016	0,032	0,047	0,063
Óleo de soja (Soybean oil)	0,489	0,489	0,489	0,489	0,489
Fosfato bicálcico (Dicalcium phosphate)	0,640	0,640	0,640	0,640	0,640
Calcário (Limestone)	0,896	0,896	0,896	0,896	0,896
Supl. Vit. + Min. (min+ vit mix) ¹	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Sal comum (Salt)	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
L-lisina HCl (L-lysine HCl)	0,237	0,237	0,237	0,237	0,237
L-triptofano (L-tryptophan)	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016
L-treonina (L-threonine)	0,014	0,056	0,098	0,140	0,182
Ácido glutâmico (Glutamic acid)	0,413	0,355	0,297	0,240	0,182
Total (Total)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada (Calculated composition)					
Proteína bruta (Crude protein), % ²	14,70	14,70	14,70	14,70	14,70
Energia digestível (Digestible energy), kcal/kg ³	3.400	3.400	3.400	3.401	3.401
Energia metabolizável (Metabolizable energy), kcal/kg ³	3.258	3.259	3.259	3.259	3.259
Energia líquida (Net energy), kcal/kg ³	2.513	2.513	2.513	2.512	2.512
Lisina digestível (Digestible lysine), % ²	0,810	0,810	0,810	0,810	0,810
Met+Cis digestível (Digestible met+cis), % ²	0,470	0,470	0,470	0,470	0,470
Treonina digestível (Digestible threonine), % ²	0,465	0,505	0,545	0,585	0,625
Triptofano digestível (Digestible tryptophan), % ²	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Arginina digestível (Digestible arginine), % ²	0,818	0,818	0,818	0,818	0,818
Cálcio (Calcium), % ⁴	0,548	0,548	0,548	0,548	0,548
Fósforo disponível (Available phosphorus), % ⁴	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210

¹- Suplemento vitamínico e mineral para suínos em crescimento. (Vitamin mix and mineral mix for growing pigs);

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) (Calculated values based on analyzed composition and digestibility values of amino acids of ingredients according to Rostagno et al., 2005); ³- Valores calculados com base na composição analisada e nos valores propostos por Rostagno et al. (2005) (Calculated values based on analyzed composition and values according Rostagno et al., 2005). ⁴- Valores analisados (analyzed values).

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

A quantidade de ração fornecida foi definida tendo como base o peso metabólico (kg^{0,75}) de cada suíno e o consumo médio dos animais no período de adaptação. Os arraçoamentos foram realizados às 08h00min e às 16h00min, sendo fornecidos 55% do

total de ração na manhã e 45% do total de ração no período da tarde (proporção definida tendo como base os 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.

Foi utilizado o método de coleta total de excretas, utilizando o 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 no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual de Maringá (LANA-DZO/UEM), segundo as 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 destes valores foi calculada a proteína bruta retida ($\text{PBR} = \text{PBC} - \text{PBF} - \text{PBU}$), 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, via veia cava cranial para a 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: $Y_{ijk} = \mu + N_i + e_{ij}$ em que:

Y_{ij} = valor observado das variáveis estudadas, relativo a cada indivíduo j, recebendo a relação i;

μ = constante geral;

N_i = relações TL, sendo $i = 0,574; 0,624; 0,673; 0,722$ e $0,772$;

e_{ij} = erro-aleatório associado a cada observação.

Os graus de liberdade das relações TL 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 assim obter a melhor relação TL.

No experimento de desempenho com suínos, nas fases de crescimento e terminação, foram avaliados os efeitos de diferentes níveis de energia líquida. Foram utilizados 40 suínos, 20 machos castrados e 20 fêmeas, híbridos comerciais, da mesma linhagem do experimento de balanço de nitrogênio, com peso inicial de $30,2 \pm 1,3$ kg. As temperaturas mínima média e máxima média 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 um delineamento inteiramente casualizado em um esquema fatorial (5x2), 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 (quatro com machos e quatro com fêmeas). A unidade experimental foi constituída de uma baia com um suíno. As exigências nutricionais utilizadas no cálculo das rações para o experimento de desempenho foram calculadas com as mesmas metodologias utilizadas no experimento de balanço de nitrogênio, utilizando o peso médio de cada fase (crescimento ou terminação).

Tabela 2 – Composição centesimal, química e energética das rações experimentais, com a relação treonina:lisina digestíveis de 0,658, contendo diferentes níveis de energia líquida para suínos na fase de crescimento (30-60 kg)

Table 2 – Centesimal, chemical and energetic composition of experimental diets with digestible threonine:lysine ratios of 0.658, with different net energy levels for growing pigs (30-60 kg)

Itens (Items), %	Níveis de energia líquida, kcal/kg ¹				
	(Net energy levels, kcal/kg) ¹				
	2.415	2.455	2.495	2.535	2.575
Milho (Corn)	77,127	78,016	78,905	79,793	80,682
Farelo de soja (Soybean meal)	15,663	15,568	15,474	15,381	15,287
Casca de arroz (Rice hulls)	4,270	3,203	2,135	1,068	0,000
Óleo de soja (Soybean oil)	0,200	0,449	0,698	0,947	1,196
Fosfato bicálcico (Dicalcium phosphate)	0,726	0,724	0,722	0,72	0,718
Calcário (Limestone)	0,737	0,764	0,792	0,819	0,846
Sal comum (Salt)	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Supl. Vit. + Min. (Min+ vit mix) ²	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Promotor de crescimento (Growth promoter) ³	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
L-lisina HCl (L-lysine HCl)	0,247	0,248	0,248	0,249	0,250
DL-metionina (DL-methionine)	0,06	0,058	0,057	0,055	0,054
L-treonina (L-threonine)	0,104	0,104	0,103	0,102	0,101
L-triptofano (L-tryptophan)	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016
Total (Total)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada (Calculated composition)					
Proteína bruta (Crude protein), % ⁴	14,74	14,74	14,74	14,74	14,74
Energia digestível (Digestible energy), kcal/kg ¹	3.297	3.343	3.389	3.435	3.481
Energia metabolizável (Metabolizable energy), kcal/kg ¹	3.158	3.202	3.247	3.292	3.336
Lisina digestível (Digestible lysine), % ⁴	0,811	0,811	0,811	0,811	0,811
Met+Cis digestível (Digestible met+cis), % ⁴	0,472	0,471	0,472	0,471	0,472
Treonina digestível (Digestible threonine), % ⁴	0,534	0,535	0,534	0,534	0,534
Triptofano digestível (Digestible tryptophan), % ⁴	0,151	0,151	0,151	0,151	0,151
Arginina digestível (Digestible arginine), % ⁴	0,798	0,798	0,798	0,798	0,798
Cálcio (Calcium), % ⁵	0,547	0,547	0,547	0,547	0,547
Fósforo disponível (Available phosphorus), % ⁵	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) (Calculated values based in dry matter values and energy values according to Rostagno et al., 2005); ²- Suplemento vitamínico e mineral para suínos em terminação. (Vitamin mix and mineral mix for growing pigs); ³- Aditivo antimicrobiano promotor de crescimento leucomicina 30% (Growth promoter leucomycine 30%); ⁴- Valores calculados com base na composição em aminoácidos analisados e nos valores de digestibilidade de aminoácido dos ingredientes propostos por Rostagno et al. (2005) (Calculated values based on analyzed composition and digestibility values of amino acids of ingredients according to Rostagno et al., 2005); ⁵- Valores analisados (analyzed values).

Tabela 3 – Composição centesimal, química e energética das rações experimentais, com a relação treonina:lisina digestíveis de 0,658, contendo diferentes níveis de energia líquida para suínos na fase de terminação (60-90 kg)

Table 3 – Centesimal, chemical and energetic composition of experimental diets with digestible threonine:lysine ratio of 0.658, with different net energy levels for finishing pigs (60-90 kg)

Itens (Items), %	Níveis de energia líquida, kcal/kg ¹				
	(Net energy levels, kcal/kg) ¹				
	2.410	2.450	2.490	2.530	2.570
Milho (Corn)	81,166	82,8245	84,483	86,144	87,805
Farelo de soja (Soybean meal)	10,191	9,982	9,772	9,562	9,350
Casca de arroz (Rice hulls)	5,980	4,497	3,013	1,529	0,045
Óleo de soja (Soybean oil)	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Fosfato bicálcico (Dicalcium phosphate)	0,549	0,5455	0,542	0,5385	0,535
Calcário (Limestone)	0,696	0,734	0,772	0,81	0,848
Sal comum (Salt)	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Supl. Vit. + Min. (Min+ vit mix) ²	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
L-lisina HCl (L-lysine HCl) ²	0,254	0,257	0,2595	0,2615	0,264
DL-metionina (DL-methionine)	0,043	0,04	0,038	0,036	0,033
L-treonina (L-threonine)	0,095	0,095	0,094	0,093	0,093
L-triptofano (L-tryptophan)	0,027	0,027	0,027	0,027	0,028
Total (Total)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada (Calculated composition)					
Proteína bruta (Crude protein), % ³	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50
Energia digestível (Digestible energy), kcal/kg ¹	3.251	3.297	3.344	3.390	3.436
Energia metabolizável (Metabolizable energy), kcal/kg ¹	3.122	3.167	3.212	3.257	3.302
Lisina digestível (Digestible lysine), % ³	0,680	0,680	0,680	0,680	0,680
Met+Cis digestível (Digestible met+cis), % ³	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Treonina digestível (Digestible threonine), % ³	0,448	0,448	0,448	0,448	0,448
Triptofano digestível (Digestible tryptophan), % ³	0,130	0,130	0,130	0,130	0,130
Arginina digestível (Digestible arginine), % ³	0,629	0,629	0,629	0,629	0,629
Cálcio (Calcium), % ⁴	0,489	0,489	0,489	0,489	0,489
Fósforo disponível (Available phosphorus), % ⁴	0,174	0,174	0,174	0,174	0,174

¹- Valores calculados com base nas análises e nos valores de energia propostos por Rostagno et al. (2005) (Calculated values based on dry matter and energy values according to Rostagno et al., 2005); ²- Suplemento vitamínico e mineral para suínos em terminação. (Vitamin mix and mineral mix for growing pigs); ³- Valores calculados com base na composição em aminoácidos analisados e nos valores de digestibilidade de aminoácido dos ingredientes propostos por Rostagno et al. (2005) (Calculated values based on analyzed composition and digestibility values of amino acids of ingredients according to Rostagno et al., 2005); ⁴- Valores analisados (analyzed values).

As rações foram calculadas para atenderem os níveis nutricionais definidos pelo (NRC, 1998) para cada uma das fases, com uma redução de 3% no teor de proteína bruta, foram fornecidas à vontade, na forma farelada, durante todo o período do

experimento em comedouros semi-automáticos. Da mesma forma, a água foi fornecida à vontade em bebedouros do tipo chupeta.

Foi utilizada, para a formulação das rações, a relação TL, que maximizou os resultados no experimento de balanço de nitrogênio (TL de 0,658). Foram utilizados 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 obtido na análise dos ingredientes. Os valores de cálcio e fósforo foram analisados no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual de Maringá (LANA-UEM) segundo as metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002).

Os animais foram pesados no início e final da fase de crescimento e quando atingiram aproximadamente 90 kg (terminação). Foi avaliado o consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GDP) e conversão alimentar (CA). Ao final da fase de terminação os animais foram abatidos e submetidos à avaliação de carcaça, de acordo com método brasileiro MBCC (ABCS, 1973) e o método americano NPPC (1991).

Para a avaliação da perda de água por gotejamento, foram retiradas amostras do *longissimus dorsi* na região entre a 8ª e 10ª vértebras torácicas, segundo a metodologia descrita por Boccard et al. (1981).

As variáveis estudadas foram submetidas à análise de variância, de acordo com o modelo estatístico: $Y_{ijk} = \mu + N_i + G_j + N \times G + e_{ijk}$ em que:

Y_{ijk} = variáveis estudadas;

μ = constante geral;

N_i = efeito do nível de energia i, sendo 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

Os resultados obtidos para o de balanço de nitrogênio, e para o nitrogênio da uréia plasmática do Experimento 1 estão na Tabela 4 e na Figura 1.

Tabela 4 – Efeito de diferentes relações treonina:lisina digestíveis sobre a proteína bruta (PB) consumida (PBC), PB fecal (PBF), PB absorvida (PBAB), PB da urina (PBU), PB total excretada (PBTE), PB retida (PBR), utilização líquida de proteína (ULP), valor biológico da proteína dietética (VBPD) e nitrogênio da uréia plasmática (NUP) de suínos em crescimento (30-60kg)

Table 4 – Effect of diets with different digestible threonine:lysine ratios (TL) on crude protein (CP) intake (CPI), CP output in feces (CPF), CP digestible (CPD), CP output in urine (CPU), total CP out put (TCPO), CP retention (CPR), net protein utilization (NPU), biological values of protein in diet (BVP) and plasma urea nitrogen (PUN) of growing pigs (30-60 kg)

Itens (Items)	Relações TL (TL ratios)					Média±DP	CV ¹	Efeito ²
	0,574	0,624	0,673	0,722	0,772			
PBC (CPI), g/d	174,15	173,60	169,29	175,26	161,93	170,85 ± 16,32	-	-
PBF (CPF), g/d	27,32	26,95	24,06	25,92	25,98	26,04 ± 4,01	9,76	NS
PBAB (CPD), g/d	146,83	146,65	145,24	149,34	135,95	144,80 ± 13,04	3,46	Q=0,03
PBU (CPU), g/d	56,16	54,41	53,08	59,38	61,01	56,81 ± 10,24	11,96	NS
PBTE (TCPO), g/d	83,48	81,36	77,13	85,30	86,99	82,85 ± 12,72	7,73	NS
PBR (CPR), g/d	90,66	92,24	92,16	89,96	74,94	87,99 ± 9,68	7,25	Q=0,02
ULP (NPU), %	52,24	53,09	54,67	51,46	46,63	51,62 ± 4,56	6,66	Q=0,06
VBPD (VBP), %	61,84	62,84	63,81	60,44	55,42	60,87 ± 5,28	7,10	NS
NUP (PUN), 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 (Coefficient of variation); ²- Análise de regressão (Regression analysis): Q = Efeito quadrático (Quadratic effect), PBAB (CDP) = -166,75886 + 967,92325 TL - 742,34590 TL²; PBR (CPR) = -348,88070 + 1379,60116 TL - 1073,80700 TL²; ULP (NPU) = -130,14646 + 573,94140 TL - 446,69120 TL²; NUP (PUN) = 133,21478 - 357,84676 TL + 265,94860 TL²; NS – Não-significativo (No significant).

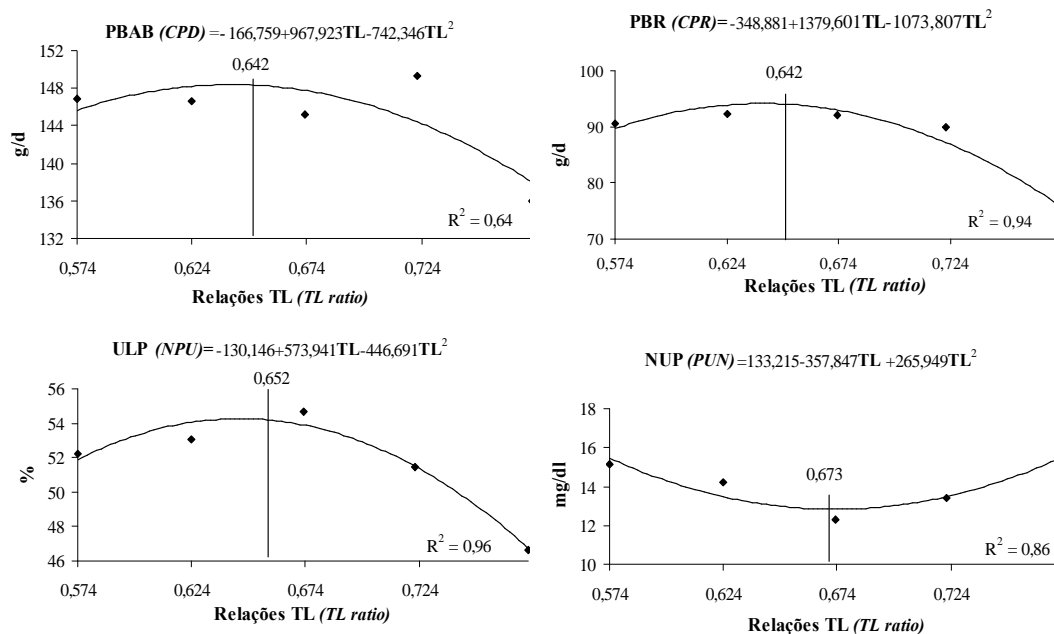


Figura 1 – Efeito de diferentes relações treonina:lisina digestíveis sobre a proteína bruta (PB) absorvida (PBAB), PB retida (PBR), utilização líquida da proteína (ULP) e nitrogênio da uréia plasmática (NUP) de suínos em crescimento (30-60kg)

Figure 1 – Effect of diets with different digestible threonine:lysine ratios (TL) on crude protein (CP) digestible (CPD), CP retention (CPR), net proteins utilization (NPU) and plasma urea nitrogen (PUN) of growing pigs (30-60 kg)

Não houve efeito ($P > 0,05$) das relações TL sobre a proteína bruta fecal (PBF), proteína bruta na urina (PBU) e proteína bruta total excretada (PBTE) e valor biológico da proteína dietética (VBPD). Entretanto, houve efeito ($P < 0,05$) quadrático das relações TL sobre os valores de proteína bruta absorvida (PBAB), proteína bruta retida (PBR), utilização líquida da proteína (ULP) e nitrogênio da uréia plasmática (NUP). O efeito quadrático, das relações TL, provavelmente está relacionado com a melhora no perfil de aminoácidos da dieta, permitindo a maior absorção, retenção e a utilização líquida da proteína. A derivação das equações obtidas para PBAB, PBR, ULP e NUP (Figura 1) forneceu os valores de 0,652; 0,642; 0,642 e 0,673, respectivamente. Estes resultados são semelhantes aos resultados reportados por Paiano & Moreira (2006), os

quais reportaram efeito quadrático das relações TL para a proteína excretada, retida e utilização líquida da proteína em leitões dos 15 aos 30 kg, criados em condições semelhantes.

Em relação à variável NUP, valores baixos estão relacionados com a melhor utilização de nitrogênio para a deposição de tecido (Coma et al., 1995), o que confirma a melhora no perfil de aminoácidos, resultando em melhora na retenção e a conseqüente redução do nitrogênio excretado.

A utilização líquida média da proteína (fração de nitrogênio retido em relação ao consumido) de 52%, obtida neste experimento, foi maior que os valores de 30 a 40%, geralmente observados na suinocultura (Oliveira, 2001). Contudo, o presente trabalho foi realizado com dietas de baixa proteína bruta (3% inferior ao do NRC, 1998) calculada com base no conceito de proteína ideal. Em estudo de balanço de nitrogênio, Le Bellego et al. (2001) observaram ULP de 49,7% para animais que receberam dietas com 16,7% de PB, no mesmo trabalho, os autores registraram redução de 37% na excreção de nitrogênio com a redução da PB de 18,9 para 14,6%, para animais de 65 kg de peso vivo.

Os valores obtidos para máxima PBAB, PBR e ULP são semelhantes ao valor (TL de 0,650) indicado pela AJINOMOTO (2003) em uma compilação de dados de experimentos, assim como os resultados obtidos para minimizar o NUP são semelhantes aos reportados (TL de 0,670) por Murphy (1998) para suínos dos 20 aos 50 kg.

A recomendação final (TL de 0,658) foi obtida pela média da PBR e do NUP. Foram tomadas como base estas duas variáveis, pois apresentaram as melhores significâncias ($P < 0,02$) e por serem variáveis, cujas análises laboratoriais são independentes. Ao contrário das variáveis resultantes do balanço de nitrogênio, cujos

possíveis erros inerentes ao experimento e a precisão das análises laboratoriais estão contidas em todas as variáveis.

As possíveis diferenças existentes nas recomendações encontradas no experimento e nos valores de literatura, provavelmente, estão ligadas às diferenças, tanto em termos de proteína e energia, bem como no potencial genético para deposição de carne dos suínos (Moreira, 1998).

Os resultados obtidos para o experimento de desempenho com suínos em crescimento e terminação alimentados com rações contendo diferentes níveis de energia líquida e a melhor TL determinada no Experimento I são mostrados na Tabela 5, os resultados obtidos para as características de carcaça na Tabela 6 e para as características da carne na Tabela 7.

No período de crescimento, os machos apresentaram maior ($P < 0,05$) consumo diário de ração (CDR) e o ganho diário de peso (GDP) e não houve ($P > 0,05$) efeito do sexo sobre a conversão alimentar (CA), assim como não houve efeito dos níveis de EL sobre as variáveis nesta fase.

No período de terminação, os machos apresentaram maior ($P < 0,05$) CDR, pior CA e o mesmo ($P > 0,05$) GDP que as fêmeas. Houve ($P < 0,05$) efeito linear decrescente dos níveis de EL sobre a variável CDR, assim como melhora linear na CA. Não houve interação ($P > 0,05$) entre os níveis de EL e sexo para as variáveis de desempenho na fase de terminação dos animais.

No período total (30-90 kg), os machos apresentaram ($P < 0,05$) maior CDR e GDP, mas pior CA. Houve interação sexo e EL e efeito do sexo para o GDP. Embora tenha ocorrido interação EL e sexo, no período total, as análises de regressão não indicaram efeitos dos níveis de EL sobre esta variável. Houve redução linear ($P < 0,05$) no CDR e melhora linear para a CA ($P < 0,05$) com o aumento da energia líquida das rações.

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

Table 5 – Daily fed intake (DFI), daily weight gain (DWG), feed:gain ratio (FGR) and plasma urea nitrogen (PUN) of growing and finishing pigs (30- 90 kg) fed on diets of low crude protein, with the digestible threonine:lysine ratio of 0.658, with different net energy (NE) levels

Itens (Items)	Níveis de energia líquida (Net energy levels), kcal/kg												CV ¹	S x EL ²	S ³	Linear ⁴	Quadr ⁵
	Machos (Barrows)					Fêmeas (Gilts)					X̄						
	2.410	2.450	2.490	2.530	2.570	–	2.410	2.450	2.490	2.530		2.570					
Crescimento (Growing)																	
CDR (DFI), 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 (DWG), 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 (FGR)	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 (PUN) 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 (Finishing)																	
CDR (DFI), 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 (DWG), 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 (FGR)	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 (PUN) 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 (Growing/finishing)																	
CDR (DFI), 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 (DWG), 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 (FGR)	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 (Coefficient of variation); ²- Interação entre níveis de energia e sexo (Sex and energy interaction); ³- Efeito do sexo (Effect of sex); ⁴- Efeito linear dos níveis de energia líquida (Linear effect of net energy levels): Período de terminação (Finishing pigs) = CDR (DFI) ♂ = 7,8998 - 1,8728EL, CDR (DFI) ♀ = 7,5193 - 1,8728 EL; CA (FGR) ♂ = 6,76155-1,39695EL, CA (FGR) ♀ = 6,58333-1,39695EL. Período total (growing/finishing pigs) = (CDR ♂ = 6,3432-1,43731EL; CDR ♀ = 5,9908 - 1,43731 EL, P = 0,03); CA (FGR) ♂ ♀ = 5,61266 - 1,08942EL (P = 0,05); ⁵- Efeito quadrático dos níveis de energia líquida (Quadratic effect of net energy levels)

A ausência de efeitos dos níveis energéticos na fase de crescimento e os efeitos na fase de terminação e no período total são semelhantes às afirmações de Biker (1996), de que diferentes níveis energéticos têm efeitos mais pronunciados em animais na fase de terminação do que animais na fase de crescimento.

A melhora na conversão alimentar, no período de terminação e total, é semelhante aos resultados apresentados por (Silva et al., 1998), que estudando diferentes níveis de energia digestível, para suínos machos inteiros, dos 60 a 100 kg, observaram melhora na CA com o aumento dos níveis de energia.

Em relação às características de carcaça (Tabela 6) houve ($P < 0,05$) interação entre sexo e EL para o peso de abate (PABAT), peso do pernil (PERNIL), da mesma forma, houve interação ($P < 0,10$) no peso da carcaça resfriada (PCRSF) e no rendimento de carcaça (RENCAR).

Os machos apresentaram maiores ($P < 0,05$) médias para o peso da carcaça resfriada, contudo, piores valores para a espessura de toucinho, profundidade de toucinho, porcentagem de carne magra na carcaça e gordura abdominal quando comparados às fêmeas.

Houve efeito ($P < 0,05$) quadrático com ponto de máximo (2.517 kcal/kg de ração) para a profundidade de toucinho e efeitos lineares crescentes para a espessura de toucinho no crescimento ($P = 0,08$) assim como houve ($P = 0,05$) efeito linear crescente para a gordura abdominal.

O nível de energia líquida não influenciou ($P > 0,05$) as demais variáveis de características de carcaça.

Tabela 6 – Efeito de dietas de baixa proteína bruta, calculadas com a relação treonina:lisina digestíveis de 0,658, com diferentes níveis de energia líquida (EL), sobre as características de carcaça de suínos abatidos aos 90 kg¹

Table 6 – Effect of low crude protein diets, with digestible threonine:lysine ratio of 0.658, with different net energy levels on carcass traits of pigs slaughter at 90 kg.¹

Itens (Items)	Níveis de energia líquida (Net energy levels), kcal/kg												CV ²	S x EL ³	S ⁴	Linear ⁵	Quadr ⁶
	Machos (Barrows)					-	Fêmeas (Gilts)					-					
	2.410	2.450	2.490	2.530	2.570		X	2.410	2.450	2.490	2.530						
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	♂♀=0,02
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 Espessura de toucinho no crescimento (P2C), peso de abate (PABAT), peso da carcaça resfriada (PCRSF), perda no resfriamento (PERSF), rendimento de carcaça (RECAR), espessura de toucinho segundo o método brasileiro (ET), comprimento de carcaça (COMP), peso do pernil (PENIL), área de olho de lombo (AOL), profundidade de toucinho segundo o método americano (PROF), carne magra na carcaça (CMAGRA), porcentagem de carne magra na carcaça (PMAGRA) e gordura abdominal (UNTO) (Backfat thickness in growing phase on backfat thickness (P2C), slaughter weigh (PABT), chilled carcass weigh (PCRSF), cooled lost (PERSF), dressing percentage (RECAR), backfat depht according to the Brazilian method (ET), carcass length (COM), harm weight (PERNIL), eye loin area (AOL), backfat depth according to the american method (PROF), estimated fat free muscle (CMAGRA), estimated fat free muscle percentage (PMAGRA) and abdominal fat (UNTO); ² Coeficiente de variação (Coefficient of variation); ³ Interação entre níveis de energia e sexo (Sex and energy interaction); ⁴ Efeito do sexo (Effect of sex); ⁵ Efeito linear dos níveis de energia líquida (Linear effect of net energy levels): P2C♂♀= -19,43172 + 11,78279 EL, P:0,08; UNTO♂= -3,42642 + 1,86163EL + 0,2039299, UNTO♀=-3,42642+1,86163EL -0,2039299; ⁶ Efeito quadrático dos níveis de energia líquida (Quadratic effect of net energy levels) PROF♂= -478,4478 + 0,2571 + 381,9675 EL - 75,8821 EL², PROF♀ = -478,4478 - 0,2571 + 381,9675 EL - 75,8821 EL²; MARM♀ = -878,39570 + 707,04451 EL - 141,82130 EL²; NS – Não-significativo (No significant).

Estes resultados são diferentes dos reportados por Bertol et al. (2001) que não encontraram efeitos de diferentes níveis de energia digestível sobre a qualidade das carcaças de suínos de alto potencial genético para a deposição de carne magra. Da mesma forma Dourmand & Noblet (1998) citados por Miyada (1999) relataram que animais melhorados para a deposição de carne magra estão menos sujeitos ao comprometimento da carcaça quando submetidos a níveis mais elevados de consumo de energia ou de restrição alimentar.

Entretanto, nos trabalhos citados, os 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.

Estas afirmações são corroboradas por Kerr et al. (1995) e Le Bellego et al. (2001), os quais observaram aumento na gordura das carcaças de suínos alimentados com dietas de baixo nível protéico. Estes resultados indicam que aumento no nível de EL, embora melhore a CA, pode prejudicar algumas características da carcaça de suínos.

Os resultados relativos às variáveis qualitativas da carne estão na Tabela 7. Não houve ($P > 0,05$) efeitos dos níveis de energia, sexo e interação sexo e nível de energia para as variáveis, perda por gotejamento, pH, matéria seca, matéria mineral e proteína bruta, indicando que os níveis estudados não foram suficientes para provocar diferenças.

Tabela 7 – Efeito de dietas de baixa proteína bruta, calculadas com a relação treonina:lisina digestíveis de 0,658, com diferentes níveis de energia líquida (EL), sobre a perda por gotejamento, pH, marmoreio do *longissimus dorsi* (MARM), matéria seca (MS), matéria mineral (MM) e proteína bruta (PB) de suínos em crescimento e terminação (30-90 kg)

Table 7 – Effect of low crude protein diets, with digestible threonine: lysine ratio of 0.658, with different net energy level on drip loss, pH, marbling score of the *longissimus dorsi* (MARM), dry matter (DM), ash (AS) and crude protein (CP) of growing/finishing pigs (30- 90 kg)

Itens (Items)	Níveis de energia líquida (Net energy levels), kcal/kg												CV ¹	S x EL ²	S ³	Linear ⁴	Quadr ⁵
	Machos (Barrow)						Fêmeas (Gilts)										
	2.410	2.450	2.490	2.530	2.570	X	2.410	2.450	2.490	2.530	2.570	X					
PGOT (Drip), %	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	*	*	*	*
24:00h 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	*	*	♀=0,03
MS (DM), %	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 (AS), %	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 (CP), %	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 (Coefficient of variation); ²- Interação entre níveis de energia e sexo (Sex and energy levels interaction); ³- Efeito do sexo (Effect of sex); ⁴- Efeito linear das relações TL (Linear effect); ⁵- Efeito quadrático das relações TL (Quadratic effect of TL ratio).

No entanto, houve ($P < 0,05$) interação sexo e nível de energia líquida sobre o marmoreio. Para o marmoreio houve 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 concorda com as afirmações de Latorre et al. (2004) os quais afirmam que o sexo pode provocar diferenças no desempenho durante a fase de crescimento e, principalmente, de terminação levando a alteração no padrão de deposição de tecido magro e de gordura entre os machos e fêmeas, o que explica a resposta das fêmeas para o aumento do nível de energia das dietas para o marmoreio.

Conclusões

A melhor relação treonina:lisina digestíveis é 0,658, pois maximiza a utilização do nitrogênio. O aumento no nível de energia líquida das dietas de 2.410 para 2.570 kcal/kg não alterou o ganho de peso, reduziu o consumo e melhorou a conversão alimentar, mas aumentou a profundidade de toucinho de suínos.

Literatura Citada

- ADEOLA, O. Digestion and balance techniques in pigs. In: LEWIS, A.J.; SOUTHERN, L.L. **Swine nutrition**. 2nd ed. Boca Raton: CRC, 2001. p.903-916.
- AJINOMOTO. **Exigências de treonina para suínos - benefícios da suplementação de L-Treonina**. 2003. Disponível em: <http://www.lisina.com.br/upload/bibliografia/IT_10_port.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2006.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS – ABCS. **Método brasileiro de classificação de carcaça**. Estrela: ABCS,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. **Anais...** Viçosa: UFV, 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.
- 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 the determination of blood urea. **Clinical Chemistry**, v.11, n.6, p.624-627, 1965.
- MIYADA, V.S. Novas tendências para a nutrição de suínos em clima quente. In: SILVA, I.J.O. (Ed.) **Ambiência e qualidade na produção industrial de suínos**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários “Luiz de Queiroz”, 1999. p.34-60.
- MOREIRA, I. Nutrição de rebanhos de suínos geneticamente melhorados. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL, 2., 1998, Uberaba. **Anais...**Uberaba: SBMA, 1998. p.177-183. v.1.
- MURPHY, J. **Advances in swine nutrition to address nutrient management issues**. May de 1998. Disponível em: <<http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/swine/facts/nmannutr.htm>>. Acesso em: 24 jun. 2006
- NATIONAL PORK PRODUCERS COUNCIL - NPPC. **Procedures to evaluate market hogs**. 3rd ed. Des Moines: NPPC, 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.
- NRC – NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. **Nutrient requirements of swine**. 10th ed. Washington, D.C.: NRC, 1998: 189p.
- OLIVEIRA, P.A.V. Produção e manejo de dejetos suínos. In: SOARES, W.R. **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: FEALQ, 2001. p.164-177.

- PAIANO, D.; MOREIRA, I. **Relações treonina: lisina digestíveis para suínos na fase inicial, alimentados com rações de baixa proteína, calculadas de acordo com o conceito de energia líquida.** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2006. 72p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, 2006.
- 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: UFV, 2005. 186p.
- SILVA, D.J. QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** 3.ed. Viçosa: 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.

V – Desempenho e Características de Carcaça de Suínos em Crescimento e Terminação Alimentados com Rações Contendo Diferentes Relações Treonina: Lisina Digestíveis

RESUMO – O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes relações treonina:lisina digestíveis (TL) sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos em crescimento e terminação. Foram utilizados 40 suínos híbridos comerciais (20 machos e 20 fêmeas) com peso inicial de $30,1 \pm 1,8$ kg, alojados em baias individuais (4 m^2). Os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado em um esquema fatorial com cinco tratamentos e dois sexos, com quatro repetições por sexo. As dietas à base de milho e farelo de soja foram formuladas de acordo com o conceito de proteína ideal, contendo, 2.513 kcal EL/kg; 14,7% PB; 0,81% lisina digestível; 0,55% de Ca e 0,21% de P disponível para o crescimento e 2.568 kcal EL/kg; 12,5% PBP; 0,68% lisina digestível; 0,50% Ca e 0,17% de P disponível para a fase de terminação. Foram adicionados aminoácidos sintéticos para obter as relações de TL: 0,574; 0,624; 0,672; 0,722 e 0,772. Houve efeito quadrático, com ponto de mínimo, para a conversão alimentar no crescimento para as fêmeas e a derivação indicou a TL de 0,674. Não houve efeitos sobre as demais variáveis de desempenho. Houve efeito quadrático, com ponto de mínimo, na gordura abdominal dos machos, com o menor valor de gordura na TL de 0,630. Ocorreu aumento linear no peso de abate, perda por resfriamento e redução na espessura de toucinho na fase de crescimento com o aumento na relação TL. Os resultados indicam que a TL de 0,674 minimizou a conversão alimentar de suínos em crescimento, e que a relação 0,630 minimizou a gordura abdominal de machos castrados. O aumento da relação TL diminuiu a espessura de toucinho no crescimento e aumentou o peso de abate dos suínos.

Palavras-chave: aminoácido, carcaça, espessura de toucinho, ganho de peso, proteína ideal

V – Growth Performance and Carcass Trait for Growing/ Finishing Pigs fed with Diets with Different Digestible Threonine: Lysine Ratio

ABSTRACT – An experiment was conducted to evaluate digestible threonine:lysine ratios (TL) effects on growth performance and carcass traits of growing and finishing pigs. Forty crossbred pigs (20 barrows and 20 gilts), with initial weight of 30.1 ± 1.8 kg were housed at individual pens (4 m²). Pigs were allotted in a randomized design, following a factorial scheme (5x2), with five TL ratios and two sexes. A corn-soybean meal diet was formulated considering ideal protein concept, with 2,515 kcal NE/kg; 14.7% CP; 0.81% digestible lysine; 0.55% Ca and 0.39% available P for growing and 2,568 kcal NE/kg; 12.5% CP; 0.68% digestible lysine; 0.49% Ca and 0.33% available P for finishing pigs. Additional synthetic amino acids were supplied to achieve TL ratios (0.574; 0.624; 0.672; 0.722 and 0.772). The feed:gain ratio (FGR) on growing pigs showed quadratic effect and the best TL ratio value was 0.674. TL ratio had no effect on others performance characteristics. Barrows abdominal fat showed quadratic effect and the best TL ratio value was 0.630. Slaughter weight and dry lost increased linearly while backfat thickness, in growing phase, decreased linearly with TL ratio increase. These results suggest that 0.674 TL ratio minimizes FGR in growing pigs, while 0.630 TL ratio minimizes abdominal fat in barrows. TL ratio increase decreased backfat thickness in growing pigs also increasing slaughter weight.

Key words: amino acid, carcass traits, backfat thickness, weigh gain, ideal protein

Introdução

Nas últimas décadas a utilização de dietas com baixo teor de proteína bruta com o objetivo da redução da excreção de nitrogênio, tem se popularizado na suinocultura mundial (Pedersen et al., 2003).

A principal forma de se reduzir o teor de proteína das dietas, sem acarretar problemas ao desempenho dos animais é utilizando o conceito de proteína ideal, em que a preocupação passa ao atendimento das exigências dos níveis ótimos de cada aminoácido para atender as necessidades nutricionais, de acordo com o seu potencial genético.

Dentre os aminoácidos essenciais, destacam-se a lisina e a treonina. Estes aminoácidos são de grande importância para o processo de síntese protéica, sendo considerados, respectivamente, primeiro e terceiro aminoácidos limitantes para suínos (NRC, 1998), em dietas à base de milho e de farelo de soja. Em muitas dietas calculadas com base no conceito de proteína ideal, e suplementadas com lisina sintética, a treonina passa a ser o aminoácido limitante. Apesar disto, o número de trabalhos envolvendo as exigências de treonina é relativamente pequeno, quando comparados aos trabalhos de exigências de lisina. Ainda mais escassos, são os trabalhos que estudam relações treonina:lisina digestíveis (TL) nas dietas, principalmente para suínos nas fases finais de criação.

As exigências de treonina, assim como a relação TL, encontrados na literatura, apresentam grandes variações (Defa et al., 1999; NRC, 1998; Rodrigues et al., 2001; Rostagno et al., 2005), o que dificulta para os nutricionistas a decisão pelas relações a serem utilizadas nos programas nutricionais. Explicações para estas variações podem ser em virtude das diferentes condições experimentais, estágio fisiológico, sexo,

potencial genético, modelos matemáticos utilizados, bem como, diferenças entre as dietas experimentais em termos de nível de proteína e energia (Rodrigues et al., 2001).

Outro ponto a ser destacado, é que na maioria dos estudos as exigências são determinadas com base nas variáveis de desempenho. Entretanto, a indústria de suínos vem se preocupando cada vez mais com a qualidade das carcaças de suínos. Neste quadro, a definição da melhor relação TL se faz necessário, em função da pouca literatura sobre o assunto e de indícios de que para máximo crescimento muscular, os níveis utilizados para máximo ganho de peso devem ser revistos (Defa et al., 1999).

Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo verificar o efeito de diferentes relações treonina:lisina digestíveis (TL) sobre o desempenho de suínos em crescimento e terminação e os efeitos dessas relações sobre as características de carcaça.

Material e Métodos

Foi conduzido um experimento de desempenho utilizando suínos nas fases de crescimento e terminação, com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes relações TL sobre o desempenho e as características de carcaça e carne. O experimento foi conduzido 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, em uma altitude de 564 metros). As temperaturas, mínimas e máximas médias, registradas no período experimental foram de $17,8 \pm 3,1^{\circ}\text{C}$ e $27,2 \pm 4,5^{\circ}\text{C}$, respectivamente. As umidades relativas do ar médias do período experimental pela manhã e pela tarde foram de $82,2 \pm 11,9\%$ e $56,6 \pm 17,4\%$, respectivamente.

Foram utilizados 40 suínos (20 machos castrados e 20 fêmeas), híbridos comerciais de médio a alto potencial de produção de carne magra, com peso inicial de $30,1 \pm 1,8$ kg. Os animais foram alojados em pavilhão de crescimento/terminação,

construído no sentido leste oeste, aberto lateralmente, com pé direito de 2,80 m. As baias experimentais (4 m²) possuíam comedouro frontal semi-automático e bebedouro tipo chupeta ao fundo, possuindo na região posterior da baia uma canaleta de aproximadamente 10 cm de profundidade que foi mantida com água.

Os tratamentos consistiram de cinco rações com base no conceito de proteína ideal de acordo com as relações de aminoácidos para suínos média a alta deposição de carne magra (325 g/dia), nas fases de crescimento (30-60 kg) e terminação (60-90 kg), indicadas pelo NRC (1998). O teor de proteína bruta da ração foi reduzido em 3%, resultando em dietas de baixa proteína bruta, com 14,7% na fase de crescimento e 12,5% de PB na terminação, as rações foram calculadas de modo a serem isoenergéticas e isonutritivas (Tabela 1 e 2) exceto para treonina.

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, em um esquema fatorial (5x2), com cinco diferentes relações treonina: lisina digestíveis (TL) e dois sexos (machos castrados e fêmeas) com quatro repetições por tratamento (quatro para os machos e quatro para as fêmeas). A lisina digestível foi adotada como padrão e as relações, treonina:lisina digestíveis (TL), foram de: 0,574; 0,624; 0,673; 0,722 e 0,772 (Tabela 1 e 2). A composição aminoacídica do milho e do farelo de soja foi determinada em cromatografia líquida de alta performance (HPLC), para o cálculo das rações foram utilizados os coeficientes de digestibilidade verdadeira propostos por Rostagno et al. (2005).

Para o cálculo dos valores de energia (digestível, metabolizável e líquida) do milho e do farelo de soja, foram utilizados os valores propostos por Rostagno et al. (2005) e das análises químicas. Os valores de cálcio e fósforo foram analisados no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual de Maringá (LANA-UEM) segundo as metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002). As rações na forma farelada, e a água em bebedouros tipo chupeta, foram fornecidos à vontade durante todo o período do experimento.

Tabela 1 – Composição centesimal, química e energética das rações experimentais contendo diferentes relações treonina:lisina digestíveis para suínos em crescimento (30-60 kg)

Table 1 – Centesimal, chemical and energetic composition of experimental diets with different digestible threonine:lysine ratio (TL) for growing pigs (30-60 kg)

Ingredientes (Ingredients), %	Relações TL (TL ratios)				
	0,574	0,624	0,673	0,722	0,772
Milho (Corn)	81,045	81,045	81,045	81,045	81,045
Farelo de soja (Soybean meal)	15,35	15,35	15,35	15,35	15,35
Amido (Corn starch)	0,000	0,016	0,032	0,047	0,063
Óleo de soja (Soybean oil)	0,489	0,489	0,489	0,489	0,489
Fosfato bicálcico (Dicalcium phosphate)	0,640	0,640	0,640	0,640	0,640
Calcário (Limestone)	0,896	0,896	0,896	0,896	0,896
Supl. Vit. + Min. (Min+ vit mix) ¹	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Sal comum (Salt)	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
L-lisina HCl (L-lysine HCl)	0,237	0,237	0,237	0,237	0,237
L-triptofano (L-tryptophan)	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016
L-treonina (L-threonine)	0,014	0,056	0,098	0,140	0,182
Ácido glutâmico (Glutamic acid)	0,413	0,355	0,297	0,240	0,182
Total (Total)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada (Calculated composition)					
Proteína bruta (Crude protein), % ²	14,700	14,700	14,700	14,700	14,700
Energia digestível (Digestible energy), kcal/kg ³	3.400	3.400	3.400	3.401	3.401
Energia metabolizável (Metabolizable energy), kcal/kg ³	3.258	3.259	3.259	3.259	3.259
Energia líquida (Net energy), kcal/kg ³	2.513	2.513	2.513	2.512	2.512
Lisina digestível (Digestible lysine), % ²	0,810	0,810	0,810	0,810	0,810
Met+Cis digestível (Digestible met+cis), % ²	0,470	0,470	0,470	0,470	0,470
Treonina digestível (Digestible threonine), % ²	0,465	0,505	0,545	0,585	0,625
Triptofano digestível (Digestible tryptophan), % ²	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Arginina digestível (Digestible arginine), % ²	0,818	0,818	0,818	0,818	0,818
Cálcio (Calcium), % ⁴	0,548	0,548	0,548	0,548	0,548
Fósforo disponível (Available phosphorus), % ⁴	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210

¹- Suplemento vitamínico e mineral para suínos em crescimento. (Vitamin and mineral mix for growing pigs); ²- Valores calculados com base na composição de aminoácidos analisados e nos valores de digestibilidade de aminoácido dos ingredientes propostos por Rostagno et al. (2005) (Calculated values based on analyzed composition and digestibility values amino acids of ingredients according to Rostagno et al., 2005); ³- Valores calculados com base na composição analisada e nos valores propostos por Rostagno et al. (2005) (Calculated values based on analyzed composition and values according to Rostagno et al., 2005). ⁴- Valores analisados (analyzed values);

Os animais foram pesados no início e final da fase de crescimento e quando atingiram, aproximadamente, 90 kg (terminação). Foi avaliado o consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GDP) e conversão alimentar (CA). No final das fases foram colhidas amostras de sangue, via veia cava cranial, para a determinação do

nitrogênio da uréia plasmática (NUP) segundo a metodologia descrita por Marsh et al. (1965).

Tabela 2 – Composição centesimal, química e energética das rações experimentais contendo diferentes relações treonina:lisina digestíveis para suínos em terminação (60-90 kg)

Table 2 – Centesimal, chemical and energetic composition of experimental diets with different digestible threonine:lysine ratios (TL) for finishing pigs (60-90 kg)

Ingredientes (Ingredients), %	Relações TL (TL ratios)				
	0,574	0,624	0,673	0,722	0,772
Milho (Corn)	87,712	87,712	87,712	87,712	87,712
Farelo de soja (Soybean meal)	7,782	7,782	7,782	7,782	7,782
Amido (Corn starch)	0,048	0,063	0,075	0,089	0,102
Óleo de soja (Soybean oil)	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Fosfato bicálcico (Dicalcium phosphate)	0,477	0,477	0,477	0,477	0,477
Calcário (Limestone)	0,896	0,896	0,896	0,896	0,896
Supl. Vit. + Min. (Min+ vit mix)	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Sal comum (Salt)	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
L-lisina HCl (L-lysine HCl)	0,296	0,296	0,296	0,296	0,296
L-triptofano (L-tryptophan)	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
L-treonina (L-threonine)	0,040	0,075	0,111	0,145	0,181
Ácido glutâmico (Glutamic acid)	1,659	1,610	1,561	1,513	1,464
Total (Total)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada (Calculated composition)					
Proteína bruta (Crude protein), % ²	12,45	12,45	12,45	12,45	12,45
Energia digestível (Digestible energy), kcal/kg ³	3.404	3.404	3.404	3.404	3.404
Energia metabolizável (Metabolizable energy), kcal/kg ³	3.273	3.273	3.273	3.273	3.273
Energia líquida (Net energy), kcal/kg ³	2.568	2.568	2.568	2.568	2.568
Lisina digestível (Digestible lysine), % ²	0,680	0,680	0,680	0,680	0,680
Met+Cis digestível (Digestible met+cis), % ²	0,190	0,190	0,190	0,190	0,190
Treonina digestível (Digestible threonine), % ²	0,390	0,424	0,458	0,491	0,525
Triptofano digestível (Digestible tryptophan), % ²	0,130	0,130	0,130	0,130	0,130
Arginina digestível (Digestible arginine), % ²	0,593	0,593	0,593	0,593	0,593
Cálcio (Calcium), % ⁴	0,498	0,498	0,498	0,498	0,498
Fósforo disponível (Available phosphorus), % ⁴	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170

¹- Suplemento vitamínico e mineral para suínos em terminação. (Vitaminic and mineral mix for finishing pigs);

²- Valores calculados com base na composição em aminoácidos analisados e nos valores de digestibilidade de aminoácido dos ingredientes propostos por Rostagno et al. (2005) (Calculated values based in analyzed composition of amino acids and digestibility values of amino acids of ingredients according to Rostagno et al., 2005); ³- Valores calculados com base nos teor de matéria seca e nos valores de energia propostos por Rostagno et al. (2005) (Calculated values based on dry matter and energy values according to Rostagno et al., 2005); ⁴- Valores analisados (analyzed values).

Ao final da fase de terminação, os animais foram abatidos e submetidos à avaliação de carcaça, de acordo com MBCC (ABCS, 1973) e método americano (NPPC, 1991). A cor do músculo *longissimus dorsi* foi mensurada 24 horas após o abate, utilizando-se um colorímetro portátil Minolta® CR10, com esfera de integração e ângulo de visão de 8°, ou seja, iluminação d/8 e iluminante C. Os componentes L* (luminosidade), a* (componente vermelho-verde) e b* (componente amarelo-azul) foram expressos no sistema de cor CIELAB. As mensurações foram realizadas em triplicata, com amostras de músculo retiradas entre a 8ª e 10ª vértebras torácicas, conforme descrito por Bridi & Silva (2006).

Para a avaliação da perda de água por gotejamento foram retiradas amostras do *longissimus dorsi* na mesma região utilizada para a medida da cor (8ª e 10ª vértebras torácicas), segundo a metodologia descrita por Boccard et al. (1981).

As variáveis estudadas foram submetidas à análise de variância, de acordo com o modelo estatístico: $Y_{ijk} = \mu + N_i + G_j + N \times G + e_{ijk}$ em que:

Y_{ijk} = valor observado das variáveis estudadas, relativo a cada indivíduo j, recebendo a relação i;

μ = constante geral;

N_i = relações TL, sendo i = 0,574; 0,624; 0,673; 0,722 e 0,772;

G_j = efeito do sexo j (1= macho, 2= fêmea);

$N \times G$ = interação relação TL e sexo e

e_{ijk} = erro-aleatório associado a cada observação.

Os graus de liberdade referentes às relações TL foram desdobrados em polinômios e, para as variáveis que apresentaram efeito quadrático as equações foram derivadas a fim de obter a melhor relação TL, utilizando o método dos quadrados mínimos.

Resultados e Discussão

Os resultados das variáveis de desempenho se encontram na Tabela 3, e os resultados obtidos para as características de carcaça e da carne nas Tabelas 4 e 5, respectivamente.

Na fase de crescimento, houve ($P < 0,05$) interação entre sexo e relações TL para a conversão alimentar e efeito quadrático ($P < 0,05$), com ponto de mínimo (0,674), das relações TL para a CA das fêmeas.

O resultado para a variável NUP, na fase de crescimento, foi maior ($P < 0,05$) para os machos e não houve ($P < 0,05$) efeito das relações TL sobre as demais variáveis no crescimento.

Resultados semelhantes para a conversão alimentar (efeitos quadrático com ponto de mínimo) são reportados por Berto et al. (2002) e Pozza et al. (2000). A melhora na conversão alimentar vem a reforçar a hipótese de que a suplementação com treonina melhora o perfil dos aminoácidos.

Para a fase de terminação não houve ($P > 0,05$) interação entre sexo e relações TL, bem como não houve ($P > 0,05$) efeito das relações TL sobre o desempenho. Por outro lado, os machos apresentaram maior ($P < 0,05$) CDR e GDP. Da mesma forma, no período total, semelhante ao período de terminação, não houve interação entre sexo e relações TL e efeito das relações TL ($P < 0,05$) sobre as variáveis de desempenho e os machos apresentaram maior ($P < 0,05$) CDR.

Os resultados para a terminação e período total são semelhantes aos resultados de Eittle et al. (2004) que estudando diferentes níveis de treonina digestível, não encontraram diferenças nas exigências entre os sexos, mas encontraram maior consumo para os machos castrados.

Tabela 3 – Efeito de dietas de baixa proteína bruta, com diferentes relações treonina:lisina digestíveis sobre o consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GDP), conversão alimentar (CA) e nitrogênio da uréia plasmática (NUP) de suínos em crescimento e terminação

Table 3 – Effect of diets with low crude protein, with different digestible threonine:lysine ratios (TL) on daily fed intake (DFI), daily weight gain (DWG), feed:gain ratio (FGR) and plasma urea nitrogen (PUN) of growing and finishing pigs (30- 90 kg)

Itens (Items)	Relações TL (TL ratio)												CV ¹	S x TL ²	S ³	Linear ³	Quadr ⁴
	Machos (Barrow)					– X	Fêmeas (Gilts)					– X					
	0,574	0,624	0,673	0,722	0,772		0,574	0,624	0,673	0,722	0,772						
Crescimento (Growing)																	
CDR (DFI), kg	2,26	2,028	2,192	2,232	2,199	2,182	2,115	2,133	2,076	2,303	2,276	2,18	8,76	*	*	*	*
GDP (DWG), kg	0,895	0,789	0,793	0,882	0,886	0,849	0,796	0,844	0,841	0,884	0,876	0,848	11,24	*	*	*	*
CA (FGR)	2,53	2,59	2,77	2,57	2,49	2,59	2,66	2,53	2,47	2,61	2,61	2,57	6,29	0,06	*	*	♀0,03
NUP (PUN) mg/dl	17,10	15,13	16,15	14,91	15,69	15,80	13,31	15,18	13,93	15,68	14,23	14,47	14,21	*	0,06	*	*
Terminação (Finishing)																	
CDR (DFI), kg	2,863	2,747	2,895	2,941	2,846	2,858	2,457	2,634	2,577	2,644	2,586	2,579	8,00	*	0,04	*	*
GDP (DWG), kg	0,884	0,897	0,882	0,955	0,857	0,895	0,802	0,828	0,831	0,864	0,828	0,831	10,19	*	0,04	*	*
CA (FGR)	3,24	3,06	3,28	3,08	3,32	3,2	3,09	3,18	3,11	3,09	3,13	3,12	4,9	*	*	*	*
NUP (PUN) mg/dl	13,84	15,82	14,04	13,79	14,74	14,45	14,12	14,16	12,75	14,15	14,03	13,84	11,56	*	*	*	*
Crescimento/terminação (Growing/finishing)																	
CDR (DFI), kg	2,553	2,384	2,545	2,589	2,517	2,518	2,282	2,374	2,325	2,462	2,42	2,372	6,52	*	0,04	*	*
GDP (DWG), kg	0,891	0,843	0,841	0,923	0,874	0,874	0,795	0,833	0,839	0,868	0,848	0,837	8,41	*	*	*	*
CA (FGR)	2,87	2,84	3,03	2,82	2,89	2,89	2,88	2,85	2,77	2,84	2,86	2,84	4,64	*	*	*	*

¹- Coeficiente de variação (Coefficient of variation); ²- Interação entre níveis de energia e sexo (Sex and energy interaction); ³- Efeito do sexo (Effect of sex); ⁴- Efeito linear das relações TL (Linear effect of TL ratio); ⁵- Efeito quadrático das relações TL (Quadratic effect of TL ratio) (CA(FGR)♀ = 8,65257 - 18,24321TL + 13,54011 TL² P = 0,03).

Não houve ($P > 0,05$) interação entre sexo e relações TL, diferenças entre os sexos e efeito das relações TL sobre o nitrogênio da uréia plasmática. Esse resultado é diferente do obtidos por Defa et al. (1999) que para leitões, dos 17 aos 30 kg, reportaram redução linear do NUP com o aumento da treonina, assim como, difere dos resultados de Pedersen et al. (2003) que observaram efeito quadrático, com ponto de mínimo para o NUP, com aumento das relações TL em amostras de sangue coletado duas horas após a alimentação. Entretanto, os mesmos autores (Pedersen et al., 2003) não encontraram efeitos do aumento das relações TL sobre o NUP, quatro e seis horas após a alimentação.

Na fase de crescimento, houve redução linear ($P < 0,05$) da espessura de toucinho (leitura realizada com ultra-som, na altura da última costela a aproximadamente cinco centímetros da linha do dorso), sugerindo uma melhora na qualidade da carcaça com o aumento das relações TL. Da mesma forma, Fuller et al. (1989) reportaram menor deposição de toucinho com teores de lisina e treonina acima dos recomendados para o máximo crescimento.

Houve efeito ($P < 0,05$) linear crescente das relações TL sobre o peso de abate e perda por resfriamento. O peso de abate é realizado com os animais sob jejum de 24 horas, refletindo o peso dos animais com o trato digestório vazio, o que pode ser um indicativo de maior eficiência na deposição de tecido devido a maior relação TL das dietas. Esta hipótese é reforçada pelos resultados de Defa et al. (1999) que observaram redução do nível sanguíneo de lisina com o aumento dos níveis de treonina nas dietas. Os autores discutem que, possivelmente, tal resultado seja em função da maior utilização da lisina para o metabolismo, considerando que a lisina é utilizada basicamente para a síntese de proteína. Assim, níveis mais elevados de treonina poderiam estar relacionados ao aumento da síntese de tecido magro.

Houve aumento ($P < 0,05$) linear da perda de água com o resfriamento da carcaça. A perda de água no resfriamento, segundo Schinckel (2001), ocorre principalmente nos tecidos magros (cerca de 76% da composição em água) visto que a quantidade de água do tecido adiposo é menor (cerca de 12%). Isto reforça a hipótese de que os animais das relações TL maiores depositaram mais carne na carcaça. Da mesma forma, a hipótese de maior deposição de tecido magro é corroborada pelos resultados de Rodrigues et al. (2001) que, trabalhando com leitoas de alto potencial genético para a deposição de carne, observaram aumento na retenção de N na carcaça até a relação TL de 0,750, valor muito próximo ao último nível estudado no presente experimento (TL de 0,772).

Por outro lado, não houve efeito ($P > 0,05$) das relações TL sobre a quantidade de carne magra e a porcentagem de carne magra na carcaça, o que contradiz a hipótese de maior quantidade de tecido magro com relações mais elevadas de treonina. Vale ressaltar que estas variáveis foram estimadas segundo as equações do NPPC (1991), as quais foram desenvolvidas para animais com outras características, o que possivelmente pode afetar a precisão dos resultados. Segundo Schinckel (2001), o melhoramento dos suínos vem permitindo aumento no crescimento de tecido magro de 2 a 4% ao ano. Este aumento anual no crescimento de tecido magro pode comprometer a acurácia das equações sugeridas pelo NPPC (1991).

Tabela 4 – Efeito de dietas de baixa proteína bruta, calculadas com diferentes relações treonina:lisina digestíveis, sobre as características de carcaça de suínos abatidos aos 90 kg¹

Table 4 – Effect of diet s with low crude protein, with different digestible threonine: lysine ratios (TL) on carcass traits of pigs slaughtered at 90 kg¹

Itens (Items)	Relações TL (TL ratios)												CV ²	S x TL ³	S ⁴	Linear ⁵	Quadr ⁶
	Machos (Barrow)					–	Fêmeas (Gilts)					–					
	0,574	0,624	0,673	0,722	0,772	X	0,574	0,624	0,673	0,722	0,772	X					
P2C, mm	11,50	10,00	9,30	10,00	8,50	9,90	10,30	9,50	9,80	9,30	9,00	9,60	17,60	*	*	0,02	*
PABAT, kg	89,63	86,33	86,16	90,69	91,80	88,77	82,89	88,17	88,68	88,18	88,35	87,25	4,82	*	*	0,05	*
PCRSF, kg	72,80	69,20	69,25	72,60	71,35	71,56	67,63	71,31	71,64	71,53	71,28	70,68	5,56	*	*	*	*
PERSF, %	2,62	3,07	2,84	2,97	2,86	2,85	2,93	2,86	3,03	2,91	3,16	2,95	7,58	*	*	0,04	
RENCAR, %	80,03	79,06	79,02	78,86	78,82	79,31	80,40	79,56	79,69	79,53	79,36	79,71	1,64	*	*	*	*
ET, cm	2,70	2,55	2,60	2,54	2,46	2,60	2,48	2,65	2,49	2,70	2,61	2,59	13,19	*	*	*	*
COM, cm	90,10	88,25	87,00	90,03	92,83	89,47	88,25	89,83	90,93	92,68	89,63	90,13	2,75	0,04	*	*	♂0,01
PERNIL, kg	11,52	11,15	10,68	11,37	11,40	11,21	10,62	11,19	11,18	11,16	11,26	11,08	5,66	*	*	*	*
AOL, cm ²	37,00	35,70	33,66	37,49	36,29	36,03	36,04	36,29	38,10	33,67	37,19	36,26	8,68	*	*	*	*
PROF, cm	2,59	2,03	2,39	2,22	2,06	2,26	2,00	1,90	1,79	2,41	2,17	2,05	15,39	0,06	0,05	*	*
CMAGRA, kg	52,93	52,43	49,77	54,55	53,65	52,66	52,01	54,16	56,01	50,78	53,98	53,39	5,22	0,01	*	*	*
PMAGRA, %	72,83	75,85	71,91	75,31	75,30	74,24	77,08	76,06	78,19	71,03	75,73	75,62	4,59	0,05	*	*	*
UNTO, kg	1,05	0,91	1,11	1,10	1,56	1,12	1,07	1,16	0,97	1,42	1,17	1,16	19,51	0,03	*	*	♂0,03

¹ Espessura de toucinho no crescimento (P2C), peso de abate (PABAT), peso da carcaça resfriada (PCRSF), perda no resfriamento (PERSF), rendimento de carcaça (RECAR), espessura de toucinho segundo o método brasileiro (ET), comprimento de carcaça (COM), peso do pernil, área de olho de lombo (AOL), profundidade de toucinho segundo o NPPC (PROF), carne magra na carcaça (CMAGRA), porcentagem de carne magra na carcaça (PMAGRA) e gordura abdominal (UNTO) (*Backfat thickness in growing phase on backfat thickness (P2C), slaughter weigh (PABT), chilled carcass weigh (PCRSF), cooled lost (PERSF), carcass dressing (RECAR), backfat depht according to the Brazilian method (ET), carcass length (COM), harm weight, eye loin area (AOL), backfat depth according to NPPC (PROF), estimated fat free muscle (CMAGRA), estimated fat free muscle percentage (PMAGRA) and abdominal fat (UNTO)*); ² Coeficiente de variação (*Coefficient of variation*); ³ Interação entre níveis de energia e sexo (*Sex and energy interaction*); ⁴ Efeito do sexo (*Effect of sex*); ⁵ Efeito linear das relações TL (*Linear effect of TL ratio*) P2C ♂♀ = 15,6705 - 8,8715 TL; P = 0,02; PERSF ♂♀ = 2,11857 + 1,16723TL (P = 0,04); PABAT ♂♀ = 74,55982 + 20,00141 TL (P = 0,05); ⁶Efeito quadrático das relações TL (*Quadratic effect of TL ratio*) (Unto ♂ = 11,9188 - 34,8182 TL + 27,6476 TL² P = 0,03).

Houve ($P < 0,05$) interação entre sexo e relações TL e efeito quadrático das relações TL para a gordura abdominal (unto) dos machos (ponto de mínimo de 0,630) e para o comprimento da carcaça (ponto de mínimo de 0,654). Assim como houve ($P < 0,05$) interação sexo e relações TL para a carne magra na carcaça e espessura de toucinho (NPPC, 1991). No entanto, não houve ($P > 0,05$) efeito das relações TL para estas variáveis. Não houve ($P > 0,05$) efeito das relações TL sobre o peso da carcaça fria, rendimento de carcaça, espessura de toucinho (ABCS, 1973), área de olho de lombo e peso do pernil.

As variáveis relativas às características da carne estão na Tabela 5. Houve interação sexo e relação TL para o marmoreio do *longissimus* (MARM) e para o teor de proteína bruta (PB), entretanto não houve efeito das relações TL sobre estas variáveis. Os machos tiveram maior teor de matéria seca ($P < 0,05$) e de matéria mineral ($P = 0,08$) do que as fêmeas. Não houve efeitos das relações TL para nenhuma das variáveis relativas às características da carne. Provavelmente, as diferentes relações TL não afetam estas variáveis e ou as relações estudadas não foram suficientemente elevadas para provocar diferenças para estas variáveis.

Contudo, novos estudos devem ser conduzidos reavaliando o uso da lisina em dietas com níveis elevados de treonina para animais nas fases finais de criação, assim como a porcentagem de proteína na carcaça de animais submetidos a estes tratamentos.

Tabela 5 – Efeito de dietas de baixa proteína bruta, calculadas com diferentes relações treonina:lisina digestíveis, sobre a perda por gotejamento, peso do fígado, porcentagem do fígado, pH, marmoreio do *longissimus* (MARM), matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), valores de a*, b* e L de suínos abatidos aos 90 kg

Table 5 – Effect of diets with low crude protein, with different digestible threonine:lysine ratios (TL) on drip loss, liver weight, liver percentage, pH, marbling score of the *longissimus* (MARM), dry matter (DM), ash (AS), crude protein (CP), a*, b* and L values from pigs slaughter at 90 kg

Itens (Items)	Relações TL (TL ratio)												CV ¹	S x TL ²	S ³	Linear ⁴	Quadr ⁵		
	Machos (Barrow)					–		Fêmeas (Gilts)										–	
	0,574	0,624	0,673	0,722	0,772	X	0,574	0,624	0,673	0,722	0,772	X							
PGOT (Drip), %	3,19	4,45	5,68	4,86	5,02	4,64	5,51	2,55	5,88	5,23	3,62	4,56	44,97	*	*	*	*		
24:00h pH	5,48	5,50	5,43	5,44	5,54	5,48	5,45	5,55	5,48	5,44	5,51	5,49	1,20	*	*	*	*		
MARM	2,75	1,75	1,75	2,75	1,38	2,08	1,50	2,63	1,75	1,88	2,25	2,00	34,89	0,05	*	*	*		
MS (DM), %	27,61	27,08	27,58	28,49	27,45	27,64	26,90	26,84	27,04	27,57	26,08	26,89	3,98	*	0,04	*	*		
MM (AS), %	1,03	1,10	1,17	1,05	0,99	1,07	1,24	1,07	1,10	1,18	1,15	1,15	13,23	*	0,08	*	*		
PB (CP), %	22,29	22,37	22,88	21,91	22,55	22,40	23,08	22,00	22,25	22,55	22,45	22,47	2,62	0,08	*	*	*		
Minolta a* ⁵	1,34	2,23	2,72	1,69	1,58	1,91	3,15	1,40	1,79	2,88	3,54	2,55	45,61	*	*	*	*		
Minolta b* ⁵	8,54	10,37	10,67	9,57	8,22	9,47	8,76	9,12	7,65	11,62	10,00	9,43	16,72	*	*	*	*		
Minolta L* ⁵	50,16	55,67	56,54	55,57	52,45	54,08	52,01	51,91	48,27	59,21	53,49	52,98	7,69	*	*	*	*		

¹- Coeficiente de variação (Coefficient of variation); ²- Interação entre níveis de energia e sexo (Sex and energy interaction); ³- Efeito do sexo (Effect of sex); ⁴- Efeito linear das relações TL (Linear effect of TL ratio); ⁵-Efeito quadrático das relações TL (Quadratic effect of TL ratio); ⁶- a*: indica a coloração da carne variando do vermelho ao verde (alto indica cor vermelha, baixo indica cor verde); b*: indica a coloração da carne variando do amarelo ao azul (b* alto indica cor mais amarelo, b* baixo indica cor mais azul); L: indica o grau de luminosidade da carne (L* = 0 carne escura, L=100 carne branca). a*: This value indicates meat coloration, varying from red to green (high value indicates redness); b*: This value indicates meat coloration, varying from yellow to blues (high value indicates yellowness); L: This value indicates meat lightness, high value indicates lightness and low value indicates darkness).

Conclusões

A relação treonina:lisina digestíveis de 0,674 minimiza a conversão alimentar de suínos em crescimento e a relação 0,630 minimiza a gordura abdominal de machos castrados. O aumento das relações treonina:lisina digestíveis diminuiu a espessura de toucinho no crescimento e aumentou o peso de abate dos suínos.

Literatura Citada

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS – ABCS. **Método brasileiro de classificação de carcaça**. Estrela: ABCS, 1973. 17p. (Publicação técnica, 2).
- BERTO, D.A.; WECHSLER, F.S.; NORONHA, C.C. Exigências 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.
- 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.
- BRIDI, A.M.; SILVA, C.A. **Métodos de avaliação de carcaça e da carne suína**. Londrina: MIDIOGRAF, 2006. 97p.
- 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.
- ETTLE, T.; ROTH-MAIER, D.A.; BARTELT, J. et al. Requirement of true digestible threonine of growing and finishing pigs. **Journal of Physiology and Animal Nutrition**, v.88, p.211-222, 2004.
- FULLER, M.F.; Mc.WILLIAM, R.; 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.
- MARSH, W.H.; FINGERHUT, B.; MILLER, H. Automated and manual direct methods for determination of the determination of blood urea. **Clinical Chemistry**, v.11, n.6, p.624-627, 1965.
- MINOLTA. **Precise color communication: color control from perception to instrumentation**. Japan: Minolta, 1997 19p.
- NATIONAL PORK PRODUCERS COUNCIL - NPPC. **Procedures to evaluate market hogs**. 3rd ed. Des Moines: NPPC, 1991. 16p.

- NRC – NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. **Nutrient requirements of swine.** 10th ed. Washington, D.C.: NRC, 1998: 189p.
- PEDERSEN, G.; LINDBERG, J.E.; BOISEN, S. Determination of the optimal dietary threonine:lysine ratio for finishing pigs using three different methods. **Livestock Production Science**, v.82, p.233-243, 2003.
- POZZA, P.C.; GOMES P.C.; DONZELE, J.L. et al. Exigência de treonina para leitoas dos 15 aos 30 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n. 3, p.817-822, 2000.
- RODRIGUES, N.E.B.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Níveis de treonina em rações para 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: UFV, 2005. 186p.
- SCHINCKEL, A. P. Fatores que afetam o crescimento de tecido magro de suínos. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 2., 2001, Concórdia. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2002, p. 206-217.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

VI – CONCLUSÕES GERAIS

Os resultados indicam que: a) a utilização das relações treonina:lisina digestíveis de 0,649 e 0,658 maximiza a utilização do nitrogênio para suínos na fase inicial e de crescimento, respectivamente; b) as relações TL de 0,691 e 0,674 maximizam o desempenho na fase inicial e de crescimento; c) o aumento da relação TL diminui a espessura de toucinho no crescimento e melhora o peso de abate de suínos; d) o aumento dos níveis de energia líquida melhora a CA, mas pode aumentar a deposição de gordura.

VII – IMPLICAÇÕES

A formulação de rações para suínos, com baixos níveis de proteína bruta, considerando adequada relação treonina: lisina digestíveis, para cada fase, bem como a energia líquida dos alimentos, propicia melhor utilização do nitrogênio e conseqüente melhor desempenho, assim como reduz a excreção de nitrogênio.