Érika Rosendo de Sena Gandra

“Relação lisina digestível: energia metabolizável em dietas de suínos dos 24 aos 50 kg criados em condições de segregação sanitária: desempenho, digestibilidade e metabolismo, imunidade (parâmetros sanguíneos)”

Pirassununga
2009

Érika Rosendo de Sena Gandra

“Relação lisina digestível: energia metabolizável em dietas de suínos dos 24 aos 50 kg criados em condições de segregação sanitária: desempenho, digestibilidade e metabolismo, imunidade (parâmetros sanguíneos)”

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária

Departamento:

Nutrição e Produção Animal

Área de concentração:

Nutrição e Produção Animal

Orientador:

Prof. Dr. Messias Alves da Trindade Neto

Pirassununga
2009

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virginie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T.2110
FMVZ

Gandra, Erika Rosendo de Sena

Relação lisina digestível: energia metabolizável em dietas de suínos dos 24 aos 50 kg criados em condições de segregação sanitária: desempenho, digestibilidade e metabolismo, imunidade (parâmetros sanguíneos) / Erika Rosendo de Sena Gandra. – Pirassununga : E. R. Sena Gandra, 2009.
74 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Nutrição e Produção Animal, 2009.

Programa de Pós-Graduação: Nutrição e Produção Animal.
Área de concentração: Nutrição e Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Messias Alves da Trindade Neto.

1. Aminoácido. 2. Digestibilidade. 3. Crescimento. 4. Suíno. 5. Parâmetros sanguíneos.. I. Título.

PARECER

Interessado: Érika Rosendo de Sena Gandra

Assunto: Protocolo de experimentação adotado em experimento animal.

O Presidente da Comissão de Bioética da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, após analisar o projeto protocolado sob o número 1600/2009, intitulado: "Relação lisina digestível: energia em dietas de suínos criados sob alto e baixo desafio sanitário nas fases de crescimento e terminação: desempenho, retenção de nitrogênio, caracteres e qualidade de carcaça", no qual foram utilizados 102 (cento e dois) suínos, sob responsabilidade do Prof. Dr. Messias Alves da Trindade Neto constatou que o mesmo foi realizado de acordo com os princípios de bioética adotados por esta Comissão e aprovou "ad referendum".

São Paulo, 03 de fevereiro de 2009

Prof. Dr. José Luis Bernardino Merusse
Presidente da Comissão de Bioética
FMVZ/USP

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome: GANDRA, Erika Rosendo de Sena

Título: Relação lisina digestível: energia metabolizável em dietas de suínos dos 24 aos 50 kg criados em condições de segregação sanitária: desempenho, digestibilidade e metabolismo, imunidade (parâmetros sanguíneos)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária

Data: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Assinatura: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Assinatura: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Assinatura: _____

Julgamento: _____

A Deus

Aos meus amados pais Luiz Carlos Fernandes de Sena e Rosmary Rosendo de Sena.

A minha irmã Carla, cunhado João, meus tios, primos e sobrinho Leonardo.

Aos meus avós Elizabete, Pedro, Ana e Antônio.

Ao meu querido esposo Jefferson Rodrigues Gandra e ao meu bebê que está a caminho.

AGRADECIMENTOS

À Universidade de São Paulo (USP), por meio da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia e ao Departamento de Nutrição e Produção Animal pela coordenação e oportunidade de realização do curso.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão do financiamento para execução do projeto.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de auxílio financeiro.

À Pen Ar Lan pelo fornecimento dos animais e aos seus funcionários pelo auxílio na execução do trabalho.

Ao Instituto de Zootecnia (IZ), através do Zootecnista Dr. Fabio E. L. Budiño, pela cessão das instalações e grande apoio e ajuda despendida na realização da pesquisa, bem como a Roseli e Sr. Mauro, funcionários que também me ajudaram nesta etapa.

À Estação de Avaliação de Suínos, pertencente a Agencia de Paulista de Tecnologia e Agronegócio (APTA/SP), pela cessão das instalações e as suas dedicadas funcionárias, Dna Catarina, Dna Fátima, Dna Izabel, Dna. Lourdes, e Vânia, pelos ensinamentos e ajuda de extrema importância para meu crescimento pessoal e profissional.

Ao professor Messias Alves da Trindade Neto pela orientação, amizade, ensinamentos, auxílios e paciência.

Ao meu querido esposo Jefferson Rodrigues Gandra, pelo companheirismo, cumplicidade e por tornar minha vida mais completa; e ao meu bebezinho que está a caminho.

Aos meus pais pelo auxílio em todos os aspectos e por sempre acreditarem em mim e que posso me tornar alguém melhor, principalmente através de estudo e de aperfeiçoamento pessoal.

Aos outros professores do departamento que ajudaram, de alguma forma, na conclusão do meu curso.

A Dani e Paulinha por sempre estarem trabalhando e sofrendo comigo.

Aos meus colegas do VNP Bruna, Carolina, Carolzinha, Cristina, Daniel, Diego, Ester, Felipe, José Ésler, Ju Pin, Ju Ninja, Ju Mega Hair, Larissa, Léo, Marina, Michele, Milton, Octávio, Pascoal, Vinícius e William pelos momentos agradáveis e pelo incentivo.

Aos funcionários da secretária do VNP Alessandra e Zequinha por resolverem meus problemas burocráticos sempre de maneira prestativa; bem como aos funcionários do laboratório de bromatologia Gilson, Simi e Ari pelo auxílio na execução das análises, ensinamentos e dicas.

Às moças da limpeza, por me desejarem bom dia, todos os dias.

À todos, muito obrigada!!!

“A inteligência é o único meio que possuímos para dominar os nossos instintos.”

Sigmund Freud

RESUMO

GANDRA, E. R. S. **Relação lisina digestível: energia metabolizável em dietas de suínos dos 24 aos 50 kg criados em condições de segregação sanitária: desempenho, digestibilidade e metabolismo, imunidade (parâmetros sanguíneos).** [Relationship between digestible lysine and metabolizable energy in gilts diets from 24 at 50 kg in sanitary segregation: performance, digestibility and metabolism, immunity (blood parameters)]. 2009. 74 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2009.

Avaliou-se a relação lisina digestível: energia metabolizável em dietas de machos castrados e fêmeas dos 24 aos 50 kg. O delineamento experimental usado foi blocos ao acaso, com cinco tratamentos, oito repetições, um animal por unidade experimental no ensaio de desempenho e quatro repetições e um animal por unidade experimental no de metabolismo. Nos parâmetros sanguíneos, foi usado delineamento inteiramente casualizado, quatro repetições por sexo e um animal por unidade experimental. Os tratamentos foram 0,80; 0,90; 1,00; 1,10 e 1,20% de lisina digestível. Avaliaram-se as características de desempenho, digestibilidade e metabolismo e os parâmetros sanguíneos. Houve efeito quadrático do nível de lisina digestível no peso dos suínos e na conversão alimentar das fêmeas. O ganho de peso relativo, a eficiência de proteína bruta e a conversão alimentar melhoraram linearmente para machos castrados. Constatou-se efeito quadrático do aminoácido na excreção e retenção do nitrogênio urinário, efeito também observado na energia excretada na urina e energia digestível. No perfil de neutrófilos de machos castrados e na relação neutrófilo x linfócito de ambos os sexos houve resposta quadrática do teor dietético de lisina. Comparado ao grupo controle, constatou-se efeito positivo da segregação sanitária. O máximo desempenho de machos castrados e fêmeas dos 24 aos 50 kg, do genótipo estudado, foi obtido com 1,08% de lisina digestível, no entanto o valor médio corrigido pelo ensaio de digestibilidade e metabolismo sugere 0,910% ou 17,1 g do aminoácido por dia ou 2,72 g/Mcal de EM. Quanto à segregação sanitária, as fêmeas apresentaram maior resistência à exposição de patógenos, caracterizando menor susceptibilidade a esse tipo de estresse.

Palavras-chave: Aminoácido. Digestibilidade. Crescimento. Suíno. Parâmetros sanguíneos.

ABSTRACT

GANDRA, E. R. S. **Relationship between digestible lysine and metabolizable energy in gilts diets from 24 at 50 kg in sanitary segregation: performance, digestibility and metabolism, immunity (blood parameters).** [Relação lisina digestível: energia metabolizável em dietas de suínos dos 24 aos 50 kg criados em condições de segregação sanitária: desempenho, digestibilidade e metabolismo, imunidade (parâmetros sanguíneos)]. 2009. 74 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2009.

It was studied the relationship between digestible lysine and metabolizable energy in barrows and gilts diets 24 at 50 kg body weight. The design used was randomized blocks, five treatments, eight replications, an animal for experimental unit in performance assay and four replications and an animal for experimental unit in metabolism. In blood profile assay were used design completely randomized, four replications for sex and one animal for experimental unit. The treatments were 0.80, 0.90, 1.00, 1.10 and 1.20% of digestible lysine. Performance characteristics, digestibility and metabolism and the blood profile was studied. Quadratic effect of digestible lysine levels was observed in body weight in swine and in feed conversion in gilts. The relative body gain, crude protein efficiency and feed conversion make better linearly for barrows. There was quadratic effect of amino acid in nitrogen excretion and retention, this effect was observed too in urine excreted energy and digestible energy. In barrows neutrophil profile and in neutrophil/lymphocyte ratio for both sexes, were quadratic response by lysine dietary. Compared with control group, there was positive effect of segregation health. The maximum barrows and gilts performance from 24 to 50 kg, by studied genotype, was obtained with 1.08% lysine digestible, but the average value corrected for digestibility and metabolism suggests 0.910% or 17.1 g amino acid per day or 2.72 g/Mcal of ME. About sanitary segregation, gilts showed greater pathogens resistance with less susceptibility to stress.

Keywords: Amino acid. Digestibility. Growth. Swine. Blood parameters.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ganho de peso diário em marrãs dos 24 aos 50 kg, em função dos níveis dietéticos de lisina digestível.....	41
Figura 2 – Conversão alimentar total em marrãs dos 24 aos 50 kg, em função dos níveis dietéticos de lisina digestível	42
Figura 3 – Ganho de peso diário em machos castrados dos 24 aos 50 kg, em função dos níveis dietéticos de lisina digestível.....	47
Figura 4 – Conversão alimentar em machos castrados dos 24 aos 50 kg, em função dos níveis dietéticos de lisina digestível.....	48
Figura 5 – Nitrogênio retido (g) em suínos machos castrados e fêmeas dos 24 aos 50 kg de peso vivo, em função dos níveis dietéticos de lisina digestível.....	54
Figura 6 – Nitrogênio retido (%) em suínos machos castrados e fêmeas dos 24 aos 50 kg de peso vivo, em função dos níveis dietéticos de lisina digestível.....	55
Figura 7 – Nitrogênio retido/absorvido (%) em suínos machos castrados e fêmeas dos 24 aos 50 kg de peso vivo, em função dos níveis dietéticos de lisina digestível.....	56
Figura 8 – Número de Neutrófilos em machos castrados dos 24 aos 50 kg de peso vivo, em função dos níveis dietéticos de lisina digestível.....	60
Figura 9 – Relação de Neutrófilos/Linfócitos médio em suínos machos castrados e fêmeas dos 24 aos 50 kg de peso vivo, em função dos níveis dietéticos de lisina digestível.....	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Temperaturas máximas e mínimas no período da manhã e tarde durante o período experimental, temperatura média e desvio padrão do período total.....	30
Tabela 2 – Composição dos ingredientes e dos tratamentos das dietas experimentais	32
Tabela 3 - Composição químico-bromatológica das dietas calculadas e analisadas.....	33
Tabela 4 – Desempenho de marrãs dos 24 aos 50 kg na fase de crescimento, segundo os níveis nutricionais de lisina digestível	37
Tabela 5 – Efeito do nível de lisina digestível no desempenho de marrãs dos 24 aos 50 kg	38
Tabela 6 – Desempenho de suínos machos castrados dos 24 aos 50 kg na fase de crescimento, segundo os níveis nutricionais de lisina digestível.....	45
Tabela 7 – Efeito do nível de lisina digestível no desempenho de suínos machos castrados dos 24 aos 50 kg	46
Tabela 8 – Desempenho e digestibilidade em suínos machos castrados e fêmeas, dos 24 aos 50 kg na fase de crescimento.....	51
Tabela 9 – Efeito do nível de lisina digestível no ensaio de digestibilidade de suínos machos castrados e fêmeas, dos 24 aos 50 kg	52
Tabela 10 – Leucograma de suínos machos castrados e fêmeas, dos 24 aos 50 kg, segundo o controle e os níveis nutricionais de lisina digestível.....	58
Tabela 11 – Efeito do nível de lisina digestível no leucograma de suínos machos castrados e fêmeas, dos 24 aos 50 kg	59

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1 EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE LISINA NA FASE DE CRESCIMENTO	17
2.2 EFEITO DO GENÓTIPO NA EXIGÊNCIA NUTRICIONAL DE LISINA	21
2.3 EFEITO DO SEXO NA EXIGÊNCIA NUTRICIONAL DE LISINA	23
2.4 SEGREGAÇÃO SANITÁRIA E ESTADO IMUNOLÓGICO – EFEITOS NA EXIGÊNCIA NUTRICIONAL DE LISINA.....	23
2.5 NÍVEIS NUTRICIONAIS DE LISINA DIGESTÍVEL NO DESEMPENHO E NA RETENÇÃO DE NITROGÊNIO	25
3 MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1 ANIMAIS E INSTALAÇÕES	29
3.2 TRATAMENTOS EXPERIMENTAIS.....	32
3.3 DELINEAMENTO E CONTROLE EXPERIMENTAL	34
3.4 CONTROLE DO DESEMPENHO E PERFIL IMUNOLÓGICO.....	34
3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	35
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.1 DESEMPENHO	36
4.2 DIGESTIBILIDADE E METABOLISMO	50
4.3 IMUNIDADE (PARÂMETROS SANGUÍNEOS).....	57
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	63
6 CONCLUSÃO.....	64
REFERÊNCIAS	65

1 INTRODUÇÃO

Ao longo das últimas décadas as exigências nutricionais do suíno têm sido alteradas em função do melhoramento genético. A maior ou menor eficiência desse melhoramento dependerá de fatores específicos os quais determinam as condições da criação. Além dos aspectos associados ao melhoramento genético e à nutrição, a atual criação do “suíno moderno” conta com o importante papel do consumidor que busca alimentos cada vez mais saudáveis.

Em relação ao “suíno moderno”, Fávero e Bellaver (2000) conduziram estudo para verificar a evolução do percentual médio de carne magra nas carcaças de suínos em frigoríficos de Santa Catarina. Na década de 80, a porcentagem de carne magra era de aproximadamente 47%, em 1999, o percentual estava entre 52,5 e 56,6%; na década seguinte, o aumento foi de aproximadamente 15%.

Nas atuais revisões de exigências nutricionais dos suínos devem ser consideradas todas as condições impostas, sejam elas provenientes do melhoramento genético ou do ambiente. Generalizadas como manejo, essas condições estabelecem graus diferenciados do estado de saúde e favorecem ou mascaram a expressão genética máxima dos suínos selecionados para alta produção de carne. Dessa contínua e necessária revisão nutricional, frequentemente estudos apontam para níveis de nutrientes superiores aos propostos nas principais tabelas, provavelmente com pequenas diferenças nas relações de alguns aminoácidos com a Lisina.

As modificações dessas exigências decorrem da seleção genética, anteriormente baseada apenas em critérios produtivos (maiores velocidades de crescimento). Hoje, todavia, na determinação dessas mudanças, enfocam-se critérios relacionados à qualidade da carcaça, quantidade e qualidade de carne. A moderna suinocultura, então, trabalha com animais de linhagens especializadas, selecionadas para maior rendimento de carne na carcaça (DE ABREU et al., 2004; BERTOLO, 2005).

Sabendo-se que a capacidade de deposição proteica ou acúmulo de tecido magro dos suínos em crescimento associa-se às exigências de aminoácidos, torna-se mais evidente a importância da Lisina como primeiro aminoácido limitante na maioria das dietas. Dietas essas, elaboradas para atender às demandas máximas de deposição proteica durante o crescimento do suíno. Outra, e imprescindível consideração acerca da deposição proteica e ou massa muscular, decorrente da eficiência de utilização dos nutrientes dietéticos no processo

de anabolismo proteico e crescimento do suíno, é o correspondente aporte da energia dietética. A energia deve suprir as verdadeiras demandas de manutenção e acúmulo de massa corpórea, uma vez que pode haver modificação em relação à proteína (aminoácidos) da dieta (URYNEK; BURACZEWSKA, 2003).

Em relação à energia, novos estudos devem focar as mesmas especificidades necessárias às exigências dos aminoácidos, nos diferentes estágios de desenvolvimento do suíno, já que na fase de crescimento o ganho de peso corporal pode variar com a deposição de gordura e proteica. Para depositar um grama de proteína seria necessário 1,12 kcal, enquanto para a mesma quantidade de gordura, seriam 7,83 kcal, segundo Ewan (1991). Para que ocorra deposição de gordura, portanto, há maior exigência de energia por unidade de tecido ganho. Com isso, faz-se necessário o conhecimento da interação de aminoácido e energia, bem como a melhor relação entre ambos, sobretudo, quando se adota o conceito de relação ideal dos aminoácidos, considerados essenciais e limitantes, no desenvolvimento do suíno criado sob altas tecnologias e diferentes estados de saúde.

Zangeronimo (2006) observou que a melhora no balanço de aminoácidos na alimentação de suínos, juntamente com a redução da proteína bruta na dieta, possibilitam maior eficiência na utilização desses nutrientes por animais de alta produção. A formulação de rações com níveis proteicos acima da real necessidade do animal faz com que o excesso de aminoácidos seja catabolizado, gerando sobrecarga ao fígado e aos rins, já que esses órgãos são responsáveis por eliminar o nitrogênio em excesso. O problema se torna maior em ambientes com elevadas temperaturas, pois o incremento calórico implica a redução do consumo de alimento pelo animal, resultando em redução da disponibilidade de outros nutrientes indispensáveis à produção (QUINIOU et al., 1996; LE BELLEGO et al., 2002). A outra questão é que as recomendações propostas em tabelas de exigências se baseiam em experimentos com dietas que contêm níveis elevados de proteína bruta, com valores que representam situações médias e podem ser insuficientes ou pouco flexíveis para otimizar o desempenho de animais de diferentes linhagens genéticas (OLIVEIRA, 2006).

Outro complexo fator a se considerar são os componentes do ambiente animal e a resposta do sistema imune, um dos mecanismos que o organismo desenvolve para se defender dos desafios ambientais. A teoria mais comum é que o estresse, nesse caso, entendido como uma reação do animal a estímulos, quer seja de origem física (frio ou calor), social (alteração da hierarquia dentro de grupo de animais pela introdução de novos animais) ou microbiológica (bactérias, vírus e parasitas), estimula a maior síntese e secreção de esteróides e corticosteróides, deprimindo o sistema imune, o que torna o animal mais susceptível a

doenças. Alguns estudos têm mostrado que o sistema imune é estimulado pelo estresse, entretanto outros têm mostrado não haver efeito entre estresse e imunidade (SALAK-JOHNSON, 2007). Há indicações que alterações ambientais, com alto ou baixo desafio, alteram respostas imunes e a exigência nutricional do suíno, como observaram Williams et al. (1997a,b, c).

Por isso, há enfáticas necessidades em revisar e enriquecer informações sobre as exigências nutricionais do suíno o qual se “moderniza” a cada dia, conforme destacaram De Abreu et al. (2004) e Pettigrew et al. (2004).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE LISINA NA FASE DE CRESCIMENTO

Desde a década de 50, é reconhecido que a necessidade nutricional da proteína é a combinação de demandas dos diferentes aminoácidos. Como os animais não podem sintetizar tais compostos, ou pelo menos não na velocidade necessária para cobrir suas necessidades fisiológicas, sugerem-se os conceitos de aminoácido limitante e desequilíbrio de aminoácidos. O aminoácido limitante é aquele cuja ausência na dieta restringe a síntese de proteína, apesar de estarem presentes os outros aminoácidos necessários para que se produza a proteína. O desequilíbrio de aminoácidos refere-se ao excesso de um ou mais aminoácidos, produzindo aumento nas necessidades dos demais. Quando as proporções são respeitadas e não há excessos, os aminoácidos podem ser depositados como proteína, representada pela síntese e acúmulo de carne magra, desenvolvimento fetal e presença de aminoácidos no leite (WHITTEMORE; ELSLEY, 1976; FULLER; WAND, 1990).

A formulação de alimentos balanceados, conforme revisão de Celis & Campabadal (2008), não deve levar em consideração apenas o aporte de nutrientes, mas todos os processos metabólicos associados ao desenvolvimento do animal. Por exemplo, o processo digestivo proporciona nutrientes ao animal, desde a ingestão do alimento, secreção de ácido clorídrico e de enzimas, hidrolisando macromoléculas, absorvendo nutrientes e excreta produtos não utilizados pelo organismo. A combinação dos processos de digestão e absorção coincide com a digestibilidade de nutrientes e relaciona-se com o valor nutritivo dos alimentos. A digestibilidade, portanto, é um dos fatores que podem afetar a exigência de lisina.

A formulação de dietas baseadas nos aminoácidos digestíveis inclui o aumento na predição do desempenho e assegura uniformidade de produtos ao término do ciclo de produção do suíno. Da mesma forma, permite aos pesquisadores e nutricionistas melhor avaliação do custo dos ingredientes.

Mudanças na concentração dietética de lisina devem ser acompanhadas pela proporção dos demais aminoácidos essenciais, pois o balanço ideal com a lisina evitaria possíveis variações nas respostas dos animais. Fontes (1999), em dois ensaios distintos, avaliando as exigências nutricionais de lisina, de leitoas dos 30 aos 60 kg, encontrou

resultados divergentes de outros estudos semelhantes. O autor ressaltou a importância do ajuste dos demais aminoácidos essenciais, conforme a concentração de lisina. Segundo Firman & Boling (1998), se a exigência de lisina variar em função do genótipo ou peso vivo, o padrão dos demais aminoácidos altera-se proporcionalmente, mantendo-se a relação constante com esse aminoácido referência.

O desequilíbrio de aminoácidos pode reduzir o desempenho dos animais e a ingestão desproporcional dos suplementares pode desencadear toxidez, devido aos antagonismos como: arginina e lisina; leucina, isoleucina e valina, conforme revisão de Lewis (1991). No entanto, os suínos são relativamente tolerantes a pequenas variações no balanço das exigências de aminoácidos. Deficiências ou excessos marginais de lisina durante a fase de crescimento não afetam o desempenho ou características de carcaça (CHIBA, 1994).

Os níveis de aminoácidos presentes na maioria das dietas seguem as recomendações propostas por tabelas de exigências que se basearam em experimentos com dietas de elevados níveis de proteína bruta (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1998; ROSTAGNO et al., 2005), fazendo com que a exigência de lisina estivesse acima de alguns resultados apresentados na literatura, na maioria das vezes.

De acordo com o National Research Council (1998), o uso dos aminoácidos nos sítios celulares de síntese proteica é o que determina a exigência desses nutrientes. Em cada fase da vida produtiva do animal, o uso de aminoácidos está relacionado à velocidade com que são absorvidos durante o processo de digestão dos alimentos.

Chiaradia (2008), em revisão, destacou que a absorção de aminoácidos suplementares ocorre de forma mais rápida, quando comparada à absorção de aminoácidos presentes na proteína dos alimentos. A lisina e a treonina industriais são absorvidas e transportadas para a veia porta mais rapidamente, promovendo desequilíbrio nos sítios de síntese proteica.

Aminoácidos na forma de di e tripeptídeos apresentam maiores taxas de absorção, pois seus sítios absorptivos se diferem dos que transportam os aminoácidos livres, podendo prejudicar a absorção intestinal, caso os aminoácidos sejam adicionados em grandes quantidades (WEBB, 1990). A competição pelos sítios de absorção promovida pelos aminoácidos na forma livre pode fazer com que outros aminoácidos essenciais se tornem limitantes, mesmo presentes em quantidades adequadas na dieta (DE LA LLATA et al., 2002). Existe, portanto, relação ideal entre a proteína bruta e níveis de inclusão de aminoácidos na dieta. Oliveira et al (2004) e Zangeronimo (2006) ao avaliarem rações formuladas com base na proteína ideal observaram a relação fixa entre os aminoácidos

essenciais e totais. Segundo os autores, quanto mais próxima à relação entre essas formas de aminoácidos, maior será o uso de nitrogênio e menor será o desperdício nutricional.

Outro ponto importante é o perfil de alguns aminoácidos que pode ser alterado em função da fase de desenvolvimento dos animais. Essa alteração se deve especialmente à diferença existente entre as necessidades dos aminoácidos para manutenção e biossíntese de tecido magro. Metionina e treonina apresentam maiores exigências na manutenção em relação à síntese de proteica, sendo o inverso com a isoleucina, leucina e valina. Assim, com o crescimento, os animais vão aumentando as necessidades de manutenção, refletindo em aumento das exigências de metionina e treonina, em relação à lisina (BETERCHINI, 2006).

Os monogástricos consomem certas quantidades de ração para satisfazer, primariamente, as necessidades energéticas. Na fase de crescimento, essa ingestão de energia é feita, principalmente, para atender as demandas de manutenção e crescimento. Na formulação de rações é desejável que as exigências nutricionais sejam expressas em relação ao conteúdo energético das dietas, especialmente a proteica, considerando o seu perfil de aminoácidos (RESENDE et al, 2006).

Não apenas a questão nutricional em si é importante, mas o aporte de aminoácidos também deve permitir a expressão genética do animal, para que a síntese de tecido magro, promovida pelo consumo de energia, ocorra eficientemente. Assim, a intensidade das respostas no crescimento e na composição corporal (qualidade de carcaça), em termos de energia na ração, são fundamentais para se estabelecer estratégias de alimentação adequadas para cada fase produtiva (RESENDE et al, 2006).

O progresso no melhoramento genético do “suíno moderno” tem resultado no aumento da taxa de deposição proteica exigindo modificações dietéticas na relação proteína e energia. A deposição proteica pelo suíno em crescimento é limitada pela ingestão de energia (BIKKER et al. 1994), quando as formulações são baseadas na relação entre lisina e energia. A quantidade de energia contida na dieta pode ser o fator limitante para a ingestão diária de lisina, uma vez que afeta o consumo voluntário de ração pelos animais (RESENDE et al, 2006). Quando a concentração de energia da dieta é baixa os suínos tendem a aumentar o consumo de alimentos e vice-versa.

Segundo Le Bellego et al (2002), é de se esperar que exista relação ideal entre energia e lisina na dieta, para que haja adequado aproveitamento energético e máxima absorção de aminoácidos pelo trato gastrointestinal. Por isso, a maioria dos estudos tem focado a relação entre níveis de lisina e energia (NAM; AHERNE, 1994; VAN LUNEN; COLE,

1998; SMITH et al. 1999; ROTH et al. 2000), além do que a exigência de lisina tem sido estabelecida sobre a concentração de energia (MARTINEZ; KNABE, 1990).

Como exemplo das discrepâncias observadas na literatura, Ferreira et al (1996) ao revisarem o assunto, concluíram que suínos em crescimento exigem 0,85% de lisina total. O National Research Council (1998) recomenda 0,95% de lisina total para suínos dos 20 aos 50 kg. A recomendação de Rostagno et al. (2005), é 1,10% de lisina digestível para fêmeas suínas dos 30 aos 50 kg. Essa variação pode ser influenciada por diversos fatores, incluindo a fisiologia do animal, nível de consumo (EASTER; BAKER, 1980), diferenças na composição da ração (MARTINEZ; KNABE, 1990), genótipo estudado e formas de criação, como a segregação sanitária.

Componentes não nutricionais podem interagir com a proteína e a energia metabólica, afetando a qualidade da carne produzida (TAYLOR et al., 1992). Nogueira et al. (2001) destacaram a importância do potencial genético, diferenças entre sexos, peso, temperatura ambiente e estresse imunológico como fatores que interferem nas exigências nutricionais.

Suínos com alta taxa de ganho proteico exigem maior consumo de aminoácidos, principalmente lisina, para que possam manifestar seu potencial genético. Levando-se em consideração a variedade de raças e linhagens de suínos, espera-se que a exigência de lisina também varie. Contudo, as tabelas disponíveis não fazem distinção entre genéticas e apresentam valores médios de exigências nutricionais. Segundo Pupa et al. (2001), linhagens com alta capacidade para síntese de tecido magro demandam mais lisina disponível por kcal de energia digestível que linhagens de menor capacidade de deposição de tecido magro. O genótipo não afeta apenas a capacidade de deposição de tecido magro, mas também a eficiência com que ocorre a deposição proteica (NOGUEIRA et al., 2001).

Na produção suinícola, ainda, devem ser considerados três grupos: machos inteiros, fêmeas e machos castrados. Os efeitos de sexo, porém, não estão evidenciados na primeira fase de crescimento, sendo que as principais diferenças desse efeito apresentam-se próximo dos 30 kg de peso vivo e durante a fase de crescimento e terminação. As fêmeas maximizam a deposição de proteína mais cedo que os machos castrados. Machos inteiros apresentam maior taxa de deposição de proteína que as fêmeas, as quais, por sua vez, são superiores aos machos castrados. Logo, os machos inteiros e as fêmeas, normalmente, são mais exigentes que os machos castrados, em consequência da menor capacidade desses últimos incorporarem aminoácidos aos tecidos musculares, em virtude da ausência de hormônios sexuais (NOGUEIRA et al., 2001).

Machos castrados ganham peso mais rápido e apresentam maior consumo que fêmeas, porém essas ganham peso mais eficientemente, apresentando melhor conversão alimentar, menor deposição de gordura e maior porcentagem de músculo na carcaça, logo necessitam de maior concentração de aminoácidos na ração (BELLAYER; VIOLA, 1997).

Suínos que apresentam desenvolvimento deprimido ao término da fase de creche devido, principalmente, a temperaturas elevadas, nutrição inadequada e superlotação de instalações, podem apresentar crescimento elevado durante a fase final. Esse crescimento, todavia, é devido à maior deposição de gordura, em comparação à de carne magra. Assim, a qualidade da carcaça ao abate, bem como a rentabilidade são alteradas. Essa alteração que estabelece maior ou menor eficiência dos nutrientes para a síntese e tecidos na carcaça se deve às novas demandas do sistema imunológico como resultado do desafio sanitário, frente a patógenos ou vacinação.

As mudanças metabólicas envolvem alterações no metabolismo basal, aumentando o uso de energia, com consequente diminuição da taxa de crescimento de tecidos e de síntese de proteína corporal. Em caso extremo, como contribuição para a defesa do organismo, mais proteína corporal pode ser degradada, se houver redução de ingestão de alimentos. O aumento na necessidade de nitrogênio se deve à necessidade do organismo sintetizar proteínas de fase aguda ou outros produtos imunológicos (NOGUEIRA et al., 2001).

2.2 EFEITO DO GENÓTIPO NA EXIGÊNCIA NUTRICIONAL DE LISINA

O genótipo, segundo Lange & Coudenys (1997), pode responder diferentemente à ingestão de energia e à deposição de proteína. Assim, diferentes grupos genéticos devem ser avaliados quanto às demandas nutricionais. Considerável variação na partição dos nutrientes entre os diferentes genótipos pode estabelecer diferentes exigências para deposição lipídica e deposição proteica (URYNEK; BURACZEWSKA, 2003).

Mudança nas exigências de manutenção e no consumo de alimento tem sido observada em diferentes genótipos suínos (LAWRENCE; FOWLER, 1997). Segundo os autores, animais geneticamente melhorados para produção de carne magra são menos eficientes na utilização de nutrientes para a manutenção. Nessa mesma linha de observações, Lange e Coudenys (1997) destacaram que os cinco maiores aspectos na partição de nutrientes

podem ser: o limite acima para a deposição de proteína corporal; a relação entre ingestão de energia e deposição de proteína corporal; as exigências de manutenção; a capacidade de ingestão de alimento; e a relação entre composição química corporal e características físicas corporais. Ressaltaram que potencial interação de tipos de suínos e aspectos de partição de nutrientes devem ser considerados na avaliação dos tipos de suíno; tornando-se fundamental no desenvolvimento de programas alimentares para populações específicas de suínos.

A introdução de diferentes grupos genéticos no mercado, por outro lado, tornou-se preocupação quanto à formulação de rações (STAHLY et al., 1991; AROUCA, 2003). Dados da literatura indicam que as exigências nutricionais não são as mesmas para suínos de diferentes genótipos, mesmo sendo selecionados para deposição de carne magra na carcaça.

Segundo Friesen et al. (1994), a exigência de lisina, em porcentagem da dieta, pode ser explicada pelo baixo consumo diário de ração, característico desses genótipos, bem como por sua elevada capacidade de deposição diária de proteína na carcaça. Moreira et al. (2004), ao determinarem a exigência de lisina total em rações com baixo teor de proteína, para suínos e crescimento e terminação de dois grupos genéticos não verificaram diferenças na exigência.

Gasparotto et al. (2001) ao estudarem dois grupos genéticos de machos castrados constataram que a exigência de lisina total foi 25% maior para o grupo melhorado, comparado ao grupo genético considerado comum. A diferença de exigência coincidiu com o maior desempenho do grupo melhorado.

De acordo com Susenbeth (1995), há necessidade de novas pesquisas que considerem o material genético nos estudos de exigências nutricionais, devido ao contínuo progresso da seleção genética. No mesmo sentido, Van Lunen e Cole (1998) indicam a necessidade periódica da revisão dos níveis de exigências, com ênfase na curva de crescimento e na interdependência das curvas de deposição do nitrogênio e extrato etéreo corporal para suínos a partir da fase de creche até os 150 kg de peso vivo.

2.3 EFEITO DO SEXO NA EXIGÊNCIA NUTRICIONAL DE LISINA

O sexo exerce efeito sobre a taxa de deposição do nitrogênio e, em ordem decrescente, esta eficiência seria: machos inteiros, fêmeas e machos castrados. Essa sequência é bastante considerada em outros países quando da elaboração de dietas e otimização da nutrição de suínos em crescimento e terminação (CROMWELL et al., 1993; BATTERHAM et al., 1994; QUINIOU et al., 1996; WEBB, 2003; DE ABREU, 2004). A eficiência de utilização do nitrogênio depende, todavia, do conjunto de aminoácidos e das alterações decorrentes da deficiência de lisina, resultantes no catabolismo de outros aminoácidos (SALTER et al. 1990).

De acordo com Ekstrom (1991), machos castrados consomem mais alimentos e têm maior ganho em peso, quando comparados às fêmeas. Em compensação, as fêmeas ingerem menos alimentos e são mais eficientes na deposição de carne na carcaça (comparadas a machos castrados), embora suas exigências em aminoácidos possam ser maiores. Segundo Susenbeth (1995), além dos fatores limitantes no uso de lisina pelo suíno, haveria poucas informações para efeito de sexo.

Trindade Neto et al. (2005) ao avaliarem níveis de energia metabolizável e de lisina digestível para suínos de linhagem específica, na fase de crescimento, criados em condições de isolamento sanitário, verificaram que as marrãs apresentaram maior eficiência no uso dos nutrientes para as necessidades de desempenho, em comparação aos machos castrados. Já Williams et al. (1984) concluíram que machos inteiros exigiram 0,15 a 0,25% mais lisina dietética que suínos machos castrados de peso semelhante, quanto à eficiência alimentar e retenção de nitrogênio.

As divergências entre as exigências nutricionais, apresentadas pelos diferentes sexos, existem e ocorrem devido à disparidade entre as taxas de crescimento, eficiência alimentar e necessidades nutricionais entre os diferentes sexos (HILL et al., 2007).

2.4 SEGREGAÇÃO SANITÁRIA E ESTADO IMUNOLÓGICO – EFEITOS NA EXIGÊNCIA NUTRICIONAL DE LISINA

Sob alto desafio sanitário, suínos expostos a antígenos patogênicos ou não,

podem demandar produção de anticorpos e liberação de substâncias ativadoras do sistema imunológico. A citocina, uma das substâncias liberadas nessas condições, causa alterações no metabolismo da proteína muscular e tem ação inibitória de hormônios anabólicos, com efeitos negativos no processo de síntese proteica e acúmulo de massa muscular esquelética do suíno durante o crescimento (WILLIAMS et al., 1997a,b).

Williams et al. (1997a) observaram que leitões entre 6 e 27 kg de peso vivo apresentaram maiores teores de proteína e água, e menor extrato etéreo na composição corporal, comparados àqueles com títulos para anticorpos de quatro dos principais agentes infecciosos encontrados em criações confinadas. Ainda, suíno livre dos principais patógenos pode apresentar maior eficiência na taxa diária de deposição proteica (WILLIAMS et al., 1997a,b), porém, em condições adversas, pode perder até 40% em eficiência de ganho muscular, com perda de até 20% no rendimento de carcaça (TRINDADE NETO et al., 2008).

Ainda não está bem estabelecido que inflamação e ativação do sistema imune são associados a mudanças metabólicas e alterações na utilização de nutrientes. Sabe-se que nem sempre há sinais clínicos de doenças, quando os animais estão expostos aos antígenos presentes no ambiente. Pode haver, entretanto, indícios de redução do apetite e do crescimento, quando esses animais são comparados a animais livres de agentes patogênicos. Essa observação sugere modificação no metabolismo de nitrogênio e aminoácidos, quando os aminoácidos são redistribuídos nos processos do crescimento, de produção de leite, produção de tecidos e de células envolvidas nas respostas inflamatórias e imunes (LE FLOCH, 2004).

Os aminoácidos provenientes da dieta ou do catabolismo da proteína muscular são usados pelo fígado para gliconeogênese e síntese de proteína na fase aguda. As células imunológicas utilizam esse produto metabólico para síntese de imunoglobulinas, para sustentar a produção de novas células e, finalmente, para síntese de outros componentes utilizados pelo organismo para sua defesa. Portanto, as mudanças no metabolismo aminoacídico, induzido pelas respostas imunológica e inflamatória podem gerar exigências específicas (LE FLOCH, 2004).

A comparação entre a fração branca dos parâmetros sanguíneos (leucócitos) sem e com segregação sanitária dá idéia da exposição dos animais a patógenos. Por conseguinte, sugere-se maior ou menor ativação do sistema imune, quando maiores proporções de leucócitos implicam a ativação do sistema imune e inflamação.

Os leucócitos (as unidades móveis do sistema de proteção do organismo), após sua formação, são transportados pelo sangue, chegando a diferentes partes do corpo, onde serão utilizados, nas áreas de inflamação e infecção grave. Fornecem defesa rápida e potente

contra qualquer agente infeccioso que possa estar presente (GUYTON; HALL, 1997 e TIZARD, 2002).

No sangue, encontram-se seis tipos de glóbulos brancos; os neutrófilos, os eosinófilos, os basófilos, os monócitos e os linfócitos. Essencialmente, os neutrófilos e os macrófagos atacam e destroem os agentes invasores. Os neutrófilos, células maduras, são capazes de combater agentes infecciosos presentes no sangue. Os monócitos presentes no sangue, quando ativados, transformam-se nos macrófagos que, junto aos neutrófilos, desempenham, sobretudo, a fagocitose (GUYTON; HALL, 1997 e TIZARD, 2002).

Os eosinófilos são fagócitos fracos, mas possuem importante papel no combate e detecção de parasitas, além de se acumularem nos tecidos onde ocorreram reações alérgicas. Por último, os linfócitos tipos T e B, que fazem parte da imunidade adquirida, promovem a imunidade celular e a imunidade humoral.

Por conseguinte, nos mecanismos de defesa do organismo animal, a relação entre neutrófilos e linfócitos indica se está ocorrendo ativação do sistema imune inato (maior proporção de neutrófilos) ou adquirido (maior proporção de linfócitos).

2.5 NÍVEIS NUTRICIONAIS DE LISINA DIGESTÍVEL NO DESEMPENHO E NA RETENÇÃO DE NITROGÊNIO

As variações na síntese protéica, quando se determinam exigências de aminoácidos, ocorridas em função do peso corporal, têm relação com o uso da energia. Essa é uma importante consideração no sucesso dos programas de alimentação multifásica e nas metas para diminuir a excreção de nitrogênio (DOURMAD et al., 1996). Os suínos excretam a maior parte do nitrogênio do metabolismo dos aminoácidos na forma de uréia e isso se dá numa taxa basal de eliminação. Duas situações influenciam esse processo: o primeiro refere-se ao catabolismo dos aminoácidos e peptídeos durante o processo de gliconeogênese (metabolismo do jejum) para garantir a manutenção da glicemia normal. O segundo ocorre quando há excesso na ingestão de proteína, havendo necessidade de eliminação de todo o aminoácido que excede às necessidades de manutenção e produção (BETERCHINI, 2006).

O excesso de aminoácido não pode ser armazenado pelo organismo, portanto o excedente é catabolizado, processo que envolve a remoção e excreção do grupo amino e o uso

do esqueleto de carbono na gliconeogênese, lipogênese ou, ainda, oxidação até gás carbônico e água. O National Research Council (1998) relata que, em condições normais, apenas 35 a 45% do nitrogênio é retido pelos suínos, sendo o restante excretado; Figueroa et al. (2002), observaram que 45 a 60% do nitrogênio consumido pelos suínos, alimentados com rações convencionais, são retidos, o restante é eliminado nas fezes e urina.

Williams et al. (1984), em experimentos com machos castrados e machos inteiros, observaram efeito dos níveis de lisina na qualidade da carcaça e nos parâmetros de desempenho (taxa de crescimento e alimentação) nos machos inteiros, dos 27 aos 64 kg. O mesmo não ocorreu nos machos castrados (exceto para o parâmetro área de olho de lombo). Concluíram que a eficiência de ganho e características de carcaça tendem a ser máximas em machos inteiros, quando alimentados com aproximadamente 0,86% de lisina dos 25 aos 55 kg e que esses animais exigem 0,15 a 0,25% mais lisina dietética que suínos machos castrados de peso semelhante. Bikker et al. (1994) ao estudarem animais de alto potencial genético para ganho de massa magra, entre 20 e 45 kg de peso corporal, constataram que a relação entre a deposição de lipídio e de proteína diminuiu com o aumento da ingestão de lisina, havendo menor deposição lipídica na carcaça. As exigências de lisina foram 2,38 g de lisina digestível / Mcal de energia digestível para ganho de peso médio diário e para conversão alimentar e 2,59 g de lisina digestível / Mcal de energia digestível para deposição de proteína. Efeito semelhante foi notado por Friesen et al. (1996), que constataram maior ganho de peso, ganho proteico e diminuição da deposição lipídica na carcaça, com aumento dos níveis de lisina. Concluíram que, durante as fases de maior crescimento, o ganho lipídico é mínimo, quando o suíno maximiza o ganho proteico e a lisina destina-se, preferencialmente, à síntese da proteína muscular esquelética.

Moretto et al. (2000), em estudo com animais da raça Landrace, não verificaram diferenças no consumo de ração médio diário das fêmeas, mas o ganho de peso médio diário, consumo de lisina médio diário e taxa de deposição de proteína na carcaça aumentaram com o nível de lisina da ração. Constataram efeito dos níveis de lisina sobre ganho de peso médio diário, consumo de lisina médio diário e taxa de deposição de proteína na carcaça em machos inteiros. Os melhores resultados de ganho de peso foram observados no nível de 1,08% de lisina para fêmeas e machos inteiros.

Fontes et al. (2000), em experimento com leitoas mestiças de 30 a 60 kg selecionadas para deposição de carne magra na carcaça, concluíram que o máximo ganho de peso foi obtido com o nível de lisina de 1,10% (0,329%/Mcal de ED), e consumo de 22 g/dia do aminoácido.

Gasparotto et al. (2001) trabalharam com dois grupos genéticos de machos castrados e observaram que a exigência de lisina total para o grupo genético melhorado (24 a 45 kg de peso vivo) foi 1,00%, enquanto para o grupo genético comum (20 a 50 kg de peso vivo) foi 0,75%. Moreira et al. (2004), em estudo semelhante, também estudaram dois grupos genéticos e sugeriram 0,75% de lisina total para ambos os grupos genéticos, durante a fase de crescimento. A divergência dos resultados, possivelmente, deveu-se aos grupos genéticos (linhagens dentro dos grupos) usados pelos autores.

Trindade Neto et al. (2005) em avaliação de níveis de energia metabolizável e de lisina digestível para suínos de linhagem específica, na fase de crescimento, criados em condições de isolamento sanitário, averiguaram que os machos castrados apresentaram respostas diferenciadas aos níveis crescentes de lisina dietética, com aumento linear no ganho em peso e respostas quadráticas na conversão alimentar. No mesmo estudo, constataram que mães apresentaram redução linear na conversão alimentar em resposta à elevação da concentração de lisina na dieta, mostrando-se mais eficiente quanto ao uso dos nutrientes para o desempenho, em comparação aos machos castrados.

De Abreu et al. (2007), em estudo com suínos machos castrados de peso inicial de 30 kg, selecionados para deposição de carne magra, verificaram resposta linear favorável à conversão alimentar, à medida que aumentou a concentração de lisina digestível na ração. O aumento de lisina digestível também coincidiu com o acréscimo linear da deposição de proteína na carcaça. O nível de 1,10% de lisina digestível proporcionou os melhores resultados de desempenho e características de carcaça de suínos machos castrados de alto potencial genético dos 30 aos 60 kg.

Conforme literatura, verifica-se discrepância entre os dados de exigência de lisina, bem como diferenças nos efeitos sobre os caracteres de desempenho e metabolismo.

Além das perspectivas no aumento da produtividade, as diretrizes nas ações do melhoramento genético e da nutrição voltam-se para as exigências do mercado consumidor, elo final da cadeia produtiva. Diversos autores têm sugerido que as demandas nutricionais e ou formulações de dietas, periodicamente, deverão ser revistas, evitando-se níveis acima ou abaixo dos exigidos. Déficits ou excessos produzem respostas econômicas (custo de produção) e ambientais (poluentes) negativas.

A recomendação de exigências nutricionais provém de experimentos em diferentes condições, do desmame ao abate. Ainda assim, consideram-se necessárias as informações sobre exigências nutricionais nas fases de desenvolvimento do suíno, sobretudo, em condições de altas variações climáticas, conforme ocorre no Brasil. Nas referências dos

últimos 20 anos foram diversas recomendações para otimizar o desempenho e produção de carne dos suínos, principalmente em função do aumento no potencial genético dos atuais animais (AULDIST et al., 1997). O maior interesse nos estudos, com base na utilização dos nutrientes, portanto, é caracterizar as relações entre nutrição aminoacídica e energética, levando em conta características intrínsecas a cada tipo de suíno, de acordo com o tipo de produção (CROMWELL et al., 1993; FRIESEN et al., 1995; QUINIOU et al., 1996).

Em favor da produtividade e retorno financeiro ao suinocultor brasileiro, outro importante aspecto a ser destacado é a necessidade de incutir na suinocultura comercial o conceito da nutrição específica. Há diferenças no desempenho entre os materiais genéticos existentes, bem como nas diferentes condições da criação, no que se refere ao conceito amplo de manejo (ZANGERONIMO, 2006).

Com base nos fundamentos apresentados quanto à ativação do sistema imune e nos estudos de Williams et al. (1997a,b,c) e Le Floch (2004), as condições higiênicas do ambiente de criação podem influenciar o estado imunológico do suíno, interferindo na deposição proteica durante o crescimento. Sugere-se, portanto, que as exigências nutricionais, previamente definidas sob diferentes sistemas de manejo, podem não corresponder à realidade praticada na suinocultura brasileira, havendo necessidade de revisar as exigências para aminoácidos e energia, levando-se em conta o genótipo e a forma de criação do suíno.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ANIMAIS E INSTALAÇÕES

A) Desempenho

O ensaio experimental foi realizado no Laboratório de Avaliação de Suínos da APTA-SAA-SP, Piracicaba, entre 17 de dezembro de 2007 e 18 de janeiro de 2008. Foram usados 40 marrãs e 40 machos castrados, produto do cruzamento comercial do macho P76 e da fêmea Nãima (Pen Ar Lan) com peso inicial, respectivamente, de $24,60 \pm 0,08$ kg e $24,81 \pm 0,20$.

Os animais foram instalados em baias de estrutura metálica com 1,00 x 2,00 metros, comedouros para abastecimento manual e bebedouros do tipo chupeta, em galpão experimental de alvenaria, com pé-direito de 3,40 metros, dispondo nas laterais janelas tipo basculante para auxiliar no controle da ventilação.

O período experimental foi de 32 dias, com dois controles, um após 16 dias do início do experimento e outro no final, aos 32 dias de experimento, para coletas de dados de desempenho e consumo. As variáveis Eficiência de Proteína Bruta e Ganho de Peso Relativo (%) foram obtidas a partir das fórmulas:

Eficiência de Proteína Bruta:

Ganho de Peso Médio Diário (g)

(Proteína Bruta da Ração (%) x Consumo de Ração Médio Diário (g)) / 100

Ganho de Peso Relativo (%): $\frac{\text{Ganho de peso no período (kg)}}{\text{Peso Inicial (kg)}} \times 100$

Ao longo do estudo foram tomadas temperaturas diárias (máxima e mínima) usando termômetros instalados (um em cada ala) na altura do piso das baias (Tabela 01).

Tabela 1 - Temperaturas máximas e mínimas no período da manhã e tarde durante o período experimental, temperatura media e desvio padrão do período total

Data	MANHÃ		TARDE	
	Máx. (°C)	Mín. (°C)	Máx. (°C)	Mín. (°C)
22/12/2007	27	21	28	22
23/12/2007	29	23	28	23
24/12/2007	29	25	29	24
25/12/2007	28	24	28	26
26/12/2007	29	23	29	23
27/12/2007	29	25	31	26
28/12/2007	31	26	32	29
29/12/2007	33	23	31	25
30/12/2007	33	24	32	26
31/12/2007	33	26	35	28
01/01/2008	36	28	31	27
02/01/2008	31	26	27	26
03/01/2008	28	25	28	25
04/01/2008	29	23	27	25
05/01/2008	29	24	27	25
06/01/2008	26	24	27	24
07/01/2008	27	24	28	24
08/01/2008	29	24	28	25
09/01/2008	30	25	30	24
10/01/2008	31	25	31	24
11/01/2008	31	25	30	24
12/01/2008	30	25	31	25
13/01/2008	29	24	28	25
14/01/2008	27	24	27	23
15/01/2008	27	24	29	25
16/01/2008	28	24	29	24
17/01/2008	29	23	28	23
18/01/2008	28	25	28	26
19/01/2008	27	23	27	24
20/01/2008	28	22	30	25
21/01/2008	26	22	28	23
22/01/2008	25	22	24	20
23/01/2008	24	21	25	21
MÉDIA	28.97	24.00	28.82	24.52
DP	2.49	1.50	2.17	1.80

Na primeira semana de avaliação, os animais receberam ração medicada com Tiamulina na concentração de 225 g/tonelada de ração e Mebendazole na concentração de 450 g/tonelada de ração, durante os primeiros 10 dias após chegada às instalações.

B) Metabolismo

O ensaio experimental foi realizado na unidade de suínos do Instituto de Zootecnia em Nova Odessa, pertencente à APTA-SAA-SP, entre 2 de janeiro de 2008 e 17 de janeiro de 2008. Foram utilizados 20 animais, sendo 10 marrãs e 10 machos castrados, produto do cruzamento comercial do macho P76 e da fêmea Năima (Pen Ar Lan) com peso inicial de $38,545 \pm 0,464$ kg.

Os animais foram instalados na unidade de estudos de digestibilidade e metabolismo, em gaiolas metabólicas de estrutura metálica, numa unidade em alvenaria, com dimensões de 20 x 6m, pé-direito de 3m, fechado por todos os lados, laterais com janelas tipo “vitreaux”, forrado com isopor para isolamento térmico. A unidade foi equipada com três unidades condicionadoras de ar, do tipo “Split System”, modelo RAS 402CS + RAS 403AC, com condensação de ar e capacidade de 4,0 TR.

O ensaio experimental transcorreu em 10 dias, sendo 5 para adaptação dos animais às dietas, quando foram medicados, e 5 para coleta de fezes e urina. Nessa fase, cada animal recebeu a mesma quantidade diária de dieta, na base da matéria seca, por unidade de tamanho metabólico (peso vivo $\text{kg}^{0,75}$) e as demais medidas de manejo, coleta de fezes e urina ocorreram segundo metodologia descrita por Barbosa et al (1999). As variáveis Ganho de Peso/Unidade de Peso Metabólico (kg), Conversão Alimentar na Matéria Seca Ingerida e Conversão Alimentar/Dia/Unidade de Peso Metabólico foram obtidas a partir das fórmulas:

Ganho de Peso/Unidade de Peso Metabólico (kg):

$$\text{Peso Final (kg)} - \text{Peso Inicial (kg)}$$

$$\text{Peso Metabólico (kg}^{0,75}\text{)}$$

Conversão Alimentar na Matéria Seca Ingerida:

$$\text{Matéria Seca Ingerida (g)}$$

$$(\text{Peso Final (kg)} - \text{Peso Inicial (kg)}) / 1000$$

Conversão Alimentar/Dia/Unidade de Peso Metabólico:

$$\left[\frac{\text{Matéria Seca Ingerida (g)} / 1000}{\text{Ganho de Peso/Unidade de Peso Metabólico (kg)}} \right] / \text{Dias}$$

3.2 TRATAMENTOS EXPERIMENTAIS

As dietas experimentais foram à base de milho moído, farelo de soja, minerais, vitaminas e óleo de soja (Tabela 02). Quando necessário foram suplementados os aminoácidos limitantes para atender a relações descritas por Rostagno et al. (2005).

As dietas foram formuladas como isoproteicas e isoenergéticas com 17% de PB e 3300 kcal de EM. Os níveis de lisina digestível foram: 0,80; 0,90; 1,00; 1,10 e 1,20% (Tabela 03).

Os níveis digestíveis dos aminoácidos, no milho e farelo de soja analisados, foram estimados aplicando-se os coeficientes de digestibilidade propostos por Rostagno et al. (2005) aos valores totais obtidos.

Tabela 2 - Composição dos ingredientes e dos tratamentos das dietas experimentais

Ingredientes (%)	Lisina digestível - %				
	0,800	0,900	1,00	1,10	1,20
Milho moído	72,27	72,56	72,982	73,485	74,043
Farelo de soja	23,88	23,367	22,64	21,873	21,114
Sal Comum	0,40	0,40	0,400	0,401	0,40
Calcário	0,65	0,65	0,65	0,647	0,646
Fosfato bicálcico	1,345	1,35	1,35	1,361	1,37
Óleo de soja	1,00	1,000	1,000	0,938	0,825
Suplemento Vitamínico e Mineral¹	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
L-Lisina HCl	0,005	0,147	0,295	0,445	0,590
L-Treonina	0	0,039	0,115	0,192	0,266
DL-Metionina	0	0,037	0,106	0,174	0,240
L-Triptofano	0	0	0,012	0,034	0,056
Total	100	100	100	100	100

¹ Composição por kg de suplemento vitamínico e mineral : 25 g Fe; 5 g Cu; 33,33 g Mn; 66,67 g Zn; 66,67 mg Co; 566,67 mg I; 168 mg Se; 2700 UI Vit. A; 840 UI Vit. D₃; 4,2 g Vit. E; 960 mg Vit. K; 480 mg Tiamina B₁; 2,16 g Riboflavina B₂; 900 mg Piridoxina B₆; 14400 mcg Vit. B₁₂; 9,6 g Niacina B₃; 4,8 g Ac. Pantotênico; 420 mg de Ac. Fólico; 45 mg Biotina.

Na composição das dietas, foram estabelecidas relações mínimas entre os aminoácidos, conforme Rostagno et al. (2005). Os aminoácidos limitantes foram adicionados às dietas para suprir tais relações.

Tabela 3 - Composição químico-bromatológica das dietas calculadas e analisadas

Nutrientes (%)	Lisina digestível - %				
	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20
Níveis calculados					
Energia metabolizável (kcal/kg)	3388	3392	3397	3400	3400
Proteína bruta (%)	16,70	16,70	16,70	16,70	16,70
Fibra bruta (%)	3,18	3,15	3,11	3,07	3,03
Cálcio (%)	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Fósforo disponível (%)	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Sódio (%)	0,183	0,183	0,183	0,183	0,183
Metionina+Cistina digestível (%)	0,509	0,540	0,600	0,660	0,718
Treonina digestível (%)	0,554	0,585	0,650	0,715	0,777
Triptofano digestível (%)	0,175	0,172	0,180	0,198	0,215
Valina digestível (%)	0,708	0,699	0,686	0,673	0,660
Leucina digestível (%)	1,586	1,570	1,547	1,525	1,502
Isoleucina digestível (%)	0,712	0,701	0,687	0,672	0,658
Histidina digestível (%)	0,467	0,461	0,453	0,445	0,436
Fenilalanina digestível (%)	0,843	0,832	0,817	0,800	0,785
Níveis analisados					
Energia metabolizável¹ (kcal/kg)	3886	3880	3869	3882	3819
Proteína bruta (%)	16,034	15,547	16,661	16,339	14,912
Cálcio (%)	0,592	0,635	0,626	0,705	0,679
Fósforo total (%)	0,539	0,566	0,548	0,574	0,566
Lisina digestível (%)¹	0,701	0,829	0,851	0,931	1,058
Metionina+Cistina digestível (%)¹	0,511	0,518	0,587	0,622	0,662
Treonina digestível (%)¹	0,548	0,581	0,613	0,643	0,682
Triptofano digestível (%)¹	-	-	-	-	-
Valina digestível (%)¹	0,638	0,657	0,622	0,583	0,587
Leucina digestível (%)¹	1,259	1,285	1,243	1,197	1,163
Isoleucina digestível (%)¹	0,561	0,581	0,556	0,533	0,512
Histidina digestível (%)¹	0,395	0,385	0,377	0,352	0,354
Fenilalanina digestível (%)¹	0,700	0,730	0,706	0,680	0,679

¹ Valor estimado médio de cada tratamento, obtido no ensaio de digestibilidade.

² Valor estimado com base na média dos tratamentos, obtido em estudo de digestibilidade, usando a mesma dieta, simultaneamente oferecida na avaliação de desempenho. O coeficiente de digestibilidade foi de 88,51±0,51%.

No ensaio de metabolismo, foram considerados os mesmo tratamentos e mesmas dietas preparadas para o ensaio de desempenho.

3.3 DELINEAMENTO E CONTROLE EXPERIMENTAL

Os níveis de lisina estudados, para cada sexo, foram aplicados em delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco tratamentos, oito repetições e um animal por unidade experimental (baia).

Na determinação do balanço de nitrogênio foram considerados os mesmos níveis de lisina digestível utilizados no ensaio de desempenho, totalizando 5 tratamentos. Uma vez que não houve diferenças entre machos castrados e fêmeas para as variáveis estudadas ($P>0,05$), foram considerados quatro repetições por tratamento. A unidade experimental foi constituída por um animal, totalizando os 20 suínos (10 machos castrados e 10 fêmeas).

3.4 CONTROLE DO DESEMPENHO E PERFIL IMUNOLÓGICO

As pesagens para controle do desempenho foram realizadas no início e ao final do intervalo estabelecido no estudo, período em que também foram efetuadas as coletas de sangue para determinação do perfil hematológico.

As amostragens de sangue ocorreram em 10 animais (5 de cada sexo) ao início do estudo, para obtenção de dados comparativos. Ao final do período experimental foram coletadas 4 amostras (4 animais) de cada tratamento e cada sexo (4 animais. x 5 tratamentos. x 2 sexos), portanto, 20 machos castrados e 20 fêmeas.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente ao acaso, com 4 repetições, em esquema fatorial 5 x 2, respectivamente, níveis de lisina (controle, 0,80 , 0,90 , 1,00 , 1,10 e 1,20 %) e sexo.

3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

As características determinadas no desempenho e metabolismo foram submetidas à análise de regressão por polinômios ortogonais, por intermédio do SANEST (1984), conforme modelo: $Y_{ij} = \mu + A_i + B_j + e_{ij}$, sendo:

Y_{ij} : constante associada a todas observações;

μ : média geral da variável;

A_i : efeito do nível de lisina i , sendo $i = 1, 2, \dots$ e 5 ;

B_j : efeito do bloco j , sendo $j = 1, 2, \dots$ e 8 ;

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

Em relação ao perfil imunológico, resultados obtidos para cada nível de lisina foram comparados ao controle, sendo utilizado o teste de Dunnet a 5%, por intermédio do SANEST (1984), conforme modelo: $Y_{ij} = \mu + A_i + B_j + e_{ij}$, sendo:

Y_{ij} : constante associada a todas observações;

μ : média geral da variável;

A_i : efeito do nível de lisina i , sendo $i = 1, 2, \dots$ e 5 ;

B_j : efeito do sexo j , sendo $j = 1$ ou 2 ;

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

Para a análise da variância, os dados de leucócitos foram transformados em $\log(x)$, eosinófilos em $\log(x+1)$ e monócitos em $\sqrt{x}$ (ZONTA et al., 1984).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 DESEMPENHO

A) Marrãs

Os resultados de desempenho estão apresentados na Tabela 04 e as equações de regressão correspondentes à variação das concentrações de lisina digestível na Tabela 05. Observou-se efeito quadrático ($P = 0,10$) do nível dietético de lisina nas variáveis: peso final, ganho de peso, ganho de peso médio diário, quando os suínos se encontravam na fase 2 do experimento. Quando foi considerado o período total de avaliação, constatou-se efeito no peso diário, ganho de peso relativo e conversão alimentar. Ao considerar as respostas dos tratamentos nessas variáveis, a concentração de $1,08 \pm 0,014\%$ de lisina digestível, foi estimada como ótima para as demandas do crescimento das marrãs, dos 24 aos 50 kg..

Fontes et al. (2000), ao trabalharem com leitoas mestiças com peso inicial de $30,1 \pm 1,25$ kg e com níveis de lisina digestível variando de 1,00 a 1,30 % na dieta, concluíram que o potencial genético máximo para ganho de peso foi obtido com 1,10% de lisina digestível. Os resultados deste estudo se assemelham à observação de Fontes et al. (2000), conforme (Figura 01). Friesen et al. (1994) observaram efeito quadrático da variação dietética de lisina sobre o ganho de peso em leitoas dos 34 aos 72 kg, selecionadas para deposição de carne magra na carcaça. Efeito semelhante foi observado por Martinez & Knabe (1990), Batterham et al. (1990), Bikker et al. (1994) e James et al. (2002) com leitoas variando de 21 a 72 kg de peso vivo, quando aumentaram até 1,04%, 1,10%, 1,10% e 1,30% o teor de lisina digestível nas dietas, respectivamente.

A variação de resultados observada entre os trabalhos pode estar relacionada a diferenças de genótipo, idade, ambiente, nível imunológico, sistema de alimentação, concentração de energia, perfil aminoacídico das rações experimentais.

O efeito ($P = 0,10$) quadrático dos níveis de lisina na conversão alimentar no período total deste estudo (Figura 02), quando foi observado melhora até o nível 1,10% de lisina digestível, discorda dos resultados observados por Fontes et al. (2000) e Trindade Neto et al. (2005), que encontraram efeito linear dos tratamentos na redução da conversão alimentar

até as concentrações formuladas de 1,30 e 1,23% do aminoácido digestível, respectivamente. Por outro lado, Martinez & Knabe (1990), Bikker et al. (1994), James et al. (2002), De la Llata et al. (2002), Fontes et al. (2005) e Rossoni (2007) verificaram efeito quadrático do nível de lisina digestível na conversão alimentar para leitoas em fase de crescimento.

Concentrações inferiores de exigência de lisina, em relação à conversão alimentar de leitoas em mesma fase de desenvolvimento foram observados por Donzele et al. (1994), Kill et al. (2003) e Fontes et al. (2005), quando sugeriram 0,80; 0,98 e 1,05% de lisina digestível, respectivamente. Do mesmo modo, o National Research Council (1998) recomenda para suínos em fase de crescimento 0,83% de lisina digestível, valor esse, abaixo dos resultados observados no presente estudo.

A melhora verificada na conversão alimentar entre os níveis de 1,10 a 1,20% de lisina digestível sugere aumento na deposição de proteína em relação à gordura, uma vez que a fase de crescimento do suíno até os 60 kg, aproximadamente, coincide com a maior eficiência da deposição proteica e, ou, acúmulo de massa muscular na carcaça (TRINDADE NETO et al., 2005).

Tabela 4 - Desempenho de marrãs dos 24 aos 50 kg na fase de crescimento, segundo os níveis nutricionais de lisina digestível (%)

(Continua)								
Variáveis	Lisina digestível %					CV %	Valor de P	
	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2		Linear	Quadrático
Fase 1 – Dos 24 kg aos 36 kg								
Peso Inicial (kg)	24,575	24,712	24,450	24,625	24,612	nd	nd	nd
Peso Final (kg)	36,550	37,425	37,362	38,462	37,637	4,35	0,08	0,30
Ganho de Peso (kg)	11,975	12,775	12,912	13,837	13,025	12,81	0,09	0,27
Ganho de Peso por Dia (kg)	0,748	0,798	0,807	0,865	0,814	12,81	0,09	0,27
Ganho de Peso Relativo (%)	48,85	51,92	52,88	56,27	52,83	12,99	0,11	0,25
Consumo de Ração (kg)	24,791	25,775	25,389	25,859	24,817	10,03	ns	ns
Consumo de Ração por Dia (kg)	1,549	1,610	1,587	1,616	1,551	10,03	ns	ns
Conversão Alimentar	1,920	2,030	1,950	1,960	1,990	6,90	ns	ns
Consumo de Proteína Bruta (kg)	0,283	0,273	0,314	0,219	0,284	9,96	ns	ns
Eficiência de Proteína Bruta	2,880	2,710	2,790	2,770	2,780	8,26	ns	ns

Tabela 4 - Desempenho de marrãs dos 24 aos 50 kg na fase de crescimento, segundo os níveis nutricionais de lisina digestível (%)

(Conclusão)

Variáveis	Lisina digestível %					CV %	Valor de P	
	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2		Linear	Quadrático
Fase 2 – Dos 36 aos 50 kg								
Peso Inicial (kg)	36,550	37,425	37,362	38,462	37,637	4,35	0,08	0,30
Peso Final (kg)	49,157	51,725	51,962	54,125	52,087	6,19	0,03	0,10
Ganho de Peso (kg)	13,337	14,300	14,600	15,662	14,450	11,28	0,05	0,10
Ganho de Peso por Dia (kg)	0,909	0,990	0,997	1,008	0,983	8,30	0,07	0,06
Ganho de Peso Relativo (%)	36,53	38,19	39,24	40,75	38,46	10,63	ns	ns
Consumo de Ração (kg)	31,082	33,439	31,955	34,370	32,996	9,96	ns	ns
Consumo de Ração por Dia (kg)	1,943	2,090	1,997	2,148	2,062	9,96	ns	ns
Conversão Alimentar	2,330	2,380	2,200	2,190	2,300	11,07	ns	ns
Consumo de Proteína Bruta (kg)	0,372	0,358	0,389	0,359	0,391	10,58	ns	ns
Eficiência de Proteína Bruta	2,490	2,460	2,390	2,470	2,310	10,90	ns	ns
Período Total: Dos 24 aos 50 kg								
Ganho de Peso por Dia (kg)	0,791	0,846	0,860	0,922	0,859	9,76	0,03	0,09
Ganho de Peso Relativo (%)	103,24	110,21	112,66	119,92	111,61	9,81	0,03	0,08
Consumo de Ração por Dia (kg)	1,7 46	1,850	1,792	1,882	1,807	9,27	ns	ns
Conversão Alimentar	2,210	2,200	2,090	2,040	2,110	5,96	0,01	0,10
Consumo de Proteína Bruta (kg)	0,327	0,316	0,352	0,325	0,337	9,80	ns	ns
Eficiência de Proteína Bruta	2,650	2,560	2,570	2,610	2,510	7,49	ns	ns

Tabela 5 - Efeito do nível de lisina digestível no desempenho de marrãs dos 24 aos 50 kg

Variável	Equação de regressão	Lisina dig Estimado (%)	Valor de P	R ²
Fase 2 – Dos 36 aos 50 kg				
Peso Final (kg)	$Y = 4,382487 + 90,0143097X - 41,60715391 X^2$	1,08	0,10	0,78
Ganho de Peso (kg)	$Y = - 14,230002 + 54,8375032X - 25,62500105X^2$	1,07	0,10	0,80
Ganho de Peso por Dia (kg)	$Y = - 889,047654 + 3426,725256X - 1601,2501X^2$	1,07	0,10	0,81
Período Total: Dos 24 aos 50 kg				
Ganho de Peso por Dia (kg)	$Y = - 673,190051 + 2900,210793X - 1344,642878X^2$	1,08	0,09	0,80
Ganho de Peso Relativo (%)	$Y = - 95,174782 + 394,3005972X - 183,91967045X^2$	1,07	0,08	0,82
Conversão Alimentar	$Y = 4,051 - 3,5526791X + 1,59821454X^2$	1,11	0,10	0,75

Em relação ao ganho de peso relativo no período total o efeito quadrático ($P = 0,10$) observado no presente trabalho mostra-se coerente e acompanha o ganho de peso médio diário total, quando foi observado melhora até o nível 1,10% de lisina.

Não se observou efeito dos tratamentos sobre o consumo de ração diário no período total de avaliação. Martinez & Knabe (1990), Friesen et al. (1994), Donzele et al. (1994), Fontes et al. (2000) e Rossoni (2007) também não constataram variação no consumo de ração, em função do nível de lisina da ração, enquanto Fontes et al. (1999) verificaram que o consumo de ração variou de forma quadrática. Fontes et al. (2005) e Fernández-Figares et al. (2007) verificaram que o consumo de ração diminui de forma linear com o aumento do nível de lisina nas rações de leitoas na fase de crescimento.

Os resultados de consumo de ração obtidos confirmam a proposição de Edmonds & Baker (1987), de que os suínos são capazes de tolerar excessos de aminoácidos sem alteração na ingestão voluntária de alimento.

O conceito de proteína ideal é outro fator que pode ter contribuído para que não ocorresse variação no consumo de ração. De acordo com Kill et al. (2003), suínos alimentados com rações formuladas mantendo as relações entre aminoácidos essenciais com a lisina são menos susceptíveis à variação no consumo alimentar.

Em relação ao consumo de proteína bruta total e a eficiência de uso dessa proteína pelos animais, não foi observado efeito da variação de lisina nas dietas experimentais. Este resultado pode estar relacionado à ausência de diferença no consumo de ração diário, conforme variou a concentração de lisina nas dietas.

Figura 1 - Ganho de peso diário em marrãs dos 24 aos 50 kg, em função dos níveis dietéticos de lisina digestível (%)

Figura 2 - Conversão alimentar total em marrãs dos 24 aos 50 kg, em função dos níveis dietéticos de lisina digestível (%)

De acordo com os resultados, confirma-se a necessidade do isolamento daqueles fatores que podem limitar a expressão do genótipo do suíno melhorado. Tais fatores podem ser entendidos como especificidades, bem como determinam maior ou menor eficiência no uso dos nutrientes dietéticos pelo animal ao longo do seu desenvolvimento, sobretudo nas fases de maior crescimento. Assim ocorreu na presente avaliação, quando se preocupou com criação sob distinção de sexo e segregação sanitária, separando-se os animais da unidade de ciclo completo e tratando-os após o término da fase de creche.

Recomenda-se para marrã da linhagem genética estudada, criada com distinção de sexo e em condições desejáveis de saúde, a concentração de lisina digestível em $1,08 \pm 0,014\%$ ou 20,4 g/dia ou 3,18 g/Mcal de EM consumida com base nas dietas formuladas. Baseando-se nas análises laboratoriais e no estudo de metabolismo realizados, as indicações são: 0,910% de lisina digestível ou 17,2 g/dia ou 2,64 g/Mcal de EM. Dados do aminoácido foram corrigidos conforme descrição apresentada na Tabela 3 do item 3.2 e da energia pelo valor médio determinado apresentado na Tabela 8 do item 4.2.

B) Machos castrados

Os resultados de desempenho estão apresentados na Tabela 6 e as equações de regressão correspondentes à variação das concentrações de lisina digestível na Tabela 7. Observou-se efeito quadrático ($P = 0,10$) do nível dietético de lisina nas variáveis: peso final, ganho de peso e ganho de peso diário, quando se encontravam na fase 1 do experimento. Na fase 2, verificou-se o mesmo efeito de lisina nas variáveis: ganho de peso, ganho de peso diário e peso final. No período total de avaliação, constatou-se efeito no ganho de peso diário e ganho de peso relativo.

Houve efeito linear ($P = 0,05$) do nível dietético de lisina nas variáveis: ganho de peso relativo e eficiência protéica, quando se encontravam na fase 1 de avaliação. No período total, verificou-se o efeito na conversão alimentar e na eficiência de proteína bruta.

O nível médio do aminoácido, sugerido como ótimo, conforme variáveis, foi de $1,08 \pm 0,018\%$ de lisina digestível para suínos em crescimento dos 24 aos 50 kg.

Não foi verificado efeito dos níveis de lisina digestível estudados no consumo de ração nas fases 1 e 2, bem como no período total. Gasparotto et al. (2001), ao estudarem níveis de

lisina total de 0,90 a 1,20% na ração, com animais selecionados para rápido crescimento e ganho de peso, constataram efeito quadrático dos níveis de lisina sobre o consumo nos períodos de 0 a 14 e 0 a 28 dias de avaliação, mas não no período total do experimento. De Abreu et al. (2007) também não observaram efeito de lisina na ingestão de alimento, assim como Moretto et al. (2000), Urynek e Buraczewska (2003), Toledo et al. (2005), Oliveira et al. (2006) e Zangeronimo (2006). De acordo com esses trabalhos, mantida a relação aminoácídica da dieta, não há influência no consumo de ração dos animais. Cuidado esse tomado no presente trabalho. Conforme observaram Partridge et al. (1985), o consumo se alteraria na tentativa do suíno suprir a deficiência de algum aminoácido.

Também não foi observado efeito da variação de lisina nas dietas sobre a conversão alimentar na fase 2 e no consumo de proteína bruta na fase 1.

Observou-se efeito linear ($P = 0,05$) do nível de lisina nas variáveis ganho de peso relativo eficiência proteica na fase 1 (dos 24 aos 36 kg). No período total foi caracterizado efeito quadrático ($P = 0,10$) do nível do aminoácido no ganho de peso relativo. Isto evidencia maior eficiência no uso da proteína para o ganho de peso.

Houve resposta quadrática ($P = 0,10$) de nível de lisina nas variáveis ganho de peso nas fases 1, 2 e período total. Conforme figura 03, houve melhora no ganho de peso diário até o nível 1,10% de lisina digestível. Foi observada resposta similar na conversão alimentar da fase 1 e no período total (figura 04), indicando como nível médio ótimo 1,08% de lisina digestível.

Trindade Neto et al. (2005) ao estudar níveis de energia metabolizável e de lisina digestível para suínos machos castrados e marrãs, em condições de isolamento sanitário, também observaram efeito linear de níveis de lisina no ganho de peso e quadrático na conversão alimentar, indicando como nível ótimo de lisina digestível 1,015%. Segundo os autores, as respostas para ganho de peso diário e conversão alimentar evidenciaram maior eficiência na utilização dos nutrientes com o aumento da concentração de lisina na ração e da ingestão diária do aminoácido. Essa observação é ratificada no presente trabalho e assemelha-se aos resultados de Oliveira et al. (2006), Zangeronimo (2006) e De Abreu (2007). Tais efeitos, todavia, não foram observados por Moretto et al. (2000) e Gasparotto et al. (2001).

Tabela 6 - Desempenho de suínos machos castrados dos 24 aos 50 kg na fase de crescimento, segundo os níveis nutricionais de lisina digestível (%)

Variáveis	Lisina digestível %					CV %	Valor de P	
	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2		Linear	Quadrático
Fase 1 – Dos 24 aos 36 kg								
Peso Inicial (kg)	24,625	24,662	25,012	25,087	24,650	nd	nd	nd
Peso Final (kg)	35,975	37,562	39,175	38,250	38,725	4,54	0,003	0,043
Ganho de Peso (kg)	11,350	12,900	14,162	13,162	14,075	12,87	0,005	0,10
Ganho de Peso por Dia (kg)	0,709	0,806	0,954	0,823	0,880	14,62	0,013	0,032
Ganho de Peso Relativo (%)	46,14	52,27	56,81	52,68	57,25	13,30	0,007	ns
Consumo de Ração (kg)	23,960	25,120	27,251	24,795	26,071	12,03	ns	ns
Consumo de Ração por Dia (kg)	1,497	1,570	1,603	1,549	1,629	13,05	ns	ns
Conversão Alimentar	2,13	1,96	1,82	1,89	1,85	6,90	0,0004	0,013
Consumo de Proteína Bruta (kg)	0,275	0,280	0,307	0,291	0,279	13,14	ns	ns
Eficiência de Proteína Bruta	2,57	2,86	2,82	2,82	3,16	6,38	0,00004	ns
Fase 2 – Dos 36 aos 50 kg								
Peso Inicial (kg)	35,975	37,565	39,175	38,250	38,725	4,54	0,003	0,043
Peso Final (kg)	50,525	53,400	55,125	54,375	54,450	4,84	0,005	0,024
Ganho de Peso (kg)	14,550	15,837	15,950	16,125	15,725	8,30	0,076	0,061
Ganho de Peso por Dia (kg)	0,909	0,990	0,997	1,008	0,983	8,30	0,076	0,060
Ganho de Peso Relativo (%)	40,44	42,26	40,73	42,21	40,62	7,39	ns	ns
Consumo de Ração (kg)	33,011	34,761	35,872	34,921	34,166	10,85	ns	ns
Consumo de Ração por Dia (kg)	2,06	2,17	2,24	2,18	2,13	10,84	ns	ns
Conversão Alimentar	2,26	2,20	2,24	2,17	2,17	7,72	ns	ns
Consumo de Proteína Bruta (kg)	0,380	0,388	0,429	0,409	0,366	10,9	ns	0,007
Eficiência de Proteína Bruta	2,40	2,57	2,33	2,47	2,70	8,00	0,027	0,059
Período Total: Dos 24 aos 50 kg								
Ganho de Peso por Dia (kg)	0,809	0,898	0,972	0,915	0,931	9,68	0,012	0,023
Ganho de Peso Relativo (%)	105,30	116,52	120,68	117,09	121,23	9,04	0,009	0,122
Consumo de Ração por Dia (kg)	1,780	1,871	1,945	1,866	1,882	10,41	ns	ns
Conversão Alimentar	2,20	2,08	2,00	2,04	2,02	6,71	0,013	0,118
Consumo de Proteína Bruta (kg)	0,328	0,334	0,372	0,350	0,322	10,37	ns	0,01
Eficiência de Proteína Bruta	2,47	2,69	2,62	2,62	2,90	7,10	0,001	ns

Tabela 7 - Efeito do nível de lisina digestível no desempenho, de suínos machos castrados dos 24 aos 50 kg

Variável ¹	Equação de regressão	Lisina dig estimado (%)	Valor de P	R ²
Fase 1 – Dos 24 aos 36 kg				
Peso Final (kg)	$Y = - 1,587491 + 74,2231932X - 34,01784544X^2$	1,09	0,043	0,87
Ganho de Peso (kg)	$Y = - 17,345 + 56,2482139X - 25,26785648X^2$	1,11	0,121	0,80
Ganho de Peso por Dia (kg)	$Y = - 2031,4125 + 5476,999937X - 2559,999925X^2$	1,07	0,032	0,66
Ganho de Peso Relativo (%)	$Y = 30,401255 + 22,6299946X$		0,007	0,64
Conversão Alimentar	$Y = 5,808001 - 7,2678581X + 3,32142899X^2$	1,09	0,013	0,89
Eficiência de Proteína Bruta	$Y = 1,703 + 1,1475X$		0,00004	0,73
Fase 2 – Dos 36 aos 50 kg				
Peso Final (kg)	$Y = -11,774991 + 124,1821228X - 57,67856067X^2$	1,07	0,024	0,95
Ganho de Peso (kg)	$Y = - 10,187498 + 49,9589245X - 23,66071183 X^2$	1,06	0,06	0,94
Ganho de Peso por Dia (kg)	$Y = - 636,855196 + 3122,732495X - 1478,928712 X^2$	1,06	0,06	0,94
Consumo de Proteína Bruta (kg)	$Y = - 748,663453 + 2340,607526X - 1123,723103 X^2$	1,04	0,007	0,77
Eficiência de Proteína Bruta	$Y = 5,566251 - 6,800643X + 3,6607148X^2$	0,93	0,06	0,52
Período Total: Dos 24 aos 50 kg				
Ganho de Peso por Dia (kg)	$Y = - 1287,33484 + 4202,926457X - 1970,981971X^2$	1,07	0,023	0,84
Ganho de Peso Relativo (%)	$Y = - 69,651496 + 345,46321X - 156,517852 X^2$	1,10	0,10	0,84
Conversão Alimentar	$Y = 4,533250 - 4,6026791X + 2,09821448X^2$	1,09	0,10	0,93
Consumo de Proteína Bruta (kg)	$Y = - 562,860797 + 1840,598446X - 917,7410734 X^2$	1,00	0,01	0,72
Eficiência de Proteína Bruta	$Y = 1,8625 + 0,7974997X$		0,001	0,66

Figura 3 - Ganho de peso diário em machos castrados dos 24 aos 50 kg, em função dos níveis dietéticos de lisina digestível (%)

Figura 4 - Conversão alimentar em machos castrados dos 24 aos 50 kg, em função dos níveis dietéticos de lisina digestível (%)

Foi constatado efeito quadrático ($P = 0,01$) de níveis do aminoácido no consumo de proteína bruta na fase 2 e no período total, apesar das dietas formuladas para a mesma quantidade de proteína bruta e não haver diferença no consumo entre as rações. Ao analisar as dietas, verificou-se que não continham mesmos teores de proteína bruta e, conforme aumentou a proporção de lisina digestível, também se elevou à proporção de proteína bruta na ração. Nesse sentido, o aumento do consumo de proteína bruta foi condizente à concentração de proteína nas dietas.

Os resultados evidenciam maior eficiência no desempenho de machos castrados até o nível $1,08\% \pm 0,018\%$ de lisina digestível. O valor deste estudo se assemelha ao encontrado por Chiaradia (2008), porém está acima dos propostos por Trindade Neto et al. (2005), Gasparotto et al. (2001) e Zangeronimo (2006), que foram 1,015%, 1,00% e 1,05% do aminoácido digestível, respectivamente e, ligeiramente, abaixo dos encontrados por Oliveira et al. (2006) e De Abreu et al. (2007), que foi 1,10% de lisina digestível. Vale ressaltar que os autores utilizaram animais de genótipo diferente ao desta avaliação.

Os resultados apresentados confirmam observações da literatura de que as necessidades nutricionais, periodicamente, devem ser revistas, sobretudo quando se consideram os fatores que podem limitar a eficiência do crescimento. Alguns dos fatores devem ser considerados quando se espera otimizar o desempenho dos genótipos na atual suinocultura. Dentre eles, avaliação do desempenho em menores intervalos de peso, distinção de sexos, condições de criação e linhagem utilizada; como ocorreu no presente estudo, quando os animais foram segregados da unidade de criação e medicados após o término da fase de creche.

Recomenda-se para machos castrados da linhagem genética estudada, criada com distinção de sexo e em condições desejáveis de saúde, a concentração de lisina digestível em $1,08 \pm 0,018\%$ ou 20,6 g/dia ou 3,16 g/Mcal de EM consumida, respectivamente, com base nas dietas formuladas.

Com base nas análises laboratoriais e no estudo de metabolismo as indicações são: 0,910% ou 17,0 g/dia ou 2,80 g/Mcal de EM. Os dados do aminoácido foram corrigidos conforme descrição apresentada na Tabela 3 do item 3.2 e da energia pelo valor médio determinado apresentado na Tabela 8 do item a seguir.

4.2 DIGESTIBILIDADE E METABOLISMO

Não houve diferença estatística entre sexo. Os resultados de digestibilidade e metabolismo estão apresentados na Tabela 08 e as equações de regressão correspondentes à variação das concentrações de lisina digestível na Tabela 09. Observou-se efeito quadrático ($P < 0,05$) do nível de lisina nas variáveis: proteína bruta excretada na urina, nitrogênio excretado na urina, nitrogênio retido, porcentagem de nitrogênio retido, porcentagem de nitrogênio retido/absorvido e efeito linear ($P < 0,05$) nas variáveis: energia bruta excretada na urina e energia digestível. O nível médio do aminoácido, sugerido como ótimo foi $1,04 \pm 0,02\%$ de lisina digestível.

Não foi verificado efeito dos níveis de lisina na matéria seca ingerida. Resultado semelhante foi observado por Urynek & Buraczewska (2003) e Moreira et al. (2004). Fraga et al. (2008), contudo, verificaram que houve diminuição do consumo. Este efeito era esperado e confirma resultados obtidos no ensaio de desempenho, em que não se verificou efeito dos níveis de lisina digestível no consumo de ração. Como as dietas foram formuladas para serem isoenergéticas, esperava-se não haver diferenças entre o consumo das dietas.

Também não foi verificado efeito dos níveis do aminoácido na matéria seca excretada e na porcentagem de matéria seca digestível. Isto se deveu, possivelmente, à semelhante ingestão de matéria seca.

Não houve efeito do nível de lisina digestível na proteína bruta ingerida, na proteína bruta excretada nas fezes e na porcentagem de proteína digestível. Observou-se, porém, efeito quadrático ($P < 0,05$) na proteína bruta excretada na urina, o que demonstra maior catabolismo da proteína dietética, à medida que se aumentou a quantidade de lisina digestível na dieta. Efeitos semelhantes foram encontrados ao analisar o metabolismo de nitrogênio.

Tabela 8 - Desempenho e digestibilidade em suínos machos castrados e fêmeas, dos 24 aos 50 kg na fase de crescimento, segundo os níveis nutricionais de lisina digestível (%)

Variáveis ¹	Lisina digestível %					CV %	Valor de P	
	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2		Linear	Quadrático
Matéria Seca Ingerida (g)	5353,50	5257,00	5220,25	5246,25	5277,50	4,79	ns	ns
Matéria Seca Excretada (g)	565,25	552,25	576,25	540,00	561,00	11,23	ns	ns
Matéria Seca Digestível (%)	89,45	89,40	89,05	89,77	89,36	1,14	ns	ns
Proteína Bruta Ingerida (g)	872,50	832,75	884,25	872,75	801,50	4,81	ns	ns
Proteína Bruta Excretada nas fezes (g)	108,50	111,25	110,75	113,75	110,50	14,07	ns	ns
Proteína Bruta Excretada na Urina (g)	321,00	267,00	240,75	214,00	260,75	17,48	0,03	0,03
Proteína Digestível (%)	89,04	88,07	89,02	88,62	87,78	2,46	ns	ns
Nitrogênio Ingerido (g)	27,92	26,65	28,30	27,92	25,65	14,07	ns	ns
Nitrogênio Excretado nas fezes (g)	3,47	3,55	3,50	3,65	3,55	14,27	ns	ns
Nitrogênio Excretado na Urina (g)	10,250	8,550	7,675	6,850	8,325	17,57	0,03	0,03
Nitrogênio Retido (g)	14,17	14,52	17,05	17,45	13,75	13,07	0,53	0,01
Nitrogênio Absorvido (g)	24,45	23,07	24,75	24,30	22,12	4,69	ns	ns
Nitrogênio Absorvido (%)	87,61	86,53	87,59	87,16	86,20	1,79	ns	ns
Nitrogênio Retido (%)	50,40	54,47	60,57	62,64	53,27	10,72	0,17	0,01
Nitrogênio Retido/Absorvido (%)	57,55	62,95	69,13	71,85	61,95	10,84	0,13	0,02
Energia Bruta Ingerida (kcal/g)	4798,25	4698,00	4669,00	4678,00	4649,50	4,82	ns	ns
Energia Bruta Excretada nas fezes (kcal/g)	511,25	500,25	525,50	506,00	508,50	11,52	ns	ns
Energia Bruta Excretada na Urina (kcal/g)	125,07	113,90	108,30	102,70	108,60	10,27	0,03	0,13
Energia Digestível (kcal/g)	4044,00	3988,75	3972,50	3980,00	3923,00	1,19	0,04	0,52
Energia Metabolizável (kcal/g)	3886,25	3880,25	3869,00	3882,50	3819,50	1,30	ns	ns
Balanço Energético (kcal/g)	4162,00	4083,50	4035,00	4069,25	4032,25	5,09	ns	ns
Peso Inicial (kg)	39,25	38,25	38,08	38,30	38,62	6,27	ns	ns
Peso Final (Kg)	43,32	41,85	42,70	42,57	42,41	6,84	ns	ns
Ganho de Peso/Unidade de Peso Metabólico (kg)	0,25	0,23	0,30	0,28	0,24	23,10	ns	ns
Conversão Alimentar na Matéria Seca Ingerida	1,35	1,51	1,17	1,23	1,55	28,31	ns	ns
Conversão Alimentar/Dia/Unidade de Peso Metabólico	4,21	4,68	3,64	3,82	3,75	17,92	ns	ns

¹Resultados expressos na base da matéria seca.

Tabela 9 - Efeito do nível de lisina digestível no ensaio de digestibilidade, de suínos machos castrados e fêmeas, dos 24 aos 50 kg

Variável ¹	Equação de regressão	Lisina dig estimado (%)	Valor de P	R ²
Proteína Bruta Excretada na Urina (g)	$Y=1841,200050-3044,9286314X+1435,71429X^2$	1,06	0,03	0,94
Nitrogênio Excretado na Urina (g)	$Y=58,68-96,9785701X+45,71428411X^2$	1,06	0,03	0,94
Nitrogênio Retido (g)	$Y=-58,260009+148,1464436X-73,03572008X^2$	1,01	0,01	0,66
Nitrogênio Retido (%)	$Y=-173,848002+455,1757107X-220,642850X^2$	1,03	0,01	0,83
Nitrogênio Retido/Absorvido (%)	$Y=-191,402032+504,2232709X-243,267880X^2$	1,04	0,02	0,86
Energia Bruta Excretada na Urina (kcal/g)	$Y=155,864990-44,1499897X$		0,03	0,68
Energia Digestível (kcal/g)	$Y=4144,399984-170,7499819X$		0,04	0,77

Não houve efeito dos níveis do aminoácido digestível nas variáveis: nitrogênio ingerido, nitrogênio excretado nas fezes, nitrogênio absorvido, porcentagem de nitrogênio absorvido. Moreira et al. (2004), Zangeronimo (2006) e Fraga et al. (2008), diferentemente, observaram efeito linear do nível de lisina na ingestão de nitrogênio.

Houve efeito quadrático ($P < 0,05$) nas variáveis: nitrogênio excretado na urina, nitrogênio retido (figura 05), porcentagem de nitrogênio retido (figura 06) e porcentagem de nitrogênio retido/absorvido (figura 07). As figuras demonstram que houve maior retenção e absorção de nitrogênio até o nível de 1,00% de lisina digestível. Resultados semelhantes foram encontrados por Bolduan et al. (1992) e Zangeronimo et al. (2004), na fase inicial, e por Oliveira (2004) na fase de crescimento de suínos. Segundo Coma et al. (1995), o maior índice de retenção de nitrogênio representa maior deposição de proteína e o nível de lisina ótimo mais próximo para ganho de peso eficiente (carne magra).

Não foram verificados efeitos do nível do aminoácido na energia bruta ingerida, energia bruta excretada nas fezes, energia metabolizável e balanço energético. Resposta esperada, pois a concentração de energia metabolizável nas dietas era parecida. Houve efeito linear decrescente ($P < 0,05$) do nível de lisina na energia bruta excretada na urina e na energia digestível. A redução deveu-se, provavelmente, à inclusão dos aminoácidos industriais os quais aumentavam à medida que se elevava o teor de lisina nas dietas. A maior biodisponibilidade desses ingredientes teria favorecido o aproveitamento da energia, desde que não houvesse excesso dos mesmos. Nesse caso, o excedente dos aminoácidos seria eliminado, conforme descreveu Chiaradia (2008).

Figura 5 - Nitrogênio retido (g) em suínos machos castrados e fêmeas dos 24 aos 50 kg de peso vivo, em função dos níveis dietéticos de lisina digestível (%)

Figura 6 - Nitrogênio retido (%) em suínos machos castrados e fêmeas dos 24 aos 50 kg de peso vivo, em função dos níveis dietéticos de lisina digestível (%)

Figura 7 - Nitrogênio retido/absorvido (%) em suínos machos castrados e fêmeas dos 24 aos 50 kg de peso vivo, em função dos níveis dietéticos de lisina digestível (%)

Não houve efeito do nível de lisina digestível no peso final, ganho de peso em relação à unidade de peso metabólico, conversão alimentar na matéria seca ingerida e na conversão alimentar/dia/unidade de peso metabólico. A ausência de efeito nas variáveis deveu-se ao curto período de estudo e à restrição alimentar, não permitindo aos animais a maximização do desempenho e caracterização de diferenças.

O nível médio de lisina digestível corrigido pelo ensaio de digestibilidade é de $1,04 \pm 0,02\%$ com base nas dietas formuladas ou $0,880\%$ de lisina digestível nas dietas analisadas, conforme item 3.2.

4.3 IMUNIDADE (PARÂMETROS SANGUÍNEOS)

Os resultados de parâmetros sanguíneos estão apresentados na tabela 10 e as equações de regressão, na tabela 11. Foi observada diferença entre o grupo controle (saída de creche e chegada às instalações experimentais) e ao final do estudo, através do Teste de Dunnet ($P < 0,05$) para leucócitos, neutrófilos, linfócitos e relação neutrófilos x linfócitos. Os valores encontrados no término do experimento foram inferiores aos colhidos no início, quando os animais foram alojados. Isso demonstra menor ativação do sistema imune e, por conseguinte, menor desafio sanitário. A segregação do sistema de produção, portanto, produziu resposta favorável ao estado de saúde dos animais e as mães responderam mais eficientemente a esse manejo (Teste F - $P < 0,05$).

Não foram verificados efeitos do nível de lisina na produção dos leucócitos, linfócitos, eosinófilos, monócitos e neutrófilos (esse último apenas em fêmeas). Foi observado, contudo, efeito quadrático ($P < 0,05$) em neutrófilos de machos castrados (figura 08) e na relação neutrófilo x linfócito (figura 09) para ambos os sexos, levando-se em conta o valor médio geral encontrado.

Tabela 10 - Leucograma de suínos machos castrados e fêmeas, dos 24 aos 50 kg, segundo o controle e os níveis nutricionais de lisina digestível (%)

Sexo	Lisina digestível %						Média	CV (%)	Efeito	
	Controle	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2			Linear	Quadrático
Leucócitos										
Macho	16300b	19825a	19075a	21925 [#] a	18725a	20075a	19321	17,76	ns	ns
Fêmea	26550a	19150 [#] a	18125 [#] a	16725 [#] b	16900 [#] a	18175 [#] a	19271		ns	ns
Média	21425	19487	18600	19325	17812	19125				
Neutrófilos										
Macho	6150,25b	4399,50a	5916,50a	6493,50a	6016,00a	4167,50a	5523,79	35,42	ns	*
Fêmea	9248,25a	3964,50 [#] a	3250,75 [#] b	4755,25 [#] a	3453,00 [#] a	3472,00 [#] a	4690,62		ns	ns
Média	7699,25	4182,00	4583,62	5624,12	4734,50	3819,75				
Linfócitos										
Macho	9403,50b	14358,0 [#] a	11797,25a	13909,25 [#] a	11320,50a	14342,75 [#] a	12521,87	19,52	ns	ns
Fêmea	15765,0a	13269,0a	13508,75a	10686,50 [#] a	12633,25a	12982,50a	13140,83		ns	ns
Média	12584,25	13813,50	12653,0	12297,87	11976,87	13662,62				
Eosinófilos										
Macho	163,00	370,00	246,75	280,75	175,50	447,75	280,62a	61,32	ns	ns
Fêmea	573,75	630,00	528,75	170,75	114,25	520,50	423,00a		ns	ns
Média	368,37	500,00	387,75	225,75	144,87	484,12				
Monócitos										
Macho	583,29	607,50	1059,50	1194,00	1060,25	967,00	911,92a	36,03	ns	ns
Fêmea	963,00	1244,75	747,00	1075,00	658,25	1024,50	952,08 a		ns	ns
Média	773,12	926,12	903,25	1134,50	859,25	995,75				
Relação Neutrófilos x Linfócitos										
Macho	0,372	0,225	0,307	0,292	0,315	0,207	0,287 a	26,74	ns	*
Fêmea	0,345	0,205	0,180	0,287	0,205	0,190	0,235 b		ns	*
Média	0,358	0,215 [#]	0,243 [#]	0,290	0,260 [#]	0,198 [#]				

Médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, diferem entre si pelo Teste F ($p < 0.05$) #: difere do controle, pelo Teste de Dunnet ($p < 0.05$)

*: $p < 0.05$ ns: não significativo ($p > 0.05$)

Tabela 11 - Equações de regressão indicando efeito do nível de lisina digestível no leucograma, de suínos machos castrados e fêmeas, dos 22 a 50 kg, na fase de crescimento

Variável	Equação de regressão	Lisina dig. estimado (%)	Valor de P	R ²
Neutrófilo	$Y = -48628,49 + 110842,6311726X - 55603,564X^2$	1,0	<0,05	0,99
Relação Neutrófilo/ Linfócito	$Y = -1,54 + 3,64446X - 1,830357X^2$	0,99	<0,05	0,90

Figura 8 - Número de Neutrófilos em machos castrados dos 24 aos 50 kg de peso vivo, em função dos níveis dietéticos de lisina digestível (%)

Figura 9 - Relação de Neutrófilos/Linfócitos Médio em suínos machos castrados e fêmeas dos 24 aos 50 kg de peso vivo, em função dos níveis dietéticos de lisina digestível (%)

Os dados demonstram que houve maior ativação do sistema imune inato (maior proporção de neutrófilos) (GUYTON; HALL, 1997) e aumento dos neutrófilos nos machos castrados submetidos ao nível de 1,00% de lisina digestível. Observação semelhante se deu na relação neutrófilo x linfócito para ambos os sexos (com base nos valores médios). Houve maior produção dessas células nos animais que receberam 1,00% de lisina digestível com base nas dietas formuladas ou 0,851% com base nas dietas analisadas.

Esse nível está abaixo daquele definido como melhor nas variáveis do desempenho, digestibilidade e metabolismo, sugerindo não haver interferência do agente ativador do sistema imune ou essa interferência foi baixa. Ainda assim, é possível observar efeitos negativos no processo de síntese e acúmulo de proteína no suíno durante o crescimento, de acordo com Williams et al. (1997a,b,c) e Le Floch et al. (2004).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ainda são limitadas as informações na literatura sobre a interação da saúde animal com as exigências nutricionais. É importante que haja mais estudos nesse sentido, principalmente levando-se em conta a realidade da suinocultura brasileira que se apresenta de forma promissora no cenário mundial.

Não se sabe o custo nutricional da resposta imune vigorosa para as diversas espécies, mas sabe-se que o sistema imune é relativamente resistente às deficiências nutricionais, por ser prioritariamente atendido pelos nutrientes disponíveis (SILVA; RIBEIRO, 2008). Os componentes do sistema imune estão relacionados a outros sistemas como o cardiovascular, o neuro-endócrino e o nervoso central (KELLEY et al., 1994).

A interferência dos efeitos de substâncias mediadoras presentes na ativação do sistema imune em outros sistemas fisiológicos levam ao catabolismo muscular (proteólise), aumento da gliconeogênese, aumento da síntese hepática de proteínas de fase aguda, incremento da excreção de nitrogênio, inibição na síntese de hormônios anabólicos pela adeno-hipófise, afetando negativamente o desempenho do suíno (WEBEL et al., 1997).

Conforme o presente trabalho e outros estudos, há indícios de que essa interação existe e pode ser deletéria à máxima manifestação do potencial de desenvolvimento do suíno.

6 CONCLUSÃO

O máximo desempenho de machos castrados e fêmeas dos 20 aos 50 kg, da linhagem estudada, foi obtido com 1,08% de lisina digestível e o valor médio corrigido pelo ensaio de digestibilidade e metabolismo seria 0,910% ou 17,1 g do aminoácido por dia ou 2,72 g/Mcal de EM, em media.

Quanto à eficiência de uso do nitrogênio, a concentração de lisina digestível indicada é 1,04% baseando-se nas dietas formuladas e 0,880% do aminoácido ou 0,06% por unidade de peso metabólico, corrigido pelo estudo de metabolismo.

Machos castrados tiveram maior desempenho para ganho de peso, comparado às fêmeas.

Quanto à segregação sanitária, as fêmeas apresentaram maior resistência à exposição de patógenos, caracterizando menor susceptibilidade a esse tipo de estresse. A concentração de 1,00% de lisina digestível, de acordo com as dietas formuladas; ou de 0,851% de lisina digestível, com base nas dietas analisadas, ofereceu maior produção de células de defesa e melhor ativação do sistema imune.

REFERENCIAS

- AROUCA, C.L.C. **Exigências de lisina para suínos machos castrados de dois grupos genéticos, na fase de terminação tardia**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2003. 50p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2003.
- AULDIST, D. E.; STEVENSON, F. L.; KERR, M. G.; EASON, P.; KING, R.H. Lysine requirements of pigs from 2 to 7 kg live weight. **Animal Science**, v, 63, n. 3, p. 501-507, 1997.
- BATTERHAM, E. S.; ANDERSEN, L. M.; BAIGENT, D. R.; DARNELL, R. E.; TAVERNER, M. R. A comparison of the availability and ileal digestibility of lysine in cottonseed and soya-bean meals for grower/finisher pigs. **British Journal of Nutrition**, v. 64, p. 81-94, 1990.
- BATTERHAM, E. S. Protein and energy relationships for growing pigs. In: COLE, D.J.A.; WISEMAN, J.; VARLEY, M. A. (Ed.). **Principles of pig science**. Nottingham: Redwood Books, 1994. p.107-21.
- BELLAVER, C.; VIOLA, E. S. Qualidade de carcaça, nutrição e manejo nutricional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 8., 1997, Foz do Iguaçu – PR, **Anais...** Foz do Iguaçu: ABRAVES, 1997. p. 152-158.
- BERTOLO, R. F.; MOEHN, S.; PENCHARZ, P. B.; BALL, R. O. Estimate of the variability of the lysine requirement of growing pigs using the indicator amino acid oxidation technique. **Journal of Animal Science**, v. 83, p. 2535-2542, 2005.
- BETERCHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: UFLA, 2006. 301 p.
- BIKKER, P.; VERSTEGEN, M. W. A.; CAMPBELL, R. G.; KEMP, B. Digestible lysine requirement of gilts with high genetic potential for lean gain, in relation to the level of energy intake. **Journal of Animal Science**, v. 72, n. 7, p. 1744-1753, 1994.
- BLANCHARD, P. J.; ELLIS, M.; WARKUP, C. C.; HARDY, B.; CHADWICK, J. P.; DEANS, G. A. The influence of rate of lean and fat tissue development on pork eating quality. **Animal Science**, v. 68, pt. 03, p. 477-485, 1999.
- BOLDUAN, G.; MORGENTHUM, R.; BECK, M. Application of free amino acids benefits to pig and environment. **Bauern Zeitung**, v. 33, p. 36-38, 1992.
- CASTELL, A. G.; CLIPLEF, R. L.; POSTE-FLYNN, L. M.; BUTLER, G. Performance, carcass and pork characteristics of castrates and gilts self-fed diets differing in protein content and lysine:energy ratio. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 74, n. 03, p. 519-528, 1994.
- CELIS, A.; CAMPABADAL, C. La necesidad de formular con base en aminoácidos digestibles para hacer más eficiente el costeo de las raciones para animales. Programa Científico. In: CONGRESO LATIIONAMERICANO DE NUTRICION ANIMAL – CLANA 2008, México. Disponível em: http://www.engormix.com/s_articles_view.asp?art=2206&AREA=BAL. Acesso em 21/12/2008.

CHAVEZ, E. R. Requerimientos nutricionales y alimentación de los genotipos modernos de cerdos de carne magra. In: SEMINARIO INTERNACIONAL DE PORCICULTURA, 4., 1996, Lima. Anais... p. 59-76.

CHIARADIA, R. C. F. **Níveis de lisina e energia em rações formuladas com baixo teor de proteína bruta para suínos em crescimento**. 2008. 85 p. Dissertação (Mestrado em Nutrição de Monogástricos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2008.

CHIBA, L. I.; LEWIS, A. J.; PEO JR., E. R. Amino acid and energy interrelationships in pigs weighing 20 to 50 kilograms: rate and efficiency of weight gain. **Journal of Animal Science**, v. 69, n. 2, p. 694-707, 1991.

CHIBA, L. I. Effects of dietary amino acid content between 20 and 50 kg and 50 and 100 kg live weight on the subsequent and overall performance of pigs. **Livestock Production Science**, v. 39, n. 2, p. 213-221, 1994.

CHUNG, T. K.; BAKER, D. H. Ideal amino acid pattern for 10 kilogram pigs. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 10, p. 3102-3111, 1992.

CLOSE, W. H. Feeding new genotypes establishing amino acid/energy requirements. In: COLE, D. J. A.; WISEMAN, J.; VARLEY, M. A. **Principles of pig science**, Nottingham: Redwood Books, 1994. p. 123-140.

COMA, J.; ZIMMERMAN, D. R.; CARRION, D. Relationship of rate of lean tissue growth and other factors to concentration of urea in plasma of pigs. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 3649-3656. 1995.

CROMWELL, G. L.; CLINE, T. R.; CRENSHAW, J. D.; EWAN, R.C.; HAMILTON, C.R.; LEWIS, A.J.; MAHAN, D.C.; MILLER, E.R.; PETTIGREW, J.E. The dietary protein and (or) lysine requirements of barrows and gilts. **Journal Animal Science**, v. 71, n. 6, p. 1510-1519, 1993.

DE ABREU, M.L.T., DONZELE, J.L., ROSTAGNO, H.S. Atualização das exigências nutricionais de suínos em crescimento. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA, 2., 2004, Foz do Iguaçu. **Anais ...** Foz do Iguaçu: Porkworld, 2004. p.145-151.

DE ABREU, M. L. T.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F. M.; OLIVEIRA, A. L. S.; HAESE, D.; PEREIRA, A. A. Níveis de lisina digestível em rações, utilizando-se o conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados de alto potencial genético, dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 1, p. 62-67, 2007.

DE LA LLATA, M.; DRITZ, S. S.; TOKACH, M. D.; GOODBAND, R. D.; NELSEN, J. L. Effects of increasing L-lysine HCl in corn- or sorghum- soybean meal – based diets on growth performance and carcass characteristics of growing – finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 2420-2432, 2002.

DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M.; FONTES, D.O. 1994. Níveis de lisina para leitoas de 30 a 60 kg de peso vivo. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 24, n. 6, p. 967-973.

DOURMAD, J. Y.; GUILLOU, D.; SÈVE, B.; HENRY, Y. Response to dietary lysine supply during the finishing period in pigs. **Livestock Production Science**, v. 45, n. 2/3, p. 179-186, 1996.

EASTER, R.A., BAKER, D.H. Lysine and protein level in cornsoybean meal diets for growing swine. **Journal of Animal Science**, v.50, n.3, p.467-471, 1980.

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

EKSTROM, K. E. Genetic and sex considerations in swine nutrition. In: MILLER, E.R.; ULLREY, D. E.; LEWIS, A. J. (Ed.). **Swine nutrition**. Stonehan: British Library, 1991. p. 415-424.

EWAN, R. C. Energy utilization in swine nutrition. In: MILLER, E. R.; ULLREY, D. E.; LEWIS, A. J. (Ed.); **Swine nutrition**. 1. ed. Stonehan: Butterworth-Heinemann, 1991. p.121-132.

FÁVERO, J. A.; BELLAVER, C. **Produção de carnes de suínos**. Embrapa Aves e Suínos. 2000. Disponível em: <www.cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo=palestras&cod_arquivo=18>. Acesso em: 20/01/2009.

FERNÁNDEZ-FÍGARES, I.; LACHICA, M.; NIETO, R.; RIVERA-FERRE, M. G.; AGUILERA, J. F. Serum profile of metabolites and hormones in obese (Iberian) and lean (Landrace) growing gilts fed balanced or lysine deficient diets. **Livestock Science**, v. 110, n. 1-2, p. 73-81, 2007.

FERREIRA, A. S.; PUPA, J. M. R.; SOUZA A. M. Exigências nutricionais para suínos determinadas no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1996, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 1996. p. 419-434.

FERREIRA, R. A.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L. Redução da proteína bruta da ração e suplementação de aminoácidos para suínos machos castrados dos 15 aos 30 kg mantidos em ambiente de alta temperatura. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 1056-1062, 2006.

FIGUEROA, J. L.; LEWIS, A. J.; MILLER, P. S.; FISHER, R. L.; GÓMEZ, R. S.; DIEDRICHSEN, R. M. Nitrogen metabolism and growth performance of gilts fed standard corn-soybean meal diets or low-crude protein, amino acid - supplemented diets. **Journal of Animal Science**, v. 80, n. 11, p. 2911-2919, 2002.

FIRMAN, J. D.; BOLING, D. Ideal protein in turkeys. **Poultry Science**, v. 77, n. 1, p. 105-110, 1998.

FONTES, D. O. **Lisina para leitoas selecionadas geneticamente para deposição de carne magra na carcaça, dos 15 aos 95 kg**. 1999. 101p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

FONTES, D. O.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F. M.; CONHALATO, G. S.; PEREIRA, M. A. Níveis de lisina para leitoas selecionadas geneticamente para deposição de carne

magra, dos 30 aos 60 kg, mantendo constante a relação entre lisina e metionina + cistina, treonina, triptofano, isoleucina e valina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 3, p. 776-783, 2000.

FONTES, D. O.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F. M. LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; SILVA, F. C. O. Níveis de lisina para leitoas selecionadas geneticamente para deposição de carne magra na carcaça, dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, p. 81-89, 2005.

FRAGA, A.L.; MOREIRA, I.; FURLAN, A.C.; BASTOS, A.O.; OLIVEIRA, R.P.; MURAKAMI, A.E. Lysine Requirement of Starting Barrows from Two Genetic Groups Fed on Low Crude Protein Diets. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 51, n. 1, p. 49-56, 2008.

FRIESEN, K. G.; NELSEN, J. L.; GOODBAND, R. D.; TOKACH, M. D.; UNRUH, J. A.; KROFF, D. H. e KERR, B. J. Influence of dietary lysine on growth and carcass composition of high-lean growth gilts fed from 34 to 72 kilograms. **Journal of Animal Science**, v.72, n.7, p.1761-1770, 1994.

FRIESEN, K. G.; NELSEN, J. L.; GOODBAND, R. D.; TOKACH, M. D.; UNRUH, J.A.; KROFF, D.H.; KERR, B.J. The effect of dietary lysine on growth, carcass composition, and lipid metabolism in high-lean growth gilts fed 72 to 136 kilograms. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 12, p. 3392-3401, 1995.

FRIESEN, K. G.; NELSEN, J. L.; GOODBAND, R. D.; M.D., TOKACH; A.P., SCHINCKEL The use of compositional growth curves for assessing the response to dietary lysine by high-lean growth gilts. **Animal Science**, v. 62, n. 1, p. 159-169, 1996.

FULLER, M.; WANG, T. C. Digestible ideal protein - a measure of dietary protein value. **Pig News Information**, v. 11, n. 3, p. 353-357, 1990.

L.F., GASPAROTTO, I., MOREIRA, A.C., FURLAN, E.N., MARTINS,

M., MARCOS JUNIOR. Exigência de Lisina, com Base no Conceito de Proteína Ideal, para Suínos Machos Castrados de Dois Grupos Genéticos, na Fase de Crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, p. 1742-1749, 2001.

GUAY, F.; DONOVAN, S. M.; TROTTIER, N. L.; Biochemical and morphological developments are partially impaired in intestinal mucosa from growing pigs fed reduced-protein diets supplemented with crystalline amino acids. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 1749-1760, 2006.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. Tratado de fisiologia médica. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997. 1014 p.

HILL, G. M.; BAIDO, S. K.; CROMWELL, G. L.; MAHAN, D. C.; NELSEN, J. L.; STEIN, H. H. Evaluation of sex and lysine during the nursery period. **Journal of Animal Science**, v. 85, p. 1453-1458, 2007.

JAMES, B. W.; TOKACH, M. D.; GOODBAND, R. D.; NELSEN, J. L.; DRITZ, S. S.; HASTAD, C. W.; LAWRENCE, K. R.; USRY, J. L. The optimal true ileal digestible lysine requirement for nursery pigs between 27 to 44 lb. In: GOODBAND, B.; TOKACH, M.;

DRITZ, S. **Swine Day**, 2002. 2002. Disponível em:

<<http://www.oznet.ksu.edu/library/lvstk2/srp897.pdf>>. Acesso em 29/12/2008.

JONGBLOED, A.W.; LENIS, N. P. Environmental concerns about animal manure. **Journal of Animal Science**, v.76, n. 10, p. 2641-2648, 1998.

KELLEY, K. W.; JOHNSON, R. W.; DANTZER, R. Immunology discovers physiology. **Veterinarian Immunology and Immunopathology**, v. 43, p. 157-165, 1994.

KERR, B. J.; SOUTHERN, L. L.; BIDNER, T. D.; FRISEN, K.G.; EASTER, R. A. Influence of dietary protein level, amino acid supplementation, and dietary energy levels on growing-finishing pig performance and carcass composition. **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 12, p. 3075-3087, 2003a.

KERR, B. J.; YEN, J. T.; NIENABER, J. A.; EASTER, R. A. Influence of dietary protein level, amino acid supplementation on environmental temperature on performance, body composition, organ weights and total heat production of growing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 8, p. 1998-2007, 2003b.

KILL, J. L.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F. M.; FERREIRA, A. S.; LOPES, D. C.; SILVA, F. C. O.; DA SILVA, M. F. G. B. Níveis de lisina para leitoas com alto potencial genético para deposição de carne magra dos 65 aos 95 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1647-1656, 2003.

LANGE, K.; COUDENYS, K. **Interactions between nutrition and the expression of genetic performance potentials in grower-finisher pigs**. University of Guelph, Department of Animal Science, 1997. Disponível em:
<<http://mark.asci.ncsu.edu/nsif/96proc/delange.htm>>. Acesso em 11/12/2008.

LAWRENCE, T. L. J.; FOWLER, V. R. **Growth of farm animals**. Wallingford: Cab International, 1997. 330 p.

LE BELLEGO, L.; NOBLET, J. Performance and utilization of dietary energy and amino acids in piglets fed low protein diets. **Livestock Production Science**, v. 76, n. 1/2, p. 45-58, 2002.

LE BELLEGO, L.; VAN MILGEN, J.; NOBLET, J. Effect of high temperature and low-protein diets on the performance of growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 80, n. 3, p. 691-701, 2002.

LE FLOC'H, N.; MELCHIORA, D.; OBLED, C. Modifications of protein and amino acid metabolism during inflammation and immune system activation. **Livestock Production Science**, v. 87, n. 1, p. 37-45, 2004.

LEWIS, A. J. Amino acids in swine nutrition. In: MILLER, E. R.; ULLREY, D. E.; LEWIS, A. J. **Swine nutrition**. Stonehan: British Lib., 1991. p. 147-164.

MARTINEZ, G. M.; KNABE, D. A. Digestible lysine requirement of starter and grower pigs. **Journal of Animal Science**, v. 68, n. 9, p. 2748-2755, 1990.

MARTINEZ, G.M., KNABE, D.A. Digestible lysine requirement of starter and grower pigs. **Journal of Animal Science**, v. 68, n. 9, p. 2748-2755, 1990.

MOREIRA, I.; KUTSCHENKO, M.; FURLAN, A. C.; MURAKAMI, A. E., MARTINS, E. N.; SCAPINELLO, C. Exigência de lisina para suínos em crescimento e terminação, alimentados com rações de baixo teor de proteína, formuladas de acordo com o conceito de proteína ideal. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 26, n. 4, p. 537-542, 2004.

MORETTO, V.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M., FONTES, D.O. Níveis de lisina para suínos da raça Landrace, de 15 a 30 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n. 3, p.803-809, 2000.

NAM, D. S.; AHERNE, F. X. The effects of lysine: energy ratio on the performance of weanling pigs. **Journal of Animal Science**, v. 72, n. 5, p. 1247-1256, 1994.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirement of swine**. 9. ed. Washington: National Academy of Sciences, 1988. 93 p.

NATIONAL RESEACH COUNCIL (NRC). **Nutrients requirements of swine**. 10. ed. Washington: National Academy of Sciences, 1998.

NOBLET, J. Impact of dietary crude protein on metabolic utilization of energy in pigs. In: LATIN AMERICAN COLLEGE OF ANIMAL NUTRITION, 2003, México. Engormix.com. Community of International Business Related to Animal Production. Ano de publicação. Disponível em: <www.engormix.com/e_articles.asp?ID=100>. Acesso em: 10/01/2009.

NOGUEIRA, E. T.; TEIXEIRA, A. O.; PUPA, J. M. R.; LOPES, D. C. Manejo nutricional e alimentação nas fases de recria e terminação de suínos. In: ENCONTROS TÉCNICOS ABRAVES, 2001, Santa Catarina. Embrapa Suínos e Aves/SC, 2001. Disponível em: <www.cnpas.embrapa.br/abrades-sc/pdf/Memorias2001/6_eduardoNogueira.pdf>. Acesso em: 15/01/2009.

OLIVEIRA, V. **Influência de rações com baixos teores de proteína bruta no balanço de nitrogênio e retenção tecidual em suínos em crescimento**. 2004. 98 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2004.

OLIVEIRA, A.L.S., DONZELE, J.L., OLIVEIRA, R.F.M., DE ABREU, M.L.T., FERREIRA, A.S., SILVA, F.C.O., HAESE, D. Exigência de lisina digestível para suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça dos 15 aos 30 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2338-2343, 2006.

OTTO, E. R.; YOKOYAMA, M.; KU, P. K.; AMES, N. K.; TROTTIER, N. L. Nitrogen balance and ileal amino acid digestibility in growing pigs fed diets reduced in protein concentration. **Journal of Animal Science**, v. 81, n 7, p. 1743-1753, 2003.

PARTRIDGE, I. G.; LOW, A. G.; KEAL, H. D. A note on the effect of feeding frequency on nitrogen use in growing boars given diets with varying levels of free lysine. **Animal Production**, Edingurgh, v. 40, n. 2, p. 375-377, 1985.

PETTIGREW, J. E.; SOLTWEDEL, K. T.; ESNAOLA, M. A. Nutrition of lactating sows. In: CCONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA, 2., 2004, Foz do Iguaçu. **Anais ... Foz do Iguaçu: Porkworld**, 2004. p. 153-158.

PUPA, J. M. R.; ORLANDO, U. A. D.; DONZELE, J. L. Requerimentos nutricionais de suínos nas condições brasileiras. In: WORKSHOP LATINO-AMERICANO AJINOMOTO BIOLATINA, 1., 2001, Foz do Iguaçu – PR. [Anais...] p. 143-153, 2001.

QUINIOU, N.; NOBLET, J.; DOURMAD, J. Y. Effect of energy intake on the performance of different types of pig from 45 to 100 kg body weight. 2. Tissue gain. **Animal Science**, v.63, n.2, p.289-296, 1996.

RESENDE, W.O., DONZELE, J.L., OLIVEIRA, R.F.M., ABREU, M.L.T., FERREIRA, A.S., SILVA, F.C.O., APOLÔNIO, L.R. Níveis de energia metabolizável mantendo a relação lisina digestível:caloria em rações para suínos machos castrados em terminação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 1101-1106, 2006.

ROSSONI, M.C. **Níveis de lisina em rações para fêmeas suínas, dos 15 aos 95 kg**. 2007. 64 p. Tese (Doutorado em Nutrição de Monogástricos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F. M.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos. Tabelas brasileiras para aves e suínos**. 2. ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005. 186 p.

ROTH, F. X.; EDER, K.; RADEMACHER, M. Effect of apparent ileal digestible lysine to energy ratio on performance growing pigs at different dietary metabolizable energy levels. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 83, n. 4-5, p. 181-192, 2000.

SALAK-JOHNSON, J. L.; MCGLONE, J. J. Making sense of apparently conflicting data: Stress and immunity in swine and cattle. **Journal of Animal Science**, v. 85, p. E81-E88, 2007.

SALTER, D.N., MONTGOMERY, A.I., HUDSON, A. et al. Lysine requirements and whole-body protein turnover in growing pigs. **British Journal Nutrition**, v.63, n.3, p.503-13, 1990.

SHRIVER, J. A.; CARTER, S. D.; SUTTON, A. L.; RICHERT, B. T.; SENNE, B.W.; PETTEY, L. A. Effects of adding fiber sources to reduced-crude protein, amino acid supplemented diets on nitrogen excretion, growth performance, and carcass traits of finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 2, p. 492-502, 2003.

SILVA, I. C. M.; RIBEIRO, A. M. L. Interação nutrição e imunologia em aves e suínos. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 2008, Campinas. [Anais...] Campinas, SP.: CBNA, 2008.

SMITH, I. J.W.; TOKACH, M. D.; NELSSSEN, J. L.; GOODBAND, R.D. Effects of lysine: calorie ratio on growth performance of 10 to 25 kilogram pigs. **Journal of Animal Science**, v. 77, n. 11, p. 3000-3006, 1999.

SOUZA, A.M. **Exigências nutricionais de lisina para suínos mestiços, de 15 a 95 kg de peso**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 81p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.

STAHLEY, T. Nutrition affects lean growth, carcass composition. **Feedstuffs**, v. 65, n. 26, p. 12/23, 1993.

STAHLY, T.S. Amino acids in growing, finishing and breeding swine. *Proceedings of the Animal Nutrition Institute of the National Feed Ingredients Association*. 1991. Disponível em: <http://www.extension.umn.edu/distribution/livestocksystems/DI6496.html#Needs>. Acesso em 15/01/2009.

STERLING, K. G.; PESTI, G. M.; BAKALLI, R. I. Performance of broiler chicks fed various levels of dietary lysine and crude protein. **Poultry Science**, v. 82, n. 12, p. 1939-1947, 2003.

SUSENBETH, A. Factors affecting lysine utilization in growing pigs: an analysis of literature data. **Livestock Production Science**, v. 43, n. 3, p. 193-204, 1995.

SZABO, C.; JANSMAN, A. J.; BABINSZKY, L.; KANIS, E.; VERSTEGEN, M.W. Effect of dietary protein source and lysine:DE ratio on growth performance, meat quality, and body composition of growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 79, n. 11, p. 2857-2865, 2001.

TAYLOR, J. A.; SALTER, D. N.; CLOSE, W. H.; LASWAI, G. H. Serum concentrations of insulin-like growth factor and cholesterol in relation to protein and fat deposition in growing pigs. **Animal Production**, v. 55, p. 257-264, 1992.

TIZARD, I. R. **Imunologia veterinária – Uma introdução**. 6. ed. São Paulo: Koca, 2002. 531 p.

TOLEDO, A. L.; BERTO, D.A.; TAKEARA, P.; ALBUQUERQUE, R.; SCHAMMASS, E.A.; TRINDADE NETO, M.A. Lisina digestível e óleo de soja para machos castrados dos 20 aos 45 kg: efeitos subsequentes à terminação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 12., 2005, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, CE: Associação Brasileira de Veterinários Especialistas em Suínos, 2005. CD-ROM.

TRINDADE NETO, M. A.; PETELINCAR, I. M.; BERTO, D. A.; SCHAMMASS, E. A.; BISINOTO, K. S.; CALDARA, F. R. Níveis de lisina para leitões na fase inicial-1 do crescimento pós-desmame: composição corporal aos 11,9 e 19,0 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 1777-1789, 2004. Suplemento 1.

TRINDADE NETO, M. A.; MOREIRA, J. A.; BERTO, D. A.; ALBUQUERQUE, R.; SCHAMMASS, E. A. Energia metabolizável e lisina digestível para suínos na fase de crescimento, criados em condições de segregação sanitária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 1980-1989, 2005.

TRINDADE NETO, M. A.; MOREIRA, J. A.; BERTO, D. A.; MIGUEL W. C.; SCHAMMASS, E. A. Níveis de proteína bruta em dietas comerciais para suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 1, p. 103-108, 2008.

TUITOEK, J. K.; YOUNG, L. G.; DE LANGE, C. F. M.; KERR, B. J. The effect of reducing excess dietary amino acids on growing-finishing pig performance: an evaluation of the ideal protein concept. **Journal of Animal Science**, v. 75, n. 6, p. 1575-1583, 1997.

URYNEK, W.; BURACZEWSKA, L. Effect of dietary energy concentration and apparent ileal digestible lysine:metabolizable energy ratio on nitrogen balance and growth performance of young pigs. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. 1227-1236, 2003.

VAN LUNEN, T. A. Ideal protein requirements of modern genotypes. **Pigs**, v. 11, n. 1, febr., p.12-13, 1995.

VAN LUNEN, T. A.; COLE, D. J. A. The effect of dietary concentration and lysine/digestible energy ratio on growth performance and nitrogen deposition of young hybrid pigs. **Animal Science**, v. 67, n. 1, p. 117-129, 1998.

WANG, T. C.; FULLER, M. F. The optimum dietary amino acids pattern for growing pigs. 1. Experiments by amino acid deletion. **British Journal of Nutrition**, v. 62, n. 1, p. 77-89, 1989.

WEBB, K. E. Intestinal absorption of protein hydrolysis products: a review. **Journal of Animal Science**, v. 68, n. 9, p. 3011-3022, 1990.

WEBB, J. How we produce a uniform high quality market pig. In: LONDON SWINE CONFERENCE, 2003, London. **Proceedings...** London, 2003. p.105-111. Disponível em: <http://www.londonswineconference.ca-proceedings-2003-LSC2003_JWebb.pdf>. Acesso em: 25/11/2008.

WEBEL, D. M.; FINCK, B.N.; BAKER, D.H.; JOHNSON, R.W. Time course of increased plasma cytokines, cortisol and urea nitrogen in pigs following intraperitoneal injection of lipopolysaccharide. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 1514-1520, 1997.

WHITTEMORE, C; ELSLEY, . **The science and practice of pig production**. 1.ed. Londres: Printed Singapore, 1993. 661p.

WILLIAMS, W.D.; CROMWELL, G.L.; STAHLY, T.S.; OVERFIELD, J.R. The lysine requirement of the growing boar versus barrow. **Journal of Animal Science**, v. 58, n. 3, p. 657-665, 1984.

WILLIAMS, N. H.; STAHLY, T. S.; ZIMMERMAN, D. R. Effect of chronic immune system activation on body nitrogen retention, partial efficiency of lysine utilization, and lysine needs of pigs. **Journal of Animal Science**, v. 75, n. 9, p. 2472-2480, 1997a.

WILLIAMS, N. H.; STAHLY, T. S.; ZIMMERMAN, D. R. Effect of chronic immune system activation on the rate, efficiency, and composition of growth and lysine needs of pigs fed from 6 to 27 kg. **Journal of Animal Science**, v. 75, n. 9, p. 2463-2471, 1997b.

WILLIAMS, N. H.; STAHLY, T. S.; ZIMMERMAN, D. R. Effect of chronic immune system activation on the growth and dietary lysine needs of pigs fed from 6 to 112 kg. **Journal of Animal Science**, v. 75, n. 9, p. 2481-2496, 1997c.

ZANGERONIMO, M. G.; FIALHO, E.T.; FREITAS, R.T.F.; HESPANHOL, R.; COSTA, L.B.; ROCHA, E.V.H. Efeito da redução da proteína bruta de rações suplementadas com aminoácidos sobre a excreção de nitrogênio de suínos em crescimento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, MS: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. CD-ROM.

ZANGERONIMO, M. G. **Níveis de lisina digestível em rações para leitões de 9 a 25 kg**. 2006. 95 p. Tese (Doutorado em Nutrição de Monogástricos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2006.

ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A. SANEST – Sistemas de análise estatística para microcomputadores. Pelotas: UFPel, 1984. (Registro SEI nº06606-0, Categoria AO).