

RAFAEL COUTINHO FINAMOR CHIARADIA

**NÍVEIS DE LISINA E ENERGIA EM RAÇÕES
FORMULADAS COM BAIXO TEOR DE PROTEÍNA
BRUTA PARA SUÍNOS EM CRESCIMENTO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador:
Prof. Elias Tadeu Fialho

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2008**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Chiaradia, Rafael Coutinho Finamor.

Níveis de lisina e energia em rações formuladas com baixo teor de proteína bruta para suínos em crescimento. / Rafael Coutinho Finamor Chiaradia. -- Lavras : UFLA, 2008.

85 p. : il.

Mestrado (Dissertação) – Universidade Federal de Lavras, 2008.

Orientador: Elias Tadeu Fialho.

Bibliografia.

1. Aminoácidos sintéticos. 2. Nutrição. 3. Conformação de carcaça. 4. Metabolismo. I.Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD- 636.408

RAFAEL COUTINHO FINAMOR CHIARADIA

**NÍVEIS DE LISINA E ENERGIA EM RAÇÕES FORMULADAS COM
BAIXO TEOR DE PROTEÍNA BRUTA PARA SUÍNOS EM
CRESCIMENTO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 28 de Fevereiro de 2008.

Prof. José Augusto de Freitas Lima – DZO - UFLA

Prof. Paulo Borges Rodrigues – DZO - UFLA

Prof. Raimundo Vicente de Sousa – DMV - UFLA

Prof. Márcio Gilberto Zangerônimo - UNIFENAS

Prof. Elias Tadeu Fialho
DZO - UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2008

Ofereço

Aos meus pais José Wanderley e Marieta pelo amor, exemplo e incentivo incondicional em todos os momentos importantes da minha vida.

À grande mulher Yolanda Coutinho Finamor, minha avó, exemplo de vida, pessoa iluminada por Deus que sempre ora por mim.

Ao meu avô Plínio Finamor, pela amizade e incentivo para que eu seguisse sempre firme nesta caminhada

As minhas tias Marisa e Zélia pelo carinho, incentivo, apoio e amizade sempre.

Às minhas irmãs Ana Elisa e Ana Emília pela amizade e carinho.

À minha namorada Érika pelo amor, paciência e companheirismo nos momentos bons ou ruins e a toda sua família que me acolheu com o maior carinho e amizade.

A todos os meus familiares e amigos por se empenharem para que eu nunca me sentisse sozinho em minha caminhada.

Dedico

A Deus pela Graça que permitiu a realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

A Deus por me dar forças para lutar por meus ideais até mesmo nos momentos de fraqueza.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Zootecnia pela oportunidade de realização do curso.

À Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo financiamento do trabalho.

Ao professor Elias Tadeu Fialho pela orientação, apoio e confiança durante todas as etapas deste trabalho.

Aos Professores Raimundo Vicente de Sousa e Antonio Gilberto Bertechini pelos ensinamentos, pela amizade, confiança e incentivo.

Ao meu co-orientador Prof. José Augusto de Freitas Lima pelo excelente convívio e bom humor contagiante, fundamental em determinadas horas desta travessia.

Ao Professor Paulo Borges Rodrigues pela confiança, co-orientação e colaboração para a elaboração deste trabalho.

Ao colega Vinicius de Souza Cantarelli, pela paciência e pelos ensinamentos durante as etapas deste trabalho.

Aos funcionários do Setor de Suinocultura da UFLA, Hélio Rodrigues e Alison, pela amizade e dedicação durante a condução do experimento.

Aos funcionários do DZO, Borginho, Gilberto, Márcio, José Virgílio, Carlos Henrique, Kátia, Keila, Pedro e Kekey pelo apoio no que foi necessário.

A todos os companheiros e amigos do Núcleo de Estudos em Suinocultura (NESUI), especialmente Raquel C. Wolp, Luis Gustavo dos S.

Cerqueira, Carlos Enrique da T. Barbosa, Tarciso Cordeiro E. J. Villela, Hebert Silveira e Leandro de Melo Pereira pelo apoio na realização dos trabalhos.

Aos amigos João Fernando F.S. Carvalho e Ana Paula Fulan e Silva pela amizade e apoio em momentos difíceis.

A todos os colegas de Pós-Graduação, de maneira especial Ana Luisa, Lívy S. B. de Queiros, Luziane M. dos Santos, João Irineu da Mata Jr., Fabiano Simeone, Ivan B. Allamam e Bruno Menezes Lopes.

Aos colegas de república Geraldo Felipe F.e Silva, Fernando H.C. Lacombe, Kollien W. Van Den Broek, Robson Augusto Pereira e ao Dennis Kievitsbosch , pela convivência durante esses dezoito meses.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

RAFAEL COUTINHO FINAMOR CHIARADIA, filho de José Wanderley Chiaradia e Marieta Consuelo Coutinho Finamor Chiaradia, nasceu em Cambuí, MG, em 10 de maio de 1981.

Concluiu o ensino médio na Escola Estadual Professor Antônio Felipe de Salles, Cambuí, MG e Segundo Grau no Colégio e Curso Meta, Cambuí, MG, em 1998.

Em março de 2000, ingressou na Universidade Federal de Lavras onde, em dezembro de 2004, obteve o título de Médico Veterinário.

Em março de 2005, iniciou o curso de Especialização em residência médico veterinária pela Universidade Federal de Minas Gerais, concentrando seus estudos na área de Reprodução Animal, obtendo o título de “Especialista” em março de 2006.

Em agosto de 2006, iniciou o curso de Pós-graduação em Zootecnia na Universidade Federal de Lavras, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Monogástricos.

Em 28 de fevereiro de 2008, submeteu-se à defesa da dissertação para obtenção do título de “Mestre”.

SUMÁRIO

LISTAS DE TABELAS	i
LISTA DE FIGURAS	iii
RESUMO	iv
ABSTRACT	vi
INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO I	2
REVISÃO DE LITERATURA.....	3
1 Formulação de rações com reduzido teor de proteína bruta	3
2 Relação entre exigência nutricional e a utilização de aminoácidos sintéticos	5
3 Níveis de Lisina nas rações formuladas com baixo teor de proteína bruta	7
4 Níveis de energia nas rações para suínos em crescimento.....	11
5 Utilização de nitrogênio pelos suínos	13
6 Referências Bibliográficas	17
CAPÍTULO II	22
DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA DE SUÍNOS EM CRESCIMENTO RECEBENDO RAÇÕES FORMULADAS COM BAIXO TEOR DE PROTEÍNA BRUTA E DIFERENTES NÍVEIS DE LISINA E ENERGIA	22
RESUMO	23
ABSTRACT	24
1 INTRODUÇÃO	25
2 MATERIAL E MÉTODOS	26
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4 CONCLUSÃO	46
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
CAPÍTULO III	50
EFEITO DE NÍVEIS DE LISINA E ENERGIA EM RAÇÕES PARA SUÍNOS EM CRESCIMENTO FORMULADAS COM BAIXO TEOR DE PROTEÍNA BRUTA NO BALANÇO DE NITROGÊNIO E ENERGÉTICO.....	50

RESUMO	51
ABSTRACT	52
1 INTRODUÇÃO	53
2 MATERIAL E MÉTODOS	54
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
4 CONCLUSÃO	68
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
ANEXOS	72

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

- Tabela 1** – Composição das rações experimentais..... 27
- Tabela 2** – Ganho de peso médio diário, consumo médio diário de ração e conversão alimentar de suínos dos 20 aos 50 kg recebendo rações com diferentes níveis de lisina digestível e energia metabolizável.....31
- Tabela 3** – Consumo diário de lisina (g/dia), consumo diário de energia metabolizável (kcal/dia) e eficiência de utilização de lisina dietética por suínos dos 20 aos 50 kg recebendo rações com diferentes níveis de lisina digestível e energia metabolizável.....35
- Tabela 4** – Peso ao abate, peso da carcaça quente, e rendimento da carcaça de suínos em crescimento recebendo rações com diferentes níveis de lisina digestível e energia metabolizável.....38
- Tabela 5** – Perdas após o resfriamento da carcaça (%) de suínos em crescimento recebendo rações com diferentes níveis de lisina digestível e energia metabolizável.....40
- Tabela 6** – Área de olho de lombo, espessura de toucinho e relação carne:gordura de suínos em crescimento recebendo rações com diferentes níveis de lisina digestível e energia metabolizável.....42
- Tabela 7** – Equações de regressão das variáveis estudadas com suínos aos 50 kg recebendo rações de crescimento com diferentes níveis de lisina.....45

CAPÍTULO III

- Tabela 1** – Composição das rações experimentais..... 55

Tabela 2 –	Balanço de nitrogênio de suínos em crescimento recebendo rações formuladas com baixo teor de proteína bruta e com diferentes níveis de lisina digestível verdadeira e energia metabolizável.....	59
Tabela 3 –	Balanço de energético de suínos em crescimento recebendo rações formuladas com baixo teor de proteína bruta e com diferentes níveis de lisina digestível verdadeira e energia metabolizável.....	66

LISTAS DE FIGURAS

CAPÍTULO II

- Figura 1** – Ganho de peso médio diário (g/dia) de suínos dos 20 aos 50 kg recebendo rações com diferentes níveis de lisina digestível e energia metabolizável.....32
- Figura 2** – Conversão alimentar de suínos dos 20 aos 50 kg recebendo rações com diferentes níveis de lisina digestível e energia metabolizável.....34
- Figura 3** – Eficiência de utilização de lisina digestível de suínos dos 20 aos 50 kg recebendo rações com diferentes níveis de lisina digestível e energia metabolizável.....36
- Figura 4** – Peso ao abate de suínos em crescimento recebendo rações com diferentes níveis de lisina digestível em rações com 3060 kcal EM/kg e 14% PB.....39
- Figura 5** – Relação carne:gordura na carcaça resfriada de suínos em crescimento recebendo rações com diferentes níveis de lisina digestível em rações com 3400 kcal EM/kg e 14% PB.....45

CAPÍTULO III

- Figura 1** – Absorção de nitrogênio (%) de leitões aos 36 kg recebendo rações com baixo teor de proteína bruta (14%) e diferentes níveis de lisina digestível verdadeira e energia metabolizável.....61
- Figura 2** – Retenção de nitrogênio (%) de leitões aos 36 kg recebendo rações com baixo teor de proteína bruta (14%) e diferentes níveis de lisina digestível verdadeira e energia metabolizável.....63
- Figura 3** – Eficiência de utilização do nitrogênio absorvido (%) de leitões aos 36 kg recebendo rações com baixo teor de proteína bruta (14%) e diferentes níveis de lisina digestível verdadeira e energia metabolizável.....64

RESUMO

CHIARADIA, Rafael Coutinho Finamor. **Níveis de lisina e energia em rações formuladas com baixo teor de proteína bruta para suínos em crescimento.** 2008. 85 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG*

Dois experimentos foram conduzidos para avaliar o efeito de níveis de lisina digestível (LISD) em rações com teor reduzido de proteína bruta em diferentes níveis de energia metabolizável (EM), relacionando o desempenho, características de carcaça, balanço de nitrogênio e balanço energético de suínos dos 20 aos 50 kg. No experimento I, foram utilizados 104 suínos machos castrados, de alto potencial genético, com peso inicial de $22,5 \pm 1,43$ kg, alojados em galpão de crescimento durante 31 dias. Para o experimento II foram utilizados 52 suínos machos castrados, com peso médio de $36,13 \pm 2,8$ kg alojados individualmente em gaiolas de metabolismo. A quantidade de ração total fornecida diariamente foi estabelecida com base no peso metabólico ($PV^{0,75}$). O experimento foi realizado em quatro períodos de 10 dias, com 13 animais cada. Os sete primeiros dias foram utilizados para adaptação dos animais e os 3 dias restantes para coleta total de fezes e urina. Em ambos os experimentos os animais foram distribuídos em blocos ao acaso em esquema fatorial $3 \times 4 + 1$, três níveis de EM (3060, 3230 e 3400 kcal/kg), quatro de LISD (0,7; 0,9; 1,1 e 1,3%) em rações com 14% de PB e um tratamento controle com 3230 kcal EM/kg, 1,03% LISD e 18% PB, formulado de acordo com tabelas nacionais. No experimento I observou-se que não houve interação ($P > 0,05$) entre níveis de LISD e EM nas variáveis de desempenho. Com relação ao ganho de peso, o efeito quadrático ($P < 0,05$) mostrou que 1,08% de lisina digestível promoveu melhor resultado, enquanto que o maior nível de energia proporcionou ($P < 0,05$) menor consumo, refletindo em uma melhor ($P < 0,05$) conversão alimentar juntamente com os maiores níveis de lisina estudados (1,3%). Em relação ao tratamento testemunha, nenhuma destas variáveis apresentou diferença significativa ($P > 0,05$). Os níveis de lisina e energia também influenciaram ($P < 0,05$) as características de carcaça, sendo 1,03% o nível desse aminoácido que proporcionou melhor rendimento de carcaça em rações com 3230 kcal de EM, não diferindo do tratamento controle. Com relação à área de olho de lombo, observou-se efeito quadrático dos níveis de LISD ($P < 0,05$) nas rações com 3230 e 3400 kcal de EM/kg, sendo obtido os melhores resultados com 1,00 e 1,04% deste aminoácido, respectivamente.

*Comitê de Orientação: Prf.Elias Tadeu Fialho – UFLA (orientador), Prof. José Augusto de Freitas Lima – UFLA, Prof. Paulo Borges Rodrigues.

A elevação dos níveis de aminoácidos sintéticos resultou em um aumento linear ($P<0,05$) na espessura de toucinho nos suínos que receberam dietas formuladas com 3060 kcal EM/kg. Os resultados também mostraram que dietas com 3400 kcal EM/kg resultaram em uma queda linear ($P<0,05$) na espessura do toucinho. A melhor relação carne:gordura no nível 3230 kcal EM foi obtida com 1,09% de lisina digestível. Conclui-se que os níveis de lisina digestível e energia metabolizável indicados na literatura nacional podem ser utilizados em rações com reduzido teor de proteína bruta, desde que devidamente suplementadas com aminoácidos sintéticos, sem influenciar o desempenho e as características de carcaça. De acordo com os resultados obtidos no exp. II, observo-se que nos níveis 3060kcal EM/kg houve efeito quadrático ($P<0,05$) para nitrogênio absorvido, sendo o melhor nível de lisina 0,98%. Para nitrogênio retido, no nível de 3400 kcal EM/kg houve uma regressão linear decrescente ($P<0,05$) para níveis de lisina. Na relação nitrogênio retido /nitrogênio absorvido houve regressão linear decrescente ($P<0,05$) quando 3400 kcal/kg foi utilizado, onde os menores níveis de LISD apresentaram os melhores resultados. No estudo do balanço energético, nos níveis mais elevados de energia (3230 e 3400 kcal/kg), houve ($P<0,05$) uma maior absorção de energia. Para as variáveis energia retida e a relação entre energia retida /absorvida não houve interação ($P>0,05$) entre os níveis de LISD e EM estudados. Não houve diferença ($P>0,05$) entre as rações experimentais e a ração controle para as variáveis estudadas. Conclui-se que os níveis 3230 kcal EM/kg e 1,03% de LISD podem ser utilizados sem afetar o aproveitamento do nitrogênio pelos suínos em crescimento, em rações com reduzido teor de proteína bruta.

ABSTRACT

CHIARADIA, Rafael Coutinho Finamor Chiaradia. **Levels of lysine and energy in diets formulated with low crude protein for barrows on growth.** 2008. 85 p. Dissertation (Master in Animal Science) – Federal University of Lavras, Lavras, MG*

Two experiments were conducted to evaluate the effect of digestible lysine levels (DLys) in diets with low level of crude protein (CP) in different levels of metabolizable energy (ME), on the performance, carcass characteristics, balance of nitrogen and energy in growing barrows. In experiment I, were used 104 barrows from high genetic potential, with initial weight means of 22.5 ± 1.43 kg, housed in stalls of growth over a period of 31 days. In the experiment II were used 52 barrows, with an means weight of 36.13 ± 2.8 kg housed individually in a metabolism cages. The total amount of feed daily basis was based on metabolic weight ($PV^{0.75}$). The experiment was conducted in four periods of 10 days, with 13 animals in each. The first seven days were used to adapt the animals and 3 days remaining to collect a total feces and urine. In both experiments, the animals were randomly divided into blocks in a factorial $3 \times 4 + 1$, three levels of ME (3060, 3230 and 3400 kcal / kg), four of DLys (0.7, 0.9, 1, 1 and 1.3%) in diets with 14% of CP and a control treatment with 3230 kcal ME /kg, 1.03% DLys and 18% CP, formulated according to national tables. In experiment I there was no interaction ($P > 0.05$) between the levels of DLys and ME on the performance variables. In relation to means daily gain, the quadratic effect ($P < 0.05$) shown that 1.08% of digestible lysine shown the best result, while the highest level of energy shown ($P < 0.05$) lower feed intake, reflecting in a better ($P < 0.05$) feed conversion by increased levels of digestible lysine (Dlys) up to 1,3%. Compared with the control treatment, any of these variables shown a significant difference ($P > 0.05$). The levels of DLys and ME also influenced ($P < 0.05$) the carcass characteristics, and 1.03% level Dlys shown better carcass yield in diet with 3230 kcal of ME, therefore these results were similar to the control treatment. In relation to *longissimus* muscle area, it was observed a quadratic effect ($P < 0.05$) in the diets with 3230 and 3400 kcal ME /kg, and the best results were observed with 1.00 and 1.04% of DLys, respectively. Increasing levels of synthetic amino acids resulted in a linear increase ($P < 0.05$) in the backfat tickness in the barrows fed diets formulated with 3060 kcal/kg. However the diet with 3400 kcal ME/kg resulted in a linear drop ($P < 0.05$) in the thickness of same.

*Guidance Committee: Prof. Elias Tadeu Fialho – UFLA (adviser), Prof. José Augusto de Freitas Lima – UFLA, Prof. Paulo Borges Rodrigues – UFLA.

Increasing levels of synthetic amino acids resulted in a linear increase ($P < 0.05$) in the backfat thickness in the barrows fed diets formulated with 3060 kcalME/kg. The results also shown that diets with 3400 kcal ME/kg shown a linear decreased ($P < 0.05$) in the thickness characteristics. The best meat:fat relationship in level 3230 kcal ME was obtained with 1.09% of digestible lysine. It is concluded that the levels of digestible lysine and metabolizable energy indicated in the national literature can be used in low crude protein diets, if the diets were supplemented with synthetic amino acids, without influencing the performance and the carcass yield of growing barrows. In the nitrogen and energy balance test (experiment II) the results shown that in 3060 kcal ME/kg levels there was quadratic regression ($P < 0.05$) for absorbed nitrogen, 0.98% being the best lysine level. For nitrogen withheld in the level of 3400 kcal ME/kg there was a decreasing linear regression ($P < 0.05$) for lysine levels. In the relationship nitrogen withheld /nitrogen absorbed, there was a decreasing linear regression ($P < 0.05$) when 3400 kcal / kg was used, where the lower levels of DLys showed the best results. In the study of the energy balance in the highest energy levels (3230 and 3400 kcal/kg), there was ($P < 0.05$) greater absorption of energy. For the retained energy variables and the relationship between energy retained /absorbed there was no interaction ($P > 0.05$) between the levels of DLys and ME studied. There was no significant difference ($P > 0.05$) between the experimental diets and diet control for these variables. It is concluded that the levels 3230 kcal ME/ kg and 1.03% of DLys may be used without affecting the use of nitrogen by growing pigs on diets with low content of crude protein.

INTRODUÇÃO

O suíno híbrido moderno apresenta considerável potencial genético de ganho de peso e eficiência na conversão alimentar. Neste aspecto a nutrição desempenha papel fundamental na determinação da eficiência de produção; logo, os avanços na suinocultura têm direcionado à novas pesquisas, principalmente no que diz respeito à formulação de dietas para atender às necessidades nutricionais dos suínos modernos.

Há hoje a necessidade de formular dietas adequadas ao desenvolvimento dos animais, principalmente com a utilização de novos conceitos, com o uso de aminoácidos sintéticos, que já é uma realidade em países em que a suinocultura se destaca. Porém, a redução da proteína bruta exige uma melhor definição das exigências de aminoácidos e de suas relações com os próprios níveis de proteína bruta e energéticos na dieta.

No entanto, a possibilidade da redução da proteína bruta (PB) com uso de aminoácidos nas rações tem levantado uma série de questionamentos, uma vez que essa prática pode estar relacionada a uma alteração no balanço metabólico energético dos animais, levando-os ao maior acúmulo de gordura, quando comparados com rações convencionais. Bem como a limitada ingestão de energia pode ser o fator de maior restrição à síntese protéica no suíno jovem.

Neste sentido, o presente trabalho foi conduzido para avaliar o efeito de níveis de lisina digestível em rações com teor reduzido de PB, em diferentes níveis de energia metabolizável, relacionando o desempenho, características de carcaça e os balanços de nitrogênio e energético em suínos dos 20 aos 50 kg.

CAPITULO I

REVISÃO DE LITERATURA

1 Formulação de rações com reduzido teor de proteína bruta

O nível de proteína das dietas de suínos suporta, como finalidades básicas, proporcionar quantidades de aminoácidos essenciais para manter o metabolismo orgânico; e nitrogênio, para a biossíntese dos aminoácidos dieteticamente dispensáveis. Entretanto, com o avançar da idade, as necessidades dietéticas de proteínas diminuem devido à redução de peso metabólico relativo e pelo aumento da capacidade de consumo em relação ao peso (Bertechini, 2006).

Até recentemente, a formulação de rações para suínos era baseada na composição química de proteína bruta e/ou aminoácidos totais dos alimentos, o que resultava em dietas com conteúdo de aminoácidos normalmente acima do exigido. As rações com níveis protéicos acima da real necessidade do animal, faz com que o excesso de aminoácidos seja catabolizado, acarretando em sobrecarga ao fígado e aos rins, que necessitam eliminar o nitrogênio em excesso e aumento do gasto energético para sua desaminação (Le Bellego et al., 2002), que por sua vez, leva a um maior incremento calórico, que deverá ser dissipado para o ambiente. Esse processo de catabolismo de aminoácidos excedentes aumenta a produção de calor e faz com que o animal reduza a quantidade de alimento consumido e, conseqüentemente, a quantidade de outros nutrientes indispensáveis para produção (Ferreira et al., 2006).

Os aminoácidos presentes nos alimentos apresentam uma variação na sua digestibilidade; logo, dietas formuladas com base em suas biodisponibilidades são mais precisas que a formulação com base no total deste nutriente (Apolônio et al., 2001). Neste contexto, Stahly et al. (1994) preconizam que a melhora no balanço de aminoácidos na alimentação de suínos,

associada à redução da proteína bruta na ração, possibilita uma maior eficiência na utilização desses nutrientes por animais de alta produção.

A suplementação das rações, com aminoácidos sintéticos, como forma de redução de parte do alimento protéico, começou a ser pesquisada, desenvolvendo-se então o conceito da “proteína ideal”. Parsons & Baker (1994), definem proteína ideal com sendo aquela que possui o equilíbrio ideal dos aminoácidos capaz de fornecer, sem deficiências e excessos, as exigências absolutas de todos os aminoácidos necessários à perfeita manutenção e crescimento da espécie.

O conceito de proteína ideal tem sido cada vez mais preconizado na nutrição de suínos, uma vez que se relaciona ao melhor aproveitamento dos nutrientes da dieta (De la Llata et al., 2002; Oliveira et al., 2006). Essa formulação impede o excesso ou desbalanceamento de aminoácidos, melhorando, assim, a eficiência de utilização e diminuindo a necessidade metabólica de conversão desses nutrientes em gordura, que serão depositadas na carcaça (Nogueira et al., 2001). Ainda neste conceito, se estabelece que os demais aminoácidos podem ser relacionados a um aminoácido referência (lisina). Se a exigência de lisina varia, devido a fatores como genótipo, sanidade ou peso vivo, o padrão dos outros aminoácidos altera-se proporcionalmente, mantendo uma constante relação com o aminoácido de referência. Isso permite uma adequação da dieta às diferentes condições de criação, promovendo também a redução do custo da ração, a partir da redução do nível protéico e a melhor utilização de ingredientes alternativos (Zervas & Zijlstra, 2002).

Entretanto, o uso de aminoácidos sintéticos tem gerado uma série de dúvidas, principalmente em se tratando da relação entre aminoácidos essenciais:não essenciais (Oliveira et al., 2006), uma vez que, na prática, apenas alguns aminoácidos são utilizados em rações contendo níveis reduzidos de proteína bruta (Zangeronimo et al., 2006). Além disso, a relação lisina:energia

também tem sido foco de atenção, visto que o nível de energia está diretamente relacionado ao consumo pelos animais (Resende et al., 2006).

2 Relação entre exigência nutricional e a utilização de aminoácidos sintéticos

O suíno moderno apresenta considerável potencial genético de ganho e eficiência de conversão alimentar. Entretanto, se não existir interação entre nutrição e potencial genético, este potencial não é atingido, ocorrendo ainda, redução do ganho de peso e piora da conversão alimentar. É necessário salientar que a nutrição desempenha papel fundamental na determinação da eficiência da produção. As dietas devem ser formuladas e ajustadas de acordo com a genética e cada fase da vida do animal, procurando otimizar a produção.

Os animais necessitam, diariamente de aminoácidos essenciais e de uma fonte de nitrogênio, para síntese de aminoácidos não essenciais. Em teoria, o limite para redução do teor de proteína bruta é aquele que atende às necessidades de manutenção e produção. Na prática, o limite de redução é dependente da quantidade de aminoácidos sintéticos disponíveis comercialmente (Le Bellego et al., 2001) e do custo desses aminoácidos.

Os níveis de aminoácidos adicionados devem estar estabelecidos com o teor de redução da proteína bruta na dieta (Stahly, 1994), seguindo as recomendações propostas por Tabelas de Exigências que, nas maiorias das vezes, baseiam-se em experimentos com dietas que contêm elevados níveis de proteína bruta (National Research Council, NRC, 1998; Rostagno et al., 2005). Como proposta para uso na nutrição animal, todos os aminoácidos indispensáveis são expressos como relações ideais ou porcentagem, em função de um aminoácido referência. Desta forma, as exigências de todos os

aminoácidos podem ser estimadas rapidamente, à medida que as exigências do aminoácido referência (lisina) sejam estabelecidas (Parsons & Baker, 1994).

De acordo com o National Research Council, NRC (1998), a utilização dos aminoácidos nos sítios celulares de síntese protéica é o que determina as exigências destes nutrientes em cada fase da vida produtiva do animal. Por sua vez, isso está relacionado à velocidade com que estes aminoácidos são absorvidos durante o processo de digestão dos alimentos. A absorção de aminoácidos sintéticos, quando comparada à absorção de aminoácidos presentes na proteína dos alimentos, é mais rápida (Baker, 1996), sendo a lisina e a treonina sintéticas absorvidas e transportadas para a veia porta mais rapidamente, promovendo um desequilíbrio nos sítios de síntese protéica (Yen et al, 1991). Os aminoácidos na forma de di e tri-peptídeos, apresentam maiores taxas de absorção, pois seus sítios absorptivos se diferem dos que transportam os aminoácidos livres, fato que pode prejudicar a absorção intestinal caso os aminoácidos sintéticos sejam adicionados em grandes quantidades (Webb, 1990). Logo, a formulação de rações com base no conceito de proteína ideal, vem promovendo alguns questionamentos com relação ao equilíbrio nos sítios de absorção dos aminoácidos no trato gastrintestinal.

A competição pelos sítios de absorção promovida pelos aminoácidos na forma livre pode fazer com que outros aminoácidos se tornem limitantes, mesmo presentes em quantidades adequadas na dieta (De la Llata et al., 2002). Lenis et al. (1999), ao avaliar as relações aminoácidos essenciais (AAE) e aminoácidos totais (AAT), observaram que, em diferentes níveis de proteína bruta, a relação AAE : AAT deve ser corrigida para otimizar a utilização de nitrogênio pelos animais. Logo, existe uma relação ideal entre a proteína bruta e níveis de inclusão de aminoácidos na dieta. Oliveira et al. (2004) e Zangeronimo (2006), avaliaram rações que foram formuladas de acordo com o conceito de proteína ideal e observaram que há uma relação fixa entre os aminoácidos (AAE:AAT) e,

quanto mais próxima a fração de aminoácidos da dieta estiver da relação ótima, maior será a utilização do nitrogênio.

Outro ponto importante é que o perfil de alguns aminoácidos pode se alterar em função da fase de desenvolvimento dos animais. Esta alteração se deve especialmente à diferença existente entre as necessidades dos aminoácidos para manutenção e a biossíntese de tecido magro. Metionina e treonina apresentam maiores exigências para manutenção em relação à síntese de proteína. Com a isoleucina, leucina e valina ocorre o inverso. 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 (Bertechini, 2006). Segundo este autor, mesmo sendo bem aceito pela comunidade científica, o conceito de proteína ideal ainda apresenta algumas discrepâncias nos padrões de aminoácidos indicados em relação à lisina, apresentada por autores e Tabelas de recomendações nutricionais.

3 Níveis de Lisina nas rações formuladas com baixo teor de proteína bruta

A síntese de tecido muscular, que promove melhor desempenho e qualidade de carcaça está diretamente correlacionada com a interação entre a genética e uma adequada suplementação nutricional (Oliveira et al., 2002).

As exigências do animal em proteínas correspondem às necessidades de aminoácidos essenciais, dos quais uma parte será depositada nos tecidos corporais, e de uma fração de nitrogênio indiferenciado para a síntese dos aminoácidos não essenciais (Noblet, 2001).

Os estudos com aminoácidos têm a lisina como referência nutricional, por se tratar de um aminoácido de fácil análise, estritamente essencial, não sendo sintetizado pelos suínos. Ao mesmo tempo, participa intensamente do crescimento dos tecidos, principalmente o muscular; tem exigência metabólica

alta; não sofre transaminação, evitando qualquer modificação metabólica que possa interferir nas determinações das suas exigências e é considerado o menos tóxico (Bertechini, 2006). Além disso, nas dietas à base de milho e farelo de soja, a lisina é considerada o primeiro aminoácido limitante, sendo utilizada como referência para a formulação de dietas que têm como base o conceito de proteína ideal (Wang & Fuller, 1989).

O suíno em fase de crescimento destina a maior parte dos aminoácidos para a síntese de tecido muscular, tendo sua maior taxa de síntese protéica no intervalo que vai do nascimento até os 45 a 65 kg de peso vivo. Nesse período, a lisina se torna importantíssima na diferenciação das características corporais dos animais selecionados geneticamente para síntese de carne magra, pois direcionam a maior parte deste aminoácido para a síntese de proteína muscular esquelética, apresentando ao mesmo tempo, ganho lipídico mínimo (Trindade Neto et al., 2004). Nesse sentido, a composição da carcaça pode ser usada como um ponto importante para determinar a relação ideal entre os aminoácidos e os níveis de energia exigidos pelos suínos.

Porém, quando a lisina encontra-se disponível em quantidades insuficientes ou excessivas, há comprometimento da utilização dos outros aminoácidos devido à competição pelos sítios de absorção ou de síntese proteica. Logo, a síntese muscular é prejudicada, favorecendo o acúmulo de tecido adiposo (Susenbeth, 1995).

A eficiência de utilização de lisina para ganho muscular está relacionada aos níveis dos demais aminoácidos e aos níveis energéticos da dieta (De la Llata et al., 2002). Segundo o conceito de proteína ideal, a redução da concentração protéica na ração implica na necessidade de inclusão de outros aminoácidos sintéticos além da lisina, treonina, metionina e triptofano, como por exemplo, a valina e a isoleucina (Le Bellego & Noblet, 2002,). Porém, a influência destas

rações no crescimento dos animais não está totalmente esclarecida (Oliveira et al., 2006).

Ao estudarem o desempenho de suínos em crescimento alimentados com rações contendo diferentes teores de proteína bruta (16%, 12% ou 12% suplementada com lisina, treonina e triptofano), Kerr et al. (2003) observaram que os animais que receberam rações contendo 12% PB tiveram pior desempenho em relação aos demais, exceto quando suplementadas com aminoácidos sintéticos. Resultados semelhantes foram obtidos por Le Bellego et al. (2002).

Diferentes níveis de proteína bruta na ração, foram estudados por Ferreira et al. (2006), para suínos machos castrados dos 15 aos 30 kg e mantidos em estresse calórico e verificaram que o teor de proteína bruta pode ser reduzido de 18 para 14 %, sem promover detrimento no desempenho dos animais, desde que haja suplementação adequada de aminoácidos. Guay et al. (2006) e Oliveira et al. (2006) também observaram que a redução do teor de proteína bruta da ração de suínos em crescimento em quatro unidades percentuais não altera o desempenho e a retenção de proteína, desde que as rações sejam suplementadas com aminoácidos essenciais. Portanto, de acordo com esses autores, o teor de proteína das rações de suínos em crescimento pode ser reduzida em até quatro unidades percentuais sem alterações no desempenho, desde que suplementadas com os principais aminoácidos limitantes.

Em contrapartida, Figueroa et al. (2002) relataram que, quando há restrições drásticas de proteína bruta nas rações para suínos em crescimento, pode haver redução no desempenho dos animais devido ao menor aporte de aminoácidos não-essenciais.

Outro ponto a ser questionado é a observação de maior deposição de gordura na carcaça de suínos quando alimentados com rações com baixos teores de proteína bruta (Jongbloed & Lenis, 1998). Le Bellego et al. (2001),

observaram que a redução da PB, mesmo naquelas dietas suplementadas com aminoácidos sintéticos para suprir as deficiências, apresentam maior quantidade de gordura na carcaça. Este fato pode estar associado ao conteúdo de energia líquida das rações, que é inversamente proporcional à concentração de proteína (Noblet et al., 1987, citado por Oliveira et al., 2006), ou seja, rações com baixa quantidade de PB são associadas ao excessivo acúmulo de gordura da carcaça de suínos (Oliveira et al. 2006). Isto se deve ao elevado conteúdo de energia líquida nas dietas com baixos teores de proteína bruta, suplementada com aminoácidos sintéticos, pois parte da energia que seria utilizada na desaminação de aminoácidos dos alimentos será depositada na forma de gordura.

Acredita-se que tais resultados ocorram devido ao menor peso dos órgãos e às taxas de síntese e degradação protéica observadas em animais consumindo rações com baixo conteúdo de proteína bruta (Chen et al., 1999). Oliveira et al.(2006) observaram que rações com menor quantidade de proteína influenciam no peso dos órgãos metabolicamente ativos, apesar destes representarem menos de 10% do peso corporal, eles são responsáveis por uma parcela significativa das exigências de manutenção.

Estudando a composição da carcaça de suínos em crescimento, alimentados com rações contendo diferentes teores de proteína bruta (16%, 12% ou 12% suplementada com lisina, treonina e triptofano), Kerr et al. (2003), não observaram diferença significativa entre os tratamentos. Resultados semelhantes para composição de carcaça também foram obtidos por Le Bellego et al. (2002). Segundo esses autores, pode-se reduzir em até quatro unidades percentuais o teor de proteína das rações de suínos em crescimento sem alterações na concentração de proteína e lipídios da carcaça, desde que suplementadas com os principais aminoácidos limitantes.

Diversos autores têm observado que a redução da proteína bruta de (18 e 16%) para níveis mais baixos (14 e 12%), desde que supridos os aminoácidos

essenciais, não tem prejudicado o ganho de peso dos animais. Além disso, tem sido associada uma diminuição no consumo de ração e conseqüentemente redução na conversão alimentar (De la Llata et al, 2002, Oliveira et al, 2006; Resende et al., 2006). Nesse sentido, a suplementação com aminoácidos nas rações para suínos modernos, como forma de substituir parte do alimento protéico, têm recebido especial atenção de pesquisadores (Zangeronimo, 2006).

4 Níveis de energia nas rações para suínos em crescimento

Os monogátricos consomem certas quantidades de ração para satisfazer primariamente suas necessidades energéticas (Bertechini, 2006), ou seja, a ingestão de energia é feita para atender as necessidades de manutença, crescimento e formação dos produtos. Portanto, torna-se de fundamental importância o conhecimento dos níveis de energia e proteína, visto que Hegedus (1996), afirma que o balanço entre estes dois é essencial para minimizar o uso de proteína para o catabolismo da energia do corpo.

Segundo Bertechini (2006), o suíno na fase de crescimento, consegue manter o nível de ingestão de energia através da variação do consumo de ração, desde que os níveis de energia não sejam extremos. Logo, a energia exerce influência direta sobre o consumo dos animais.

No processo de formulação de rações, é desejável que as exigências nutricionais sejam expressas em relação ao conteúdo energético das rações, especialmente as exigências protéicas, considerando o seu perfil de aminoácidos (Resende et al., 2006).

Suínos híbridos modernos apresentam menores necessidades energéticas em relação ao seu tamanho metabólico, quando comparados com animais que depositam maiores quantidades de gordura na carcaça. A maior síntese de tecido magro e água, conjuntamente, resulta em menores exigências energéticas para

ganho de peso. Porém, o aumento do conteúdo energético da ração resulta no aumento da taxa de ganho de peso, mas existe um ponto máximo a ser respeitado (*plateau*) pois, a partir disto, começa a deposição de gordura na carcaça (Bertechini, 2006). Desse modo, a síntese de tecido magro promovida pelo consumo de energia é obtida de forma eficiente apenas se o aporte de aminoácidos permitir a expressão genética do animal. Assim, a intensidade das respostas de desempenho, crescimento e de composição corporal (qualidade de carcaça) em termos de energia na ração são fundamentais para se estabelecer estratégias de alimentação adequadas para cada situação (Resende et al., 2006).

Apesar dos genótipos modernos responderem melhor ao aumento no consumo de energia, os efeitos de rações com diferentes níveis energéticos e com níveis protéicos balanceados, sobre o desempenho e as características de carcaça em suínos são pouco conhecidos. Segundo Resende et al. (2006), o uso de rações de alta densidade energética para suínos em fase de crescimento tem sido relacionado ao aumento do consumo de energia e, conseqüentemente, ao aumento no ganho de peso diário. Porém, segundo Le Bellego et al. (2001), ao se utilizar rações formuladas com reduzidos níveis de proteína bruta, implicando em menores perdas energéticas para metabolização dos nutrientes, há um maior acúmulo energético nos tecidos.

Com relação à ingestão diária de lisina, sabe-se que esta está diretamente relacionada ao consumo voluntário de ração pelos animais que, por sua vez, é influenciado pela quantidade de energia da dieta (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.

Durante o crescimento dos animais, a eficiência de utilização da energia é determinada pela quantidade de gordura e proteína corporal que são depositadas (De la Llata et al., 2002). Dessa forma, as variações na síntese protéica ocorridas em função do peso corporal, poderiam ter relação com o uso

da energia o que deve ser considerado em programas de alimentação multifásica e nas metas para diminuir a excreção de nitrogênio.

Usry & Boyd (2001) comentam que o balanceamento da proteína ideal em relação à energia, mantendo-se constante a relação lisina digestível:caloria, tem sido eficaz para melhorar o desempenho de suínos de genótipos modernos na fase de terminação, alimentados com rações com mais energia sem o comprometimento da qualidade de carcaça, uma vez que o consumo de aminoácidos está diretamente relacionado ao consumo de energia.

Segundo Le Bellego et al. (2002), é de se esperar que exista uma relação ideal entre energia e lisina como porcentagem na dieta, na qual haja um adequado aproveitamento energético e uma máxima absorção de aminoácidos pelo trato gastrintestinal.

Recentes avanços na genética de suínos modernos têm resultado em maior taxa de síntese protéica, e mais estudos devem ser conduzidos para estabelecer a relação ótima lisina:energia para garantir melhorias no desempenho e características de carcaça dos suínos nas fases de crescimento e terminação.

5 Utilização de nitrogênio pelos suínos

Da exigência diária de aminoácidos dos suínos, parte é para a manutenção (exigência de manutenção) e parte é destinada ao crescimento, reprodução e outras necessidades vitais ao metabolismo. Os suínos excretam continuamente nitrogênio e a necessidade de substituição constitui as exigências de manutenção (Moughan, 1994, citado por Zangeronimo, 2006). Já a exigência para síntese tecidual é diretamente associada com a capacidade de síntese de proteína do animal (National Research Council, NRC, 1998).

Os suínos excretam a maior parte do nitrogênio do metabolismo dos aminoácidos na forma de uréia. Essa excreção ocorre normalmente a uma taxa basal de eliminação. Existem, no entanto, duas situações que influenciam neste processo: o primeiro refere-se ao catabolismo dos aminoácidos e peptídeos durante o processo de gliconeogênese (metabolismo do jejum) para garantir o suporte de glicose para manutenção da glicemia normal. O segundo ocorre quando há um excesso na ingestão de proteína, havendo a necessidade de eliminação de todo o aminoácido que excede às necessidades de manutenção e produção (Bertechini, 2006).

O excesso de aminoácidos não pode ser armazenado pelo organismo; assim, toda quantidade ingerida acima da exigida é catabolizada. O catabolismo envolve a remoção e excreção do grupo amino e o uso do esqueleto de carbono na gliconeogênese, lipogênese ou, ainda, sua oxidação até gás carbônico e água (Larbier & Leclercq, 1994).

Figuerola et al. (2002) observaram que 45 a 60 % do nitrogênio consumido pelos suínos, alimentados com rações convencionais, é retido e o restante é eliminado nas fezes e urina. Já o National Research Council, NRC (1998) relata que em condições normais, apenas 35% a 45% do nitrogênio ingerido é retido pelos suínos, sendo o restante excretado.

O nitrogênio ingerido que não foi absorvido, e a fração endógena, dão origem ao nitrogênio presente nas fezes. O nitrogênio endógeno é oriundo principalmente das secreções digestivas (pancreáticas, biliares e intestinais), das descamações do epitélio intestinal e da massa microbiana. Já o nitrogênio rejeitado pelo metabolismo animal é o que constitui o nitrogênio urinário. A urina constitui a principal via de eliminação de nitrogênio no organismo dos mamíferos, sendo que, nos suínos, 60 a 80% do nitrogênio total excretado é eliminado por esta via. Mais de 95% do nitrogênio excretado na urina está na forma de uréia (Canh et al., 1998).

Pesquisas têm sido realizadas com o objetivo de rever os conhecimentos de nutrição e de alimentação, procurando uma forma de maximizar a utilização dos nutrientes pelos animais. Especificamente relacionado com o nitrogênio, o melhor manejo alimentar consiste em reduzir a proteína dietética ao máximo, até o seu limite técnico, fornecer dietas mais digestíveis, formuladas com base nos aminoácidos digestíveis e fazer um ajuste preciso das dietas, visando à redução do fornecimento de excessos de aminoácidos via utilização de programas multifásicos (Suida, 2001).

A redução da proteína bruta da ração, mantendo o mesmo nível de aminoácidos digestíveis, possibilita a manutenção do desempenho dos animais com redução no nitrogênio urinário e emissão de amônia pelos dejetos suínos (Canh et al., 1998). Contudo, Le Bellego et al. (2001) afirmam que essa redução deve se limitar ao ponto em que o suprimento de nitrogênio não essencial permita o bom aproveitamento da energia.

Le Bellego et al. (2002) relatam que é possível reduzir a excreção de nitrogênio sem afetar o desempenho e as características de carcaça através da redução da proteína bruta das rações desde que estas atendam às exigências de aminoácidos dos suínos e seja mantida uma relação ótima entre a lisina digestível e a energia, sendo adequado, neste caso, o uso de valores de energia líquida.

Em uma revisão entre os trabalhos científicos, Suida (2001), observou que, em média, a redução de 1% da proteína bruta da ração reduz em 10% a excreção de nitrogênio. Le Bellego et al. (2002), ao formularem rações com 22%, 20%, 18% e 17% de proteína bruta, suplementadas com lisina, treonina, triptofano, metionina, valina e isoleucina, de acordo com o conceito de proteína ideal para leitões na fase inicial, verificaram que a excreção de nitrogênio nos dejetos reduziu significativamente com o decréscimo de proteína bruta na ração. Para cada ponto percentual de diminuição na proteína da ração houve 12,5% de

decréscimo na excreção de nitrogênio urinário. De la Llata et al. (2002) e Zangeronimo et al.(2006) obtiveram resultados semelhantes.

Reduzindo em quatro unidades percentuais, o teor de PB da ração de animais em crescimento Shriver et al. (2003) observaram que, para cada unidade percentual reduzida no teor de proteína bruta na ração suplementada com aminoácidos, houve uma redução na excreção de nitrogênio pode ser reduzida em até 10%. Zangeronimo et al. (2006) verificaram que a redução dos níveis de proteína bruta na ração de leitões de 21% para 16,5%, com suplementação de aminoácidos sintéticos, promoveu uma redução na excreção de nitrogênio na urina em torno de 40% dos animais na fase inicial.

Portanto, a manipulação nutricional da dieta pode ajudar a diminuir a excreção de nitrogênio mediante a formulação de rações à base de aminoácidos digestíveis, melhorando a digestibilidade da dieta. Porém, ainda se faz necessária a realização de pesquisas para auxiliar na redução dos níveis protéicos das dietas até o seu limite técnico. Assim será possível compreender melhor a interação dos níveis de energia nas dietas formuladas com o conceito da proteína ideal sobre o metabolismo de nitrogênio.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APOLÔNIO, L.R. DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F. M.; SOUZA, A. V. C.; SILVA, F. C. O.; KILL, J. L.; SILVA, L. F. Digestibilidade aparente e verdadeira de aminoácidos em alimentos utilizados em dietas pré-iniciais para leitões determinada pelo método do sacrifício. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: ESALQ, 2001. CD-ROM.

BAKER, D.H. Advances in amino acid nutrition and metabolism of swine and poultry. In: KORNEGAY, E.T. (Ed.). **Nutrient management of food animals to enhance and protect the environment**. Boca Raton: CRC, 1996. p.41-53.

BERTECHINI, A.G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: UFLA, 2006. 301 p.

CANH, T.T.; CARNINK, A.J.A.; VERSTEGEN, M.W.A.; SCHRAMA, J.W. Influence of dietary factors on the pH and ammonia emission of slurry from growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.76, n.4, p.1123-1130, Apr. 1998.

CHEN, H.Y.; LEWIS, A.J.; MILLER, P.S.; YEN, J.T. The effect of excess protein on growth performance and protein metabolism of finishing barrows and gilts. **Journal of Animal Science**, v.77, p.3238-3247, 1999.

DE la LLATA, M.; DRITZ, S.S.; TOKACH, M.D.; GOODBAND, R. D.; NELSSSEN, 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.

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.; FISCHER, 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, p.2911–2919, 2002.

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.

HEDEGUS, M. The role of feed protein quality in reducing environmental pollution by lowering nitrogen excretion . III Strategies of feeding : A review **Acta Veterinaria Hungarica**, Budapest, v. 44, n. 2, p. 153-163, 1996.

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

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, p.3075–3087, 2003.

LARBIER, M.; LECLERCQ, B. **Nutrition and feeding of poultry**. Loughborough, Nottingham University, 1994. 305p.

LE BELLEGO, L.; MILGEN, J.V.; DUBOIS, S.; NOBLET, J. Energy utilization of low-protein diets in growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.79, p.1259–1271, 2001.

LE BELLEGO, L.; NOBLET, J. Performance and utilization of dietary energy and amino acids in piglets fed low protein diets. **Livestock Production Science**, Amsterdam, 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 performance of growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.80, n.3, p.691-701, Mar. 2002.

LENIS, N.P.; VAN DIEPEN, H. T.; BIKKER, P.; JONGBLOED, A. W.; VAN DER MEULEN, J. Effects of the ratio between essential and nonessential amino acids in the diet on utilization of nitrogen and amino acids by growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.77, n.7, p.1777-1787, July 1999.

NATIONAL RESEACH COUNCIL. **Nutrient requirements of swine**. 10.ed. Washington: National Academy of Sciences, 1998.

NOBLET, J. Avaliação energética em suínos. In: WORKSHOP LATINOAMERICANO AJINOMOTO BIOLATINA DE NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, Ajinomoto Biolatina: 2001. p. 2-17.

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: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS. **Encontros técnicos**. Concórdia, SC, 2001. v.1, p.35-54.

OLIVEIRA, A.L.S.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M.; PETITINGA, F.P. ; GENEROSO, R. R. Lisina para suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne magra dos 110 aos 125 kg. I Efeito sobre o desempenho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. CD-ROM.

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

OLIVEIRA, V.; FIALHO, E.T.; LIMA, J.A.F. Características de carcaça e peso de vísceras em suínos alimentados com rações contendo baixos teores de proteína bruta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.6, p.1890-1895, nov./dez. 2006.

PARSONS, C.M.; BAKER, D.H. The concept and use of ideal proteins in the feeding of non ruminants. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE NÃO-RUMINANTES; REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1994. p.119-128.

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.

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

SHRIVER, J.A.; CURTER, S.D.; SUTTON, A.L.; RICHERT, B.T.; SINNE, B.W.; PETTY, 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**, Champaign, v.81, n.2, p.492-502, Feb. 2003.

STAHLY, T.S.; WILLIAMS, N.H.; SWENSON, S. Impact of genotype and dietary amino acid regimen on growth of pigs from 6 to 25 kg. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.72, n.1, p.165-173, Jan. 1994.

SUIDA, D. Formulação por proteína ideal e conseqüências técnicas, econômicas e ambientais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO ANIMAL: proteína ideal, energia líquida e modelagem, 1., 2001, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, RS: EMBRAPA, 2001.

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

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.

USRY, J.; BOYD, R.D. Realidade da nutrição nos EUA: sistemas de energia modificada, proporção entre lisina e energia e dietas com altos teores de energia para suínos em crescimento relacionados ao desempenho animal, produção de carne e custos de produção. In: WORKSHOP LATINO-AMERICANO AJINOMOTO BIOLATINA, 1., 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Ajinomoto Biolatina, 2001. p.103-133.

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**, Wallingford, v.62, n.1. p.77-89, July 1989.

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

YEN J.T.; EASTER, R.A.; KERR, B.J. Absorption on free or protein-bound lysine and threonine in conscious multicannulated pig. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON DIGESTIVE PHYSIOLOGY IN PIGS, 5., 1991, Wageningen. **Proceedings...** Wageningen, The Netherlands: EAAP, 1991. p.79-84.

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

ZANGERONIMO, M.G.; FIALHO, E.T.; RODRIGUES, P.B.; LIMA, J.A.F.; PHILOMERO, R.; CANTARELLI, V.S. Efeito da redução da proteína bruta da ração baseando no conceito de proteína ideal sobre o desempenho de leitões dos 10 aos 25 kg. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, MS: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. 1 CD-ROM.

ZERVAS, S.; ZIJLSTRA, R.T. Effects of dietary protein and outhaul fiber on nitrogen excretion patterns and postprandial plasma urea profiles in grower pigs. **Journal of Animal Science**, v.80, n.12, p.3238-3246, Dec. 2002.

CAPITULO II

**DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA DE SUÍNOS EM
CRESCIMENTO RECEBENDO RAÇÕES FORMULADAS COM BAIXO
TEOR DE PROTEÍNA BRUTA E DIFERENTES NÍVEIS DE LISINA E
ENERGIA**

CHIARADIA, Rafael Coutinho Finamor. Desempenho e características de carcaça de suínos em crescimento recebendo rações formuladas com baixo teor de proteína bruta e diferentes níveis de lisina e energia. In: _____. **Níveis de lisina e energia em rações formuladas com baixo teor de proteína bruta para suínos em crescimento**. 2008. Cap. 2, p.22-49. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG*

RESUMO – O experimento foi conduzido no setor de suinocultura da UFLA para de avaliar o efeito de diferentes níveis de lisina digestível (LISD) em rações com diferentes níveis de energia metabolizável (EM), formuladas com baixo teor de proteína bruta (PB). Um total de 104 suínos machos castrados, de alto potencial genético, com peso inicial de $22,5 \pm 1,43$ kg e final de $47,8 \pm 3,35$ kg, alojados em galpão de crescimento, por um período de 31 dias. Os animais foram distribuídos em blocos ao acaso em esquema fatorial $3 \times 4 + 1$, três níveis de EM (3060, 3230 e 3400 kcal/kg), quatro de LISD (0,70; 0,90; 1,10 e 1,30%) em rações com 14% de PB e um tratamento controle com 3230 kcal EM/kg, 1,03% LISD e 18% PB, formulado de acordo com tabelas nacionais. Não houve interação ($P > 0,05$) entre os níveis de LISD e EM nas variáveis de desempenho. Com relação ao ganho de peso, o efeito quadrático ($P < 0,05$) mostrou que 1,08% de lisina digestível promoveu melhor resultado, enquanto que o maior nível de EM proporcionou ($P < 0,05$) menor consumo de ração, refletindo em uma melhor ($P < 0,05$) conversão alimentar, juntamente com os maiores níveis de lisina estudados (1,3%). Em relação ao tratamento controle, nenhuma destas variáveis apresentou diferença significativa ($P > 0,05$). Os níveis de lisina e energia também influenciaram ($P < 0,05$) as características de carcaça, sendo 1,03 % o nível desse aminoácido que proporcionou melhor rendimento de carcaça em rações com 3230 kcal de EM, não diferindo do tratamento controle. Com relação à área de olho de lombo, houve efeito quadrático ($P < 0,05$) nas rações com 3230 e 3400 kcal de EM/kg, obtendo os melhores resultados com 1,00 e 1,04% de LISD, respectivamente. A elevação dos níveis de aminoácidos sintéticos resultou em um aumento linear ($P < 0,05$) na espessura de toucinho nos animais que receberam dietas contendo 3060 kcal EM/kg. Já o uso de dietas com 3400 kcal EM/kg resultou em uma redução linear ($P < 0,05$) nesta variável. A melhor relação carne:gordura no nível 3230 kcal EM foi obtida com 1,09% de lisina digestível. Conclui-se que os níveis de lisina digestível e energia metabolizável indicados na literatura nacional podem ser utilizados em rações com reduzido teor de proteína bruta, desde que devidamente suplementadas com aminoácidos sintéticos, sem influenciar o desempenho e as características de carcaça.

Palavras-chave: Aminoácidos sintéticos, nutrição, proteína ideal, energia

CHIARADIA, Rafael Coutinho Finamor. Performance and characteristics of growing barrows carcass fed rations formulated with low levels of crude protein with different levels of lysine and energy. In: _____. **Levels of lysine and energy in diets formulated with low crude protein for barrows on growth.** 2008. Cap. 2, p.22-49. Dissertation (Master in Animal Science) – Federal University of Lavras, Lavras, MG*

ABSTRACT - An experiment was conducted in Swine Production Sector of UFLA to in order to verify the effect of different levels of digestible lysine (DLys) and levels of metabolizable energy (ME) in rations formulated with low crude protein (CP) on the performance and carcass characteristics for growing barrows. A total of 104 barrows from high genetic potential, with initial weight of 22.5 ± 1.43 kg and final weight of 47.8 ± 3.35 kg, were housed in a growth pigs stall for a period of 31 days. The animals were randomly divided into blocks in a $3 \times 4 + 1$ factorial design, three levels of ME (3060, 3230 and 3400 kcal/kg), four of LysD (0.7, 0.9, 1.1 and 1.3%) in diets with 14% of CP and a control treatment with 3230 kcal ME/kg, 1.03% DLys and 18% CP, formulated in accordance to national tables. There was no interaction ($P > 0.05$) between the levels of DLys and ME on the performance variables. In relation to main daily gain, the quadratic effect ($P < 0.05$) showed that 1.08% of digestible lysine shown best result, while the highest level of energy (ME) shown ($P < 0.05$) lower feed intake, reflecting in a better ($P < 0.05$) feed conversion by increasing the levels of digestible lysine in the diets (1.3%). In relation to the control treatment, any of these variables shown a significant difference ($P > 0.05$). The levels of digestible lysine and energy metabolizable also influenced ($P < 0.05$) the carcass characteristics, and 1.03% level of this amino acid which provided better carcass yield in diet with 3230 kcal of ME. Therefore these results shown to be a similar as compared to the a control treatment. In relation to the *longissimus* muscle area the results shown a quadratic effect ($P < 0.05$) in the diets with 3230 and 3400 kcal ME/kg. The best results were observed with 1.00 and 1.04% of DLys, respectively in the diets. Increasing the levels of synthetic amino acids resulted in a linear increase ($P < 0.05$) in the backfat thickness in the barrows fed diets containing 3060 kcal/kg. However the diet with 3400 kcal ME/kg resulted in a linear decreasing ($P < 0.05$) in the thickness variable. The best meat:fat relationship in level 3230 kcal ME was obtained with 1.09% of digestible lysine. It is concluded that the levels of digestible lysine (DLys) and metabolizable energy (ME) indicated in the national literature can be used in low crude protein diets, supplemented with synthetic amino acids, with no influence on the performance and carcass yield in the growing barrows.

Key words: synthetic amino acids, nutrition, ideal protein, energy

1 INTRODUÇÃO

Os suínos comerciais modernos apresentam uma fisiologia de crescimento diferenciada. Além de serem extremamente precoces, possuem maiores exigências para manutenção e crescimento do tecido magro (proteína) e menores exigências para acréscimo de gordura na carcaça.

A síntese protéica envolve uma série de reações bioquímicas que demandam gasto energético. Para cada nível de síntese de proteína há uma necessidade de energia associada, ou seja, há uma relação ideal entre a energia e os aminoácidos da dieta que maximiza a taxa de síntese de proteína corporal e a eficiência do crescimento. O consumo de níveis inadequados de energia irá limitar a síntese de proteína, mesmo com dietas não limitantes em aminoácidos. Entretanto, o uso de níveis elevados de aminoácidos, na tentativa de maximizar a síntese muscular, pode significar uma redução na eficiência alimentar. Logo, estes suínos devem ter a sua nutrição diferenciada com o intuito de poder explorar ao máximo seu potencial genético.

Neste contexto, a redução dos níveis protéicos da dieta, tem sido foco de muitas pesquisas com o intuito de formular dietas mais adequadas ao desenvolvimento dos animais. Porém, Rezende et al. (2006), afirmam que estas formulações vêm gerando uma série de questionamentos, pois a redução da proteína bruta da ração e suplementação com aminoácidos sintéticos, podem acarretar em alterações no balanço metabólico energético dos animais, o que afeta diretamente o desempenho dos mesmos.

Dessa forma, buscou-se com este experimento avaliar o efeito de níveis de lisina digestível em rações com diferentes níveis de energia metabolizável, formuladas com reduzido teor de proteína bruta, sobre o desempenho e características de carcaças de suínos em fase de crescimento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), no município de Lavras, região sul do Estado de Minas Gerais.

Antes do alojamento dos animais, foram feitas a limpeza e desinfecção do galpão, permanecendo por um período de sete dias de vazio sanitário. Logo após, os animais foram alojados e passaram 10 dias em período pré-experimental para adaptação ao ambiente. Foram utilizados 104 suínos machos castrados, de alto potencial genético para produção de carne magra, com peso inicial de $22,5 \pm 1,43$ kg, alojados em grupos de dois (parcela experimental), em baias com piso de concreto (2,3 x 1,5 m), dotadas de comedouros semi-automático e bebedouro tipo chupeta, localizadas em galpão de alvenaria com telhas de cerâmica, durante um período experimental de 31 dias. As temperaturas mínima e máxima registradas foram de $21,4 \pm 2,0$ °C e $26,4 \pm 1,9$ °C, respectivamente. A limpeza das baias foi realizada diariamente, pela manhã e pela tarde.

As rações foram formuladas à base de milho e farelo de soja para conterem diferentes níveis de lisina digestível (0,7; 0,9; 1,1 e 1,3%) e energia metabolizável (3060, 3230 e 3400 kcal/kg), contendo nível reduzido de proteína bruta (14%). Estas rações foram comparadas à uma ração convencional contendo 1,03% de lisina digestível, 3230 kcal/kg de EM e 18% de proteína bruta, formuladas de acordo com Rostagno et al. (2005). Os níveis de metionina e treonina foram ajustados em função da lisina, de acordo com a relação aminoacídica proposta por Rostagno et al. (2005). Todas as rações foram suplementadas com vitaminas e minerais de forma a atender as exigências mínimas sugeridas pelas tabelas nacionais. As dietas experimentais podem ser visualizadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição das rações experimentais

Ingredientes	Níveis de Energia Metabolizável (kcal/kg)												Controle
	3060			3230			3400			Níveis de lisina digestível (%)			
	0,7	0,9	1,1	1,3	0,7	0,9	1,1	1,3	0,7	0,9	1,1	1,3	
Milho	66,0	66,0	66,0	66,0	66,0	66,0	66,0	66,0	66,0	66,0	66,0	66,0	64,0
Far. Soja ¹	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	28,0
Óleo ²	2,5	2,5	2,5	2,5	3,5	3,5	3,5	3,5	4,5	4,5	4,5	4,5	2,5
Amido	1,6	1,6	1,6	1,6	4,0	4,0	4,0	4,0	6,3	6,3	6,3	6,3	0,0
Fos. Bic. ³	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,71
Calcáreo	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,385
Sal	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
NaHCO ₃	0,26	0,37	0,50	0,64	0,26	0,37	0,50	0,64	0,26	0,37	0,50	0,64	0,000
Px. Vita. ⁴	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Px. Min. ⁵	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
L-lisina ⁶	0,166	0,420	0,705	0,991	0,166	0,420	0,705	0,991	0,166	0,420	0,705	0,991	0,300
DL- Met. ⁷	0,00	0,06	0,12	0,18	0,00	0,06	0,12	0,18	0,00	0,06	0,12	0,18	0,040
L-Treo. ⁸	0,00	0,12	0,25	0,38	0,00	0,12	0,25	0,38	0,00	0,12	0,25	0,38	0,060
Antibió. ⁹	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
BHT ¹⁰	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Caolim ¹¹	7,8	7,3	6,7	6,1	4,4	3,9	3,3	2,7	1,0	0,6	0,3	0,0	2,2
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Valores calculados:

PB (%) ¹²	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	18,0
EM(kcal) ¹³	3060	3060	3060	3060	3230	3230	3230	3230	3400	3400	3400	3400	3230
Ca ⁺ (%) ¹⁴	0,630	0,630	0,630	0,630	0,630	0,630	0,630	0,630	0,630	0,630	0,630	0,630	0,650
Fós. (%) ¹⁵	0,332	0,332	0,332	0,332	0,332	0,332	0,332	0,332	0,332	0,332	0,332	0,332	0,332
Lis. (%) ¹⁶	0,7	0,9	1,1	1,3	0,7	0,9	1,1	1,3	0,7	0,9	1,1	1,3	1,03
Met.(%) ¹⁷	0,211	0,271	0,331	0,391	0,211	0,271	0,331	0,391	0,211	0,271	0,331	0,391	0,301
Treo. (%) ¹⁸	0,455	0,585	0,716	0,846	0,455	0,585	0,716	0,846	0,455	0,585	0,716	0,846	0,660

¹ Farelo de soja com 45% de proteína - ² Óleo de soja refinado - ³ Fosfato Bicálcico 18/24 - ⁴ Premix vitamínico contendo por kg do produto: vitamina A, 8.000.000 UI; vitamina D3, 1.200.000 UI; vitamina E, 20 g; vitamina K3, 2.500 mg; vitamina B1, 1.000 mg; riboflavina (B2), 4.000 mg; piridoxina (B6), 2.000 mg; vitamina B12, 20.000 mcg; niacina, 25.000 mg; ácido pantotênico, 10 g; ácido fólico, 600 mg; biotina, 50 mg; vitamina C, 50 g; antioxidante, 125 mg e excipiente q.s.q. 1000g - ⁵ Premix mineral contendo, por kg do produto: selênio, 500 mg; ferro, 180 g; cobre, 20 g; manganês, 80 g; zinco, 140 g; iodo, 4 g; cobalto, 4 g e excipiente q.s.q. 1000g - ⁶ L-lisina HCl 78% - ⁷ DL- Metionina 99% - ⁸ L-Treonina 98,5% - ⁹ Antibiótico = Tylan Sulfa® contendo, por kg do produto: tilosina (como fosfato) 100g, sulfametazina 100g, e excipiente q.s.p. 1000 g - ¹⁰ Butil-Hidroxi-Tolueno = antioxidante sintético - ¹¹ Usado na ração como inerte - ¹² Proteína Bruta - ¹³ Energia metabolizável - ¹⁴ Cálcio - ¹⁵ Fósforo disponível - ¹⁶ Lisina digestível - ¹⁷ Metionina digestível - ¹⁸ Treonina digestível.

Os animais foram pesados no início e no final do experimento. As rações fornecidas e as sobras foram pesadas para determinação do consumo diário de ração. A conversão alimentar foi obtida pela relação entre o consumo de ração e o peso durante o período experimental.

Ao final do experimento, após jejum alimentar de 12 horas, um animal de cada baia foi abatido para avaliações de carcaça. Após insensibilização elétrica, os animais foram sangrados e eviscerados, sendo as carcaças preparadas (sem a cabeça e as patas) pesadas antes e após o resfriamento (que durou 24 horas para determinação das perdas por resfriamento). As medidas de profundidade de lombo e espessura de toucinho no ponto P2 foram tomadas no dia da pesagem da carcaça fria. Posteriormente, foram calculadas as áreas de olho de lombo e área de toucinho. Para determinar as relações carne:gordura de cada animal foi utilizada a equação proposta por Bridi & Silva (2007):

$$RCG = AOL / AGS$$

Onde:

RCG = relação carne/gordura;

AOL = área de olho de lombo (cm²)

AGS = área da gordura subcutânea (cm²)

Para a análise dos dados, adotou-se um delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 3 x 4 (três níveis de energia metabolizável e quatro de lisina digestível), mais um tratamento controle (ração formulada de acordo com tabelas de exigências), com quatro repetições, sendo os blocos constituídos pelo peso inicial dos animais. Para as variáveis de desempenho, a unidade experimental foi representada por dois animais e, para as variáveis de carcaça, foi constituída por um animal.

Foram avaliados o ganho de peso médio diário, consumo médio diário de ração, conversão alimentar, consumo diário de energia, consumo diário de lisina, eficiência de utilização de lisina, peso vivo ao abate, peso da carcaça quente, rendimento de carcaça, perdas no resfriamento, área de olho de lombo, espessura de toucinho e relação carne:gordura.

Os dados foram submetidos à análise de variância, com uso do teste SNK a 5% para comparar níveis de energia metabolizável e análise de regressão, quando os níveis de lisina foram comparados entre si. O tratamento adicional foi comparado aos demais tratamentos pelo teste Dunnett a 5%. As análises foram feitas com uso do programa estatístico SISVAR, descrito por Ferreira et al. (2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados para ganho de peso médio diário (GPMD), consumo de ração médio diário (CRMD) e conversão alimentar (CA) estão apresentados na Tabela 2. Em nenhuma dessas características avaliadas houve interação entre lisina digestível e energia metabolizável ($P>0,05$). Não houve diferenças entre os níveis de energia metabolizável com relação ao ganho de peso ($P>0,05$). Por outro lado, houve efeito quadrático ($P<0,05$) dos níveis de lisina digestível, sendo o nível de 1,08% desse aminoácido na ração o que proporcionou maior ganho, independente do nível de energia utilizado (Figura 1). Esse resultado é semelhante ao preconizado por Rostagno et al. (2005) e superior àquele preconizado pelo National Research Council, NRC (1998), cujos valores são de 1,03 e 0,83% respectivamente, para animais nesta fase de criação.

Esses resultados foram diferentes dos observados por Trindade Neto et al. (2005), os quais observaram efeito linear crescente dos níveis de lisina (0,83 a 1,23%) sobre o ganho de peso dos animais, independente do nível de energia metabolizável utilizada (3270 ou 3500 kcal/kg de ração). Já Moreira et al. (2004), observaram redução linear do ganho de peso de animais geneticamente superiores ao se incrementar níveis de lisina na dieta (0,75 a 1,05%) em rações com 3350 kcal/kg de energia digestível. Por outro lado, Gasparotto et al. (2001), trabalhando com suínos melhorados (24-45 kg de PV) e rações com 3340 kcal/kg de energia digestível, não encontraram efeitos dos níveis de lisina variando de 0,75% a 1,20%, sobre essa variável. Esta diferença observada entre os trabalhos pode estar relacionada à linhagem utilizada, ao ambiente e ao padrão sanitário, uma vez que a ativação permanente ou temporária do sistema imunológico dos leitões pode afetar as exigências de aminoácidos (Williams et al., 1997).

Tabela 2 – Ganho de peso médio diário, consumo médio diário de ração e conversão alimentar de suínos dos 20 aos 50 kg recebendo rações com diferentes níveis de lisina digestível e energia metabolizável.

GANHO DE PESO MÉDIO DIÁRIO (g/d)				
Lisina digestível (%)	Energia Metabolizável (kcal/kg)			Média ²
	3060	3230	3400	
0,7	789	777	804	790
0,9	853	860	906	873
1,1	865	800	846	837
1,3	894	808	848	850
Média	850	811	851	
Testemunha	878			
CV (%)	7,44			

CONSUMO MÉDIO DIÁRIO DE RAÇÃO (g/d)				
Lisina digestível (%)	Energia Metabolizável (kcal/kg) ¹			Média
	3060	3230	3400	
0,7	1927	1785	1783	1832
0,9	1940	1829	1811	1860
1,1	1835	1705*	1674*	1738
1,3	1925	1706*	1678*	1770
Média	1907 a	1756 b	1737 b	
Testemunha	1894			
CV (%)	6,08			

CONVERSÃO ALIMENTAR				
Lisina digestível (%)	Energia Metabolizável (kcal/kg) ¹			Média ³
	3060	3230	3400	
0,7	2,45	2,31	2,22	2,32
0,9	2,27	2,12	2,00	2,13
1,1	2,14	2,13	1,98	2,09
1,3	2,15	2,11	1,97	2,08
Média	2,25 a	2,17 ab	2,04 b	
Testemunha	2,16			
CV (%)	7,67			

* Diferem do tratamento controle pelo teste de Dunnett (P<0,05)

¹ Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem pelo teste SNK (P<0,05)

² Regressão quadrática significativa (P<0,05)

³ Regressão linear significativa (P<0,01)

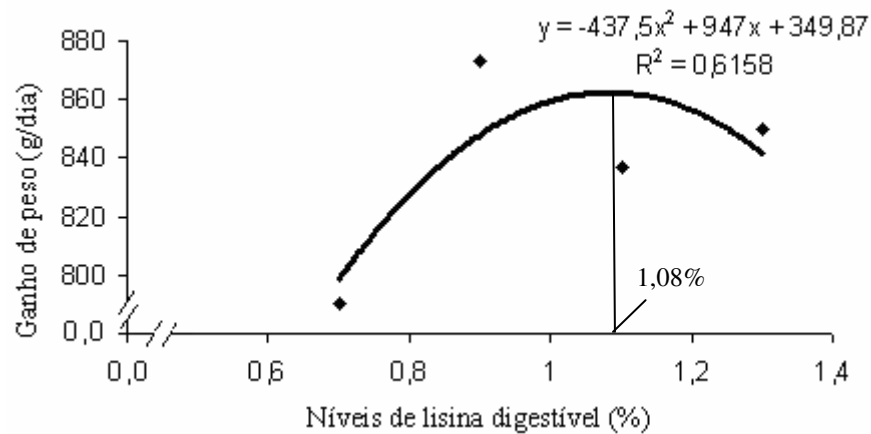


Figura 1 – Ganho de peso médio diário (g/dia) de suínos dos 20 aos 50 kg recebendo rações com diferentes níveis de lisina digestível e energia metabolizável

De acordo com Moreira et al. (2004), quando há excesso de aminoácido, o desempenho poderia ser prejudicado em razão das implicações metabólicas que envolvem a eliminação desse nutriente acima das demandas de manutenção e síntese protéica do crescimento de suínos em condições desejáveis de criação.

Com relação ao consumo de ração médio diário, os níveis de lisina digestível não influenciaram essa variável ($P > 0,05$). Gasparotto et al. (2001) e Moreira et al. (2004) observaram redução linear do consumo em função dos níveis crescentes de lisina na ração. Em contrapartida, Trindade Neto et al. (2005) observaram resposta quadrática para esta variável, indicando 1,015% o melhor nível de lisina digestível. Porém nas duas rações mais energéticas, os níveis de 1,1 e 1,3% de lisina, o consumo foi inferior ($P < 0,05$) ao do tratamento controle. Kerr et al. (2003) sugeriram que o desbalanço aminoacídico na dieta, proporcionado por um desequilíbrio entre aminoácidos essenciais:não essenciais pode gerar aumento da energia líquida pelo maior catabolismo de aminoácidos no fígado, afetando por consequência, o consumo voluntário pelos animais.

Por outro lado, os níveis de energia metabolizável influenciaram o consumo médio diário ($P < 0,05$), sendo o maior valor observado no grupo de animais que consumiu rações com 3060 kcal de EM, independente do nível de lisina utilizado. Isso pode ter levado a um equilíbrio no consumo de energia e, conseqüentemente, o ganho de peso foi semelhante aos outros níveis energéticos. Não foram observadas diferenças no consumo entre os níveis de 3230 e 3400 kcal/kg de ração. Resultado semelhante foi também obtido por Ertle et al. (2003) e Rezende et al. (2006), que constataram menor CRMD para os animais que receberam a ração com maior nível de EM em relação aos que receberam as rações com menor nível. De acordo com esses autores, a redução no CRMD parece estar relacionada a um ajuste dos animais aos tratamentos na tentativa de satisfazer sua demanda de energia, uma vez que não houve efeito dos níveis de EM sobre o consumo diário de EM (Tabela 3).

Trindade Neto et al. (2005) também não observaram diferenças no consumo de ração entre dietas contendo 3270 e 3500 kcal/kg de energia metabolizável e 17% de proteína bruta.

Os resultados obtidos para GPMD e CRMD refletiram nos efeitos dos níveis de lisina digestível e energia metabolizável sobre a conversão alimentar. Para esta variável também não houve interação entre os fatores ($P > 0,05$). Com relação aos níveis energéticos, o maior nível de energia utilizada (3400 kcal EM/kg de ração) proporcionou os melhores resultados nesta variável. Aparentemente, embora não tenha sido analisado os níveis de energia por regressão, há indícios de que a melhora seja linear com o aumento da energia metabolizável, possivelmente devido a um efeito extra-calórico do óleo utilizados nas rações.

O aumento dos níveis de lisina digestível proporcionou uma melhora linear ($P < 0,05$) da conversão alimentar (Figura 2). Esses resultados foram semelhantes aos encontrados por Souza et al. (1999) que encontraram melhora

linear na CA com o aumento dos níveis de lisina digestível até 0,83%. Por outro lado, Trindade Neto et al. (2005) constataram efeito quadrático sobre essa variável, que melhorou até 1,015% de lisina na ração. Moreira et al. (2004) não observaram efeito dos níveis de lisina sobre essa variável em animais pertencentes à grupos genéticos superiores, quando elevaram os níveis de lisina de 0,75 a 1,20%. Estas variações ocorrem principalmente em função do grupo genético utilizado e das condições ambientais à que são submetidos.

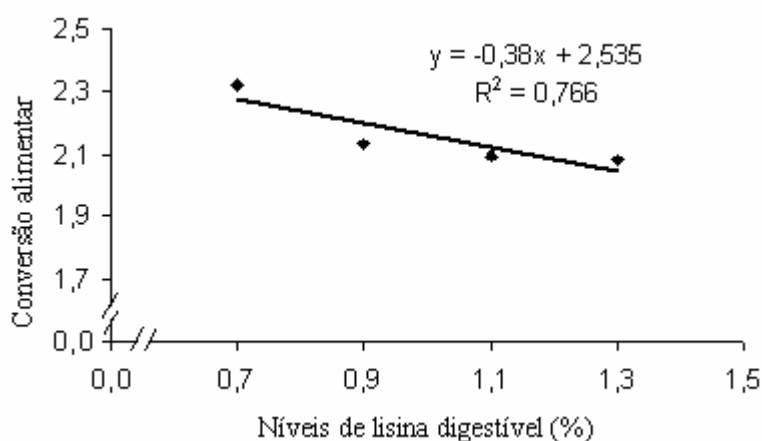


Figura 2 – Conversão alimentar de suínos dos 20 aos 50 kg recebendo rações com diferentes níveis de lisina digestível e energia metabolizável

Em todas as variáveis de desempenho não houve diferenças ($P>0,05$) entre o tratamento controle e os tratamentos que continham o mesmo nível energético e lisínico. Isso sugere que os níveis de proteína bruta podem ser reduzidos em até quatro unidades percentuais mantendo os níveis de nutrientes e energia sem alterar o desempenho dos animais (Le Bellego et al., 2002; Kerr et al., 2003), desde que os níveis de LISD e EM sejam adequados.

O consumo diário de lisina, de energia metabolizável e eficiência de utilização de lisina estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Consumo diário de lisina (g/dia), consumo diário de energia metabolizável (kcal/dia) e eficiência de utilização de lisina dietética por suínos dos 20 aos 50 kg recebendo rações com diferentes níveis de lisina digestível e energia metabolizável

CONSUMO DIÁRIO DE LISINA (g/d)				
Lisina digestível (%)	Energia Metabolizável (kcal/kg)			Média ²
	3060	3230	3400	
0,7	16,4	15,2	15,2	15,6
0,9	21,4	20,2	20,0	20,5
1,1	25,5	23,7	23,3	24,2
1,3	32,3	28,6	28,1	29,7
Média ¹	23,9 a	21,9 b	21,6 b	
Testemunha	23,3			
CV (%)	7,89			
CONSUMO DIÁRIO DE ENERGIA METABOLIZÁVEL (kcal/d)				
Lisina digestível (%)	Energia Metabolizável (kcal/kg)			Média
	3060	3230	3400	
0,7	5905	5520	5704	5709
0,9	6114	5911	5773	5933
1,1	5628	5949	5915	5831
1,3	5905	5628	5514	5682
Média	5888	5752	5727	
Testemunha	6114			
CV (%)	7,56			
EFICIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DE LISINA (ganho de peso/g lisina consumida)				
Lisina digestível (%)	Energia Metabolizável (kcal/kg)			Média ²
	3060	3230	3400	
0,7	48,40	51,36	53,11	50,96
0,9	40,00	42,84	45,48	42,77
1,1	34,09	33,81	36,60	34,83
1,3	27,72	28,33	30,66	28,91
Média ¹	37,55 b	39,09 ab	41,46 a	
Testemunha	37,88			
CV (%)	7,97			

¹ Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem pelo teste SNK (P<0,05)

² Regressão linear significativa (P<0,01)

Não houve interação entre lisina digestível x energia metabolizável ($P>0,05$). O aumento dos níveis de lisina na ração resultou em um aumento linear ($P<0,01$) no consumo diário desse aminoácido. Também foi observado maior consumo pelo grupo de animais que receberam rações com o menor teor energético ($P<0,05$), não sendo observada diferença entre os demais níveis (3230 e 3400 kcal/kg). Isto ocorreu em consequência do maior consumo de ração observado anteriormente no menor nível energético (3060 kcal/kg).

Quanto ao consumo diário de energia metabolizável, não houve diferença entre os tratamentos ($P>0,05$). Este resultado, aliado aos obtidos para CRMD, confirma a hipótese anterior de que os animais ajustam o consumo na tentativa de satisfazer sua demanda de energia (Rezende et al., 2006).

Não houve interação LISD x EM ($P>0,05$) sobre a eficiência de utilização da lisina. Entretanto, houve uma redução linear ($P<0,05$) com o aumento dos níveis desse aminoácido nas rações em todos os níveis energéticos estudados (Figura 3).

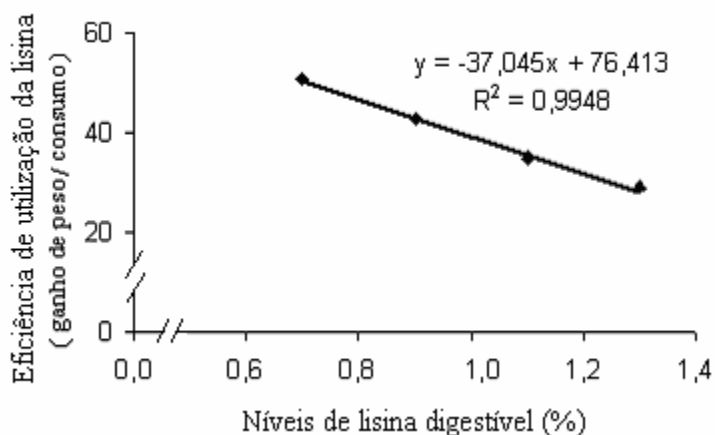


Figura 3 – Eficiência de utilização de lisina digestível de suínos dos 20 aos 50 kg recebendo rações com diferentes níveis de lisina digestível e energia metabolizável

Isto pode ter sido provocado devido a um desequilíbrio que pode ter ocorrido nos níveis 1,1 e 1,3% de LISD com relação ao triptofano.

Além disso, foi verificado que rações com menor teor energético apresentaram menor eficiência ($P < 0,05$), provavelmente um reflexo do maior consumo de ração pelo grupo de animais que recebeu este tratamento. O aumento do nível energético para 3400 kcal/kg de ração melhorou a eficiência de utilização de lisina, provavelmente, em função do menor consumo de ração e conseqüentemente de lisina.

Esses resultados se opõem aos encontrados por Van Lunen & Cole (1996) e Trindade Neto et al. (2005), os quais verificaram aumento da demanda de lisina por calorias ingeridas, durante a fase de crescimento e síntese protéica de suínos de maior produção de carne e menor deposição de gordura na carcaça. Entretanto, estes autores utilizaram a relação lisina:energia para esta avaliação.

O peso dos animais ao abate, o peso da carcaça quente e o rendimento de carcaça encontram-se na Tabela 4. Para essas características foram observadas interações ($P < 0,05$) dos níveis de lisina digestível e energia metabolizável nas rações. Os níveis de lisina digestível elevaram de forma linear ($P < 0,05$) o peso ao abate apenas quando se utilizou 3060 kcal EM/kg de ração, possivelmente, pelo maior consumo de ração e, conseqüentemente, de lisina e outros nutrientes por esse grupo de animais (Figura 4). Porém, isso não se refletiu no peso da carcaça quente ($P > 0,05$), resultando em uma redução linear no rendimento da carcaça ($P < 0,05$) ao se utilizar esse nível energético nas rações. Estudos conduzidos por Noblet et al. (1987) e Chen et al. (1995) mostram que o aumento nas taxas de síntese e degradação protéica está relacionado ao aumento dos órgãos viscerais, em especial o fígado, os rins e o pâncreas, podendo interferir diretamente nessa variável

Tabela 4 – Peso ao abate, peso da carcaça quente, e rendimento da carcaça de suínos em crescimento recebendo rações com diferentes níveis de lisina digestível e energia metabolizável

PESO AO ABATE (kg)				
Lisina digestível (%)	Energia Metabolizável (kcal/kg) ¹			Média
	3060 ²	3230	3400	
0,7	49,40*	49,37*	51,00	49,92
0,9	51,70	51,50	51,78	51,66
1,1	52,10	51,13	50,97	51,40
1,3	52,98 a	51,07 ab	49,30 b*	51,11
Média	51,54	50,77	50,76	
Controle	53,20			
CV (%)	2,96			

PESO DA CARCAÇA QUENTE (kg)				
Lisina digestível (%)	Energia Metabolizável (kcal/kg)			Média
	3060	3230 ³	3400 ³	
0,7	38,23	37,87	39,47	38,52
0,9	40,27	41,53	40,87	40,89
1,1	39,50	40,03	40,97	40,17
1,3	40,30	39,63	37,85	40,30
Média	39,58	39,77	39,79	
Controle	40,53			
CV (%)	3,49			

RENDIMENTO DE CARCAÇA (%)				
Lisina digestível (%)	Energia Metabolizável (kcal/kg) ¹			Média
	3060 ²	3230 ³	3400 ³	
0,7	77,39 a	76,72 b	77,38 ab	77,44
0,9	77,88 ab	78,85 a	77,45 b	78,06
1,1	75,81 b	79,03 a	76,71b	77,75
1,3	76,07b	77,58 b	79,03a	77,47
Média	77,35	78,04	77,64	
Controle	77,05			
CV (%)	1,04			

* Diferem do tratamento controle pelo teste Dunnett (P<0,05)

¹ Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem pelo teste SNK (P<0,05)

² Regressão linear significativa (P<0,05)

³ Regressão quadrática significativa (P<0,05)

Os níveis energéticos somente influenciaram o peso ao abate (P<0,05) no grupo de animais que recebeu o maior nível de lisina digestível (1,3%), sendo 3060 kcal EM/kg de ração o nível que proporcionou maior peso.

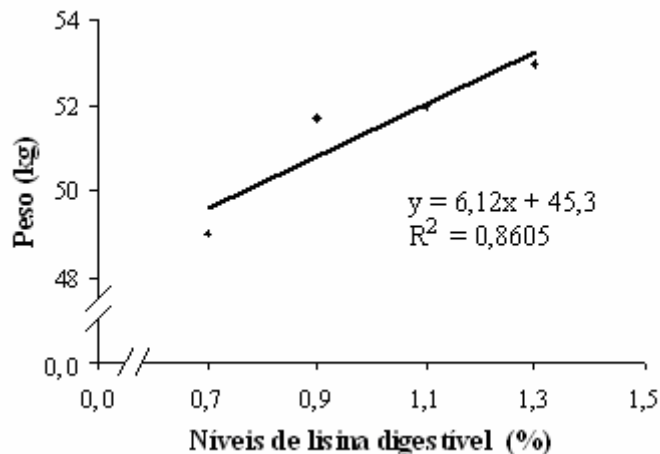


Figura 4. Peso ao abate de suínos em crescimento recebendo rações com diferentes níveis de lisina digestível em rações com 3060 kcal EM/kg e 14% PB

De uma forma geral, os níveis de lisina influenciaram de forma diferenciada o rendimento de carcaça dentro de cada nível de energia metabolizável utilizada. Com 3230 kcal EM o nível desse aminoácido apresentou efeito quadrático, sendo 1,03% o nível que proporcionou maior rendimento. Isto provavelmente ocorreu devido à um aumento no tamanho dos órgãos metabolicamente ativos ou devido à um aumento na deposição de gordura abdominal. Segundo Seal & Reynolds (1993) a partição da energia metabolizável ingerida entre perda de energia como calor e ganho líquido de energia tecidual é proporcional ao peso do intestino delgado e do fígado. Entretanto Oliveira (2006) trabalhando com rações com reduzidos teores de proteína bruta (16, 14, 12 e 10%) e suplementadas com aminoácidos sintéticos, para manter a relação ideal entre aminoácidos, não observou diferença no peso do fígado, rins, pâncreas e coração.

Quando comparados ao tratamento controle, alguns resultados de peso ao abate se mostraram inferiores ($P < 0,05$). Entretanto, em rações com

desequilíbrio aminoacídico e energético é provável que o mesmo possa ter ocorrido.

Com relação às perdas após o resfriamento, apresentadas na Tabela 5, os níveis de lisina influenciaram de forma quadrática ($P < 0,05$) apenas nas rações com 3230 kcal EM/kg, sendo 1,08% o nível que proporcionou menor perda. A equação de regressão pode ser visualizada na Tabela 7. De acordo com Bridi & Silva (2007), as perdas após o resfriamento são importantes para os frigoríficos uma vez que representam a porcentagem de perda de água na carcaça.

Tabela 5 – Perdas após o resfriamento da carcaça (%) de suínos em crescimento recebendo rações com diferentes níveis de lisina digestível e energia metabolizável

Lisina digestível (%)	Energia Metabolizável (kcal/kg) ¹			Média
	3060	3230 ²	3400	
0,7	10,45 b	12,51 a	11,12 ab	11,36
0,9	10,32	10,62	11,39	10,78
1,1	10,78	11,58	10,16	10,84
1,3	10,42	11,14	10,77	10,77
Média	10,49	11,46	10,86	
Controle	10,42			
CV (%)	7,41			

¹ Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem pelo teste SNK ($P < 0,05$)

² Regressão quadrática significativa ($P < 0,05$)

Trabalhos conduzidos por Kerr et al. (2003) e Oliveira et al. (2006) mostram que o teor de umidade das carcaças está relacionado à sua composição em músculo, uma vez que este tecido agrega mais água por unidade em relação ao tecido adiposo. Durante o crescimento, a síntese protéica destina-se, preferencialmente, à formação muscular em uma relação direta com o teor de água. Na carcaça, a água corresponde a 75% do tecido magro e a proteína apenas 25%. Não houve diferenças entre os níveis energéticos de uma forma geral neste experimento.

Os valores obtidos para área de olho de lombo, espessura de toucinho e relação carne:gordura podem ser visualizados na Tabela 6. Houve efeito

($P < 0,05$) dos níveis energéticos sobre a área de olho de lombo (músculo *Longissimus dorsi*) exceto no nível de 1,1 % de lisina digestível.

De acordo com Noblet et al. (1987) e Chen et al. (1995) os níveis energéticos na ração somente teriam um efeito indireto na síntese protéica dos animais, uma vez que este processo metabólico está mais associado ao balanço aminoacídico do que com os próprios níveis de energia. Neste caso, a energia pode influenciar o consumo de nutrientes, como observado em diversos trabalhos (Ettle et al., 2003; Rezende et al., 2006). No presente experimento, o efeito dos níveis energéticos influenciou o consumo de ração, como anteriormente apresentado, porém, o mesmo parece não ocorrer nas variáveis relacionadas às características de carcaça.

Os níveis de lisina influenciaram de forma quadrática ($P < 0,05$) a área de olho de lombo apenas nas rações com 3230 e 3400 kcal de EM/kg, sendo obtido os melhores resultados com 1,00 e 1,04% deste aminoácido, respectivamente, (Tabela 7). Esses resultados estão próximos aos preconizados por Rostagno et al. (2005) e superiores aos preconizados pelo National Research Council, NRC (1998).

Com relação à dieta controle, nenhum dos tratamentos com baixo teor de proteína bruta apresentou-se superior. Além disso, nos níveis extremos de lisina (0,7 e 1,3%) em rações com 3230 e 3400 kcal EM/kg, os valores para área de olho de lombo foram estatisticamente inferiores ($P < 0,05$).

Segundo Williams et al. (1997), a área de olho de lombo está relacionada com a maior síntese muscular na carcaça, indicando uma maior eficiência na utilização da lisina para a síntese protéica nos animais.

Tabela 6 – Área de olho de lombo, espessura de toucinho e relação carne:gordura de suínos em crescimento recebendo rações com diferentes níveis de lisina digestível e energia metabolizável

ÁREA DE OLHO DE LOMBO (cm ²)				
Lisina digestível (%)	Energia Metabolizável (kcal/kg)			Média
	3060	3230 ³	3400 ³	
0,7	28,13 a	24,70 b*	24,67 b*	25,83
0,9	29,50 a	26,50 b	27,00 ab	27,67
1,1	29,00	28,83	30,88	29,57
1,3	29,75 a	24,00 b*	26,00 b*	26,58
Média	29,09	26,01	27,14	
Controle	30,33			
CV (%)	5,89			

ESPESSURA DE TOUCINHO (mm)				
Lisina digestível (%)	Energia Metabolizável (kcal/kg)			Média
	3060 ²	3230	3400 ²	
0,7	8,7 b	9,4 b	11,7 a	99
0,9	8,7 b	9,4 ab	11,1 a	99
1,1	9,5	8,8	9,3	92
1,3	10,3	8,8	9,9	97
Média	9,3	9,1	10,5	96
Controle	10,2			
CV (%)	11,09			

RELAÇÃO CARNE:GORDURA				
Lisina digestível (%)	Energia Metabolizável (kcal/kg)			Média
	3060	3230 ³	3400 ³	
0,7	3,71 a	2,29 b	2,67 b	2,89
0,9	3,11	2,70	3,16	2,99
1,1	3,80 b	4,02 b	4,70 a	4,17
1,3	3,67 a	2,96 b	3,78 a	3,47
Média	3,57	2,99	3,58	
Controle	3,68			
CV (%)	11,92			

* Diferem do tratamento controle pelo teste Dunnett (P<0,05)

¹ Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem pelo teste SNK (P<0,05)

² Efeito linear significativo (P<0,05)

³ Efeito quadrático significativo (P<0,01)

No presente experimento, o aumento na eficiência de utilização de lisina não acompanhou o aumento da síntese de tecido magro nos animais, pelo fato de que a eficiência mensurada inclui também o uso de lisina para síntese de tecido

adiposo. Além disso, outros aminoácidos podem ter limitado a utilização da lisina. Diversos trabalhos na literatura apontam o triptofano como o quarto aminoácido mais limitante em dietas formuladas à base de milho e farelo de soja (Le Bellego et al. 2002; Kerr et al., 2003).

Com relação aos valores para espessura de toucinho, os níveis de lisina influenciaram de forma linear ($P < 0,05$) nas rações contendo 3060 e 3400 kcal EM/kg. No primeiro caso, houve um efeito linear crescente, ou seja, o aumento dos níveis de lisina resultou em maior espessura de toucinho. Por outro lado, observou-se comportamento totalmente diferenciado com o aumento dos níveis desse aminoácido em rações com 3400 kcal EM/kg de ração, ou seja, os animais responderam positivamente, diminuindo a espessura de toucinho à medida que se elevaram os níveis de lisina, indicando que houve um desvio da utilização da energia para síntese de outros tecidos. Isto conseqüentemente se reflete na quantidade de gordura na carcaça.

O menor consumo de ração no grupo intermediário de energia provavelmente, restringiu o consumo de todos os nutrientes, dentre eles a lisina, que possivelmente limitou a utilização dos demais aminoácidos para síntese protéica que, por sua vez, foram desviados para síntese de lipídios. Quando o nível mais baixo de energia foi utilizado, maior quantidade de nutrientes foi ingerida, favorecendo a síntese protéica, neste caso. Ao se elevar os níveis energéticos na ração, houve maior eficiência de utilização dos nutrientes para síntese protéica, possivelmente devido ao fato de que a energia em excesso possa ter sido utilizada na conversão de aminoácidos essenciais em não essenciais no fígado, durante o período absorptivo do metabolismo dos animais.

De acordo com Jongbloed & Lenis (1998), a utilização de rações com níveis reduzidos de proteína bruta e a suplementação com aminoácidos sintéticos promovem maior acúmulo de lipídios na carcaça em função do menor gasto energético para metabolização destes aminoácidos (menor incremento calórico)

e, em consequência, maior liberação de energia para ser depositada em tecido corpóreo. Comparando os resultados obtidos com o tratamento controle, não se observou este fato ($P < 0,05$); contradizendo os autores anteriormente citados. Entretanto, isso ocorreu devido a não suplementação com aminoácidos não essenciais nas rações experimentais, o que provavelmente poderia reduzir a conversão dos aminoácidos essenciais em não essenciais, fazendo com que maior quantidade de energia ficasse disponível para ser armazenada na forma de lipídios.

Na relação carne:gordura obtida no experimento, houve interação ($P < 0,05$) dos níveis de LISD e EM. Os níveis de lisina digestível na dieta proporcionaram resposta quadrática para esta relação, dentro dos níveis energéticos de 3230 e 3400 kcal EM/kg, sendo 1,09 e 1,14% os níveis desse aminoácido que proporcionaram maiores valores, respectivamente. Logo, os valores nutricionais que proporcionaram melhores resultados para qualidade de carcaça foram de 3400 kcal EM/kg de ração e 1,14% de lisina digestível (Figura 5). De acordo com Trindade Neto et al. (2005), a relação entre proteína e lipídeo é um indicativo da eficiência da síntese protéica em resposta ao nível de lisina na dieta.

Os níveis de energia só não influenciaram ($P > 0,05$) esta variável quando o nível 0,9% de lisina digestível foi usado. Nas rações com 3400 kcal EM/kg o nível de 1,1% de LISD proporcionou o melhor resultado.

Apesar de não existir diferenças em relação ao tratamento controle ($P > 0,05$), estes resultados confirmam a hipótese anterior de que, em se tratando de rações com níveis reduzidos de proteína bruta, os valores de lisina e energia devem ser corrigidos para o melhor aproveitamento das rações pelos animais.

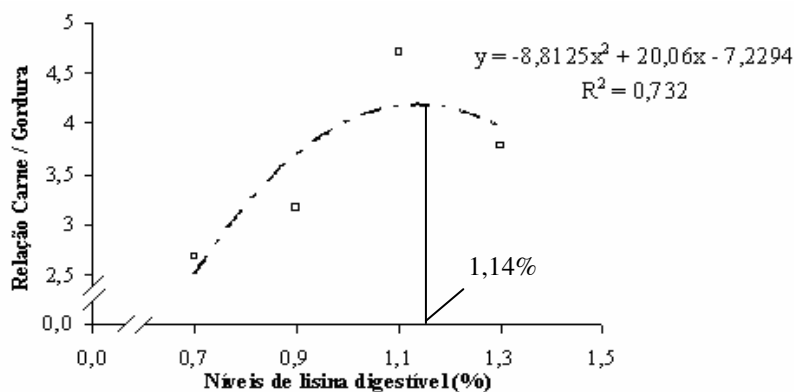


Figura 5 – Relação carne:gordura na carcaça resfriada de suínos em crescimento recebendo rações com diferentes níveis de lisina digestível em rações com 3400 kcal EM/kg e 14% PB.

Tabela 7 – Equações de regressão das variáveis estudadas com suínos aos 50 kg recebendo rações de crescimento com diferentes níveis de lisina

Variável	Equação de regressão*	R ²	Nível de lisina adequado
Rendimento de carcaça em 3060 kcal/kg de ração	$y = -3,765x + 80,552$	0,93	-
Rendimento de carcaça em 3230 kcal/kg de ração	$y = -22,375x^2 + 46,13x + 55,409$	0,99	1,03
Rendimento de carcaça em 3400 kcal/kg de ração	$y = -14,938x^2 + 29,66x + 63,667$	0,49	0,99
Perda após o resfriamento em 3230 kcal/kg de ração	$y = 9,0625x^2 - 19,7x + 21,647$	0,53	1,08
Área de olho de lombo em 3230 kcal/kg de ração	$y = -41,437x^2 + 82,99x - 13,473$	0,79	1,00
Área de olho de lombo em 3400 kcal/kg de ração	$y = -45,062x^2 + 94,06x - 19,607$	0,75	1,04
Espessura de toucinho em 3060 kcal/kg de ração	$y = 0,28x + 0,65$	0,89	-
Espessura de toucinho em 3400 kcal/kg de ração	$y = -0,36x + 1,41$	0,72	-
Relação carne:gordura em 3230 kcal/kg de ração	$y = -9,1875x^2 + 20,04x - 7,4006$	0,68	1,09
Relação carne:gordura em 3400 kcal/kg de ração	$y = -8,8125x^2 + 20,06x - 7,2294$	0,73	1,14

* P<0,05

4 CONCLUSÃO

Para suínos em crescimento de alto potencial genético, os valores nutricionais que proporcionam melhores resultados para desempenho e características de carcaça são 3230 kcal de energia metabolizável/kg de ração e, em média, 1,05 % de lisina digestível, em rações com 14% de proteína bruta, estando estes valores coerentes com os indicados na literatura nacional, para níveis normais de proteína bruta.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRIDI, A.M.; SILVA, C.A. **Métodos de avaliação da carcaça e da carne suína**. Londrina, PR: Midiograf, 2007. 97p.
- CHEN, H.Y. MILLER, P.S.; LEWIS, A.J.; WOLVERTON, C.K.; STROUP, W.W. Changes in plasma urea concentration can be used to determine protein requirements of two populations of pigs with different protein accretion ration. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.73, n.9, p.261-2639. Sept. 1995.
- ETTLER, T.; ROTH-MAIER, D.A.; ROTH, F.X. Effect of apparent ileal digestible lysine to energy ratio on performance of finishing pigs at different dietary metabolizable energy levels. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, v.87, n.7-8, p.269-279, 2003.
- FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4. 0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos, SP: UFSCar, 2000. p.255-258
- GASPAROTTO, L.F. MOREIRA, I.; FURLAN, A.C.; MARTINS, E. N.; JÚNIOR, M.M. 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**, Viçosa, MG, v.30, n.6, p.1742-1749, 2001.
- JONGBLOED, A.W.; LENIS, N.P. Environmental concerns about animal manure. **Journal of Animal Science**, v.76, p.2641-2648, 1998
- KERR, B.J.; YEN, T.; NIENABER, J.A.; EASTER, R. A. Influences of dietary protein level, amino acid supplementation and environmental temperature on performance, body composition, organ weights and total heat production of growing pigs. **Journal Animal Science**, Champaign, v.81, n.8, p.1998-2007, Aug. 2003.
- LE BELLEGO, L.; VAN MILGEN J.; NOBLET, J. Effect of high temperature and low-protein diets on performance of growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.80, n.3, p.691-701, Mar. 2002.

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. **Act. Scient.** Maringá, v.26, n.4, p.537-542, 2004.

NATIONAL RESEACH COUNCIL. **Nutrient requirements of swine.** 10.ed. Washington: National Academy of Sciences, 1998

NOBLET, J.; HENRY, Y.; DUBOIS, S. Effect of protein and lysine levels in the diet on body composition and energy utilization in growing pig. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.65, n.9, p.717-726, Sept. 1987.

OLIVEIRA, V.; FIALHO, E.T.; LIMA, J.A.F.; FREITAS, R.T.F.; SOUSA, R.V.; BERTECHINI, A.G. Desempenho e composição corporal de suínos alimentados com rações com baixos teores de proteína bruta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.12, p.1775-1780, dez. 2006.

REZENDE, 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 Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1101-1106, 2006. Suplemento.

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

SEAL, C. J.; REYNOLDS, C. K. Nutrition implications of gastrointestinal and liver metabolism in ruminants. **Nutrition Research Reviews**, New York, v. 6, n. 1, p. 185-208, June 1993.

SOUZA, A.M. ROSTAGNO, H.S., PUPA, J.M.R. Exigências de lisina para suínos mestiços, de 30 a 60kg de peso. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 1999. p.227.

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.

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, 1997.

VAN LUNEN, T.A.; COLE, D.J.A. The effect of lysine/digestible energy ratio on growth performance and nitrogen deposition of hybrid boars, gilts and castrated male pigs. **Journal of Animal Science**, v.63, n.3, p.465-475, 1996.

CAPITULO III

**EFEITO DE NÍVEIS DE LISINA E ENERGIA EM RAÇÕES PARA
SUÍNOS EM CRESCIMENTO FORMULADAS COM BAIXO TEOR DE
PROTEÍNA BRUTA NO BALANÇO DE NITROGÊNIO E
ENERGÉTICO**

CHIARADIA, Rafael Coutinho Finamor. Efeito de níveis de lisina e energia em rações para suínos em crescimento formuladas com baixo teor de proteína bruta no balanço de nitrogênio e energético. In: _____. **Níveis de lisina e energia em rações formuladas com baixo teor de proteína bruta para suínos em crescimento**. 2008. Cap. 3, p.50-71. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG*

RESUMO – O experimento foi conduzido no setor de suinocultura da Universidade Federal de Lavras com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes níveis de lisina e energia em rações com reduzido teor de proteína bruta (PB) sobre o balanço de nitrogênio e energético em suínos em crescimento. Foram utilizados um total de 52 suínos machos castrados de alto potencial genético, com peso de $36,13 \pm 2,8$ kg, alojados individualmente em gaiolas de metabolismo. Os tratamentos consistiram em 12 dietas à base de milho e farelo de soja formuladas com três níveis de energia metabolizável (EM) (3060, 3230 e 3400 kcal/kg) e quatro de lisina digestível (LISD) (0,7; 0,9; 1,1 e 1,3%) com 14% PB mais um tratamento controle, com 3230 kcal EM/kg, 1,03% LISD e 18% PB, formulado de acordo com tabelas de exigências nacionais. A quantidade de ração fornecida foi estabelecida com base no peso metabólico ($PV^{0,75}$). O experimento foi realizado em quatro períodos de 10 dias, com 13 animais cada. Os sete primeiros dias foram utilizados para adaptação dos animais e 3 dias para a coleta total de fezes e urina. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial $3 \times 4 + 1$, com quatro repetições, sendo os blocos constituídos pelos períodos. No nível 3060 kcal EM/kg observou-se regressão quadrática ($P < 0,05$) para nitrogênio absorvido, sendo 0,98% o melhor nível de lisina. Para nitrogênio retido, no nível de 3400 kcal EM/kg houve uma regressão linear decrescente ($P < 0,05$) dos níveis de LISD. Na relação nitrogênio retido /nitrogênio absorvido houve regressão linear decrescente ($P < 0,05$) quando 3400 kcal/kg foi utilizado, onde os menores níveis (0,7 e 0,9%) de LISD apresentaram os melhores resultados. No estudo do balanço energético, nos níveis mais elevados de EM (3230 e 3400 kcal/kg), houve ($P < 0,05$) uma maior absorção de energia. Para as variáveis energia retida e a relação entre energia retida/absorvida não houve interação ($P > 0,05$) entre os níveis de LISD e EM estudados. Não houve diferença ($P > 0,05$) entre as rações experimentais e a ração controle para as variáveis estudadas. Conclui-se que os níveis 3230 kcal EM/kg e 1,03% de LISD podem ser utilizados sem afetar o aproveitamento do nitrogênio pelos suínos em crescimento, em rações com reduzido teor de proteína bruta.

Palavras-chave: Aminoácidos sintéticos, metabolismo, proteína ideal

CHIARADIA, Rafael Coutinho Finamor. Effect of levels of lysine and energy in rations for growing pigs formulated with low crude protein on nitrogen and energy balance. In: _____. **Levels of lysine and energy in diets formulated with low crude protein for barrows on growth**. 2008. Cap. 2, p.50-71. Dissertation (Master in Animal Science) – Federal University of Lavras, Lavras, MG*

ABSTRACT - The experiment was conducted in Swine Production Sector of the Federal University of Lavras with objective to evaluate the effect of different levels of lysine and energy in diets with low content of crude protein (CP) on the balance of nitrogen and energy in growing pigs. A total of 52 barrows of high genetic potential were used, weighing 36.13 ± 2.8 kg kept individually in metabolism cages. The treatments consisted of 12 diets based on corn and soybean meal rations formulated with three levels of metabolizable energy (ME) (3060, 3230 and 3400 kcal/kg) and four of digestible lysine (DLys) (0.7; 0.9, 1.1 and 1.3%) with 14% CP and an additional treatment with 3230 kcal ME/kg, 1.03% DLys and 18% CP, formulated according to national requirements tables. The total amount of feed provided daily was on the basis of metabolic weight ($PV^{0.75}$). The experiment was conducted in four consecutive periods of 10 days with 13 animals in each one. The first seven days were used for animal adaptation and the three days for total collection methodology of feces and urine. The experimental design was randomized blocks in a $3 \times 4 + 1$ (control) factorial layout, with four replications and the period were utilized as a blocks. In 3060 kcal ME/kg levels there was quadratic effects ($P < 0.05$) for absorbed nitrogen. The level of 0.98% shown to be the best lysine level. For nitrogen with retention in the level of 3400 kcal ME/kg shown a decreasing linear regression ($P < 0.05$) for lysine levels. In the relation between nitrogen retention /nitrogen absorbed, shown a decreasing linear regression ($P < 0.05$) when 3400 kcal/kg was used. The lower levels of DLys shown the best results. In the study of the energy balance the highest energy levels (3230 and 3400 kcal/kg), shown ($P < 0.05$) higher energy absorption. For the energy retention and the relationship between energy retention / energy absorbed there was no interaction ($P > 0.05$) between the levels of DLys and ME studied. There was no significant difference ($P > 0.05$) between the experimental diets and diet control for these variables. It is concluded that the levels 3230 kcal ME/ kg and 1.03% of DLys may be used without affecting the use of nitrogen by growing pigs on diets with low content of crude protein.

Key words: synthetic amino acids, metabolism, protein ideal

1 INTRODUÇÃO

A suinocultura sofreu intenso desenvolvimento no Brasil, após a introdução dos híbridos comerciais modernos de alto potencial genético para produção de carne magra e com alta eficiência. Porém, os sistemas de criação ainda enfrentam dificuldade em suprir, de forma eficiente, a elevada exigência nutricional desses animais. Neste contexto, visando atender à estas exigências e, ao mesmo tempo, melhorar a eficiência na utilização dos nutrientes presentes nas rações, novos conceitos para a formulação de rações tem sido constantemente pesquisados.

Le Bellego et al. (2001) e Le Bellego & Noblet (2002), ao estudarem rações com baixos níveis de proteína bruta e suplementadas com aminoácidos sintéticos, afirmam que a quantidade de nitrogênio retido é similar à obtida com ração convencional, desde que ocorra adição adequada de aminoácidos sintéticos para evitar deficiências de aminoácidos essenciais. No entanto, alterações no balanço energético dos animais podem ser promovidas com esta prática, levando à uma menor eficiência alimentar, um pior desempenho e uma pior conformação de carcaça.

A utilização de apenas alguns aminoácidos sintéticos, nas rações com reduzidos teores de proteína bruta, bem como, a relação lisina:energia, vêm sendo apontados como pontos de questionamentos para novas pesquisas (Rezende et al., 2006; Zangeronimo et al., 2006).

Considerando a importância de reduzir o teor de proteína bruta das rações de suínos, o presente trabalho foi conduzido para avaliar o efeito de níveis de lisina digestível em rações com teor reduzido de proteína bruta em diferentes níveis de energia metabolizável sobre o balanço de nitrogênio e energético de suínos em crescimento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio de metabolismo para o balanço de nitrogênio e energético foi conduzido no setor de suinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais.

Foram utilizados 52 suínos machos castrados ($36,13 \pm 2,8$ kg), com alto potencial para síntese de carne magra, divididos em quatro grupos de 13 animais. Os suínos foram alojados individualmente em gaiolas de metabolismo (parcela experimental) semelhantes às descritas por Sales et al. (2003), que permitiram a coleta de fezes e urina separadamente. As gaiolas permaneceram em sala equipada com ar condicionado, permitindo o controle da temperatura interna em aproximadamente $21,0 \pm 1,6$ °C.

Os tratamentos consistiram de 12 dietas à base de milho e farelo de soja, formuladas com três níveis de energia metabolizável (EM) (3060, 3230 e 3400 kcal/kg) e quatro de lisina digestível (LISD) (0,7; 0,9; 1,1 e 1,3%) com 14% PB e mais um tratamento controle, com 3230 kcal EM/kg, 1,03% LISD e 18% PB, formulado de acordo com Rostagno et al. (2005). Todas as rações foram suplementadas com vitaminas e minerais de forma a atender as exigências mínimas sugeridas por estes autores. As dietas experimentais podem ser visualizadas na Tabela 1.

As rações foram fornecidas às 7:00 h e às 16:00 h, sendo a quantidade total diária estabelecida com base no peso metabólico ($PV^{0,75}$). A quantidade de ração foi ajustada pelo consumo do animal de menor ingestão, observado durante o período de adaptação, permitindo à todos os animais o consumo de quantidades iguais de nutrientes em relação ao peso metabólico. A ração foi umedecida com água na proporção de 2:1 (água:ração). Após o consumo do alimento, todos os animais receberam água à vontade.

Tabela 1. Composição das rações experimentais

Ingredientes	Níveis de Energia Metabolizável (kcal/kg)												Controle
	3060			3230			3400						
	Níveis de lisina digestível (%)												
	0,7	0,9	1,1	1,3	0,7	0,9	1,1	1,3	0,7	0,9	1,1	1,3	
Milho	66,0	66,0	66,0	66,0	66,0	66,0	66,0	66,0	66,0	66,0	66,0	66,0	64,0
Far. Soja ¹	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	28,0
Óleo ²	2,5	2,5	2,5	2,5	3,5	3,5	3,5	3,5	4,5	4,5	4,5	4,5	2,5
Amido	1,6	1,6	1,6	1,6	4,0	4,0	4,0	4,0	6,3	6,3	6,3	6,3	0,0
Fos. Bic. ³	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,71
Calcáreo	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,385
Sal	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
NaHCO ₃	0,26	0,37	0,50	0,64	0,26	0,37	0,50	0,64	0,26	0,37	0,50	0,64	0,000
Px. Vita. ⁴	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Px. Min. ⁵	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
L-lisina ⁶	0,166	0,420	0,705	0,991	0,166	0,420	0,705	0,991	0,166	0,420	0,705	0,991	0,300
DL- Met. ⁷	0,00	0,06	0,12	0,18	0,00	0,06	0,12	0,18	0,00	0,06	0,12	0,18	0,040
L-Treo. ⁸	0,00	0,12	0,25	0,38	0,00	0,12	0,25	0,38	0,00	0,12	0,25	0,38	0,060
Antibió. ⁹	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
BHT ¹⁰	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Caolim ¹¹	7,8	7,3	6,7	6,1	4,4	3,9	3,3	2,7	1,0	0,6	0,3	0,0	2,2
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Valores calculados:

PB (%) ¹²	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	18,0
EM(kcal) ¹³	3060	3060	3060	3060	3230	3230	3230	3230	3400	3400	3400	3400	3230
Ca ⁺ (%) ¹⁴	0,630	0,630	0,630	0,630	0,630	0,630	0,630	0,630	0,630	0,630	0,630	0,630	0,650
Fós. (%) ¹⁵	0,332	0,332	0,332	0,332	0,332	0,332	0,332	0,332	0,332	0,332	0,332	0,332	0,332
Lis. (%) ¹⁶	0,7	0,9	1,1	1,3	0,7	0,9	1,1	1,3	0,7	0,9	1,1	1,3	1,03
Met.(%) ¹⁷	0,211	0,271	0,331	0,391	0,211	0,271	0,331	0,391	0,211	0,271	0,331	0,391	0,301
Treo. (%) ¹⁸	0,455	0,585	0,716	0,846	0,455	0,585	0,716	0,846	0,455	0,585	0,716	0,846	0,660

¹ Farelo de soja com 45% de proteína - ² Óleo de soja refinado - ³ Fosfato Bicálcico 18/24 - ⁴ Premix vitamínico contendo por kg do produto: vitamina A, 8.000.000 UI; vitamina D3, 1.200.000 UI; vitamina E, 20 g; vitamina K3, 2.500 mg; vitamina B1, 1.000 mg; riboflavina (B2), 4.000 mg; piridoxina (B6), 2.000 mg; vitamina B12, 20.000 mcg; niacina, 25.000 mg; ácido pantotênico, 10 g; ácido fólico, 600 mg; biotina, 50 mg; vitamina C, 50 g; antioxidante, 125 mg e excipiente q.s.q. 1000g - ⁵ Premix mineral contendo, por kg do produto: selênio, 500 mg; ferro, 180 g; cobre, 20 g; manganês, 80 g; zinco, 140 g; iodo, 4 g; cobalto, 4 g e excipiente q.s.q. 1000g - ⁶ L-lisina HCl 78% - ⁷ DL- Metionina 99% - ⁸ L-Treonina 98,5% - ⁹ Antibiótico = Tylan Sulfa® contendo, por kg do produto: tilosina (como fosfato) 100g, sulfametazina 100g, e excipiente q.s.p. 1000 g - ¹⁰ Butil-Hidroxi-Tolueno = antioxidante sintético - ¹¹ Usado na ração como inerte - ¹² Proteína Bruta - ¹³ Energia metabolizável - ¹⁴ Cálcio - ¹⁵ Fósforo disponível - ¹⁶ Lisina digestível - ¹⁷ Metionina digestível - ¹⁸ Treonina digestível.

O óxido férrico (Fe_2O_3) foi utilizado como marcador fecal, sendo adicionados (2%) à ração na primeira e na última refeição do período de coleta, segundo a metodologia descrita por Fialho et al. (1979).

As fezes foram coletadas diariamente à tarde e, após a remoção parcial de material estranho, foram acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em congelador (-20°C). Posteriormente, foram mantidas em temperatura ambiente até o descongelamento, seguida de pesagem e homogeneização, a partir da qual foi retirada uma amostra de aproximadamente 500 g. que foi seca em estufa de ventilação forçada à 65°C e exposta ao ar por uma hora, para equilíbrio do teor de umidade à temperatura ambiente sendo, em seguida, novamente pesada para a determinação da matéria pré-seca. Após esse período, foi retirado o restante do material estranho (pêlos), sendo posteriormente moída para a realização das análises laboratoriais de determinação de nitrogênio. Da mesma forma, a urina foi coletada diariamente, com auxílio de um balde plástico com filtro contendo 10 mL de ácido clorídrico (HCl) 1:1 para evitar a proliferação bacteriana e possíveis perdas de nitrogênio. Do total coletado de cada animal, foi adicionada água destilada, objetivando a padronização do volume coletado. Desse total diário, uma alíquota de 10% do volume padronizado foi retirada e congelada a -20°C para futuras análises.

As rações e fezes obtidas no experimento foram moídas antes da realização das análises químicas. A matéria seca foi determinada após pesagem e secagem das amostras em estufa a 65°C com ventilação forçada, até atingir peso constante e, posteriormente, em estufa a 105°C por 24 horas. O nitrogênio das rações, fezes e urina foi determinado usando-se o método Kjeldahl (Association of Official Analytical Chemist, AOAC, 1990) e a energia bruta, através da bomba calorimétrica adiabática (Parr Instruments Co). Foram analisados o teor de matéria seca (com exceção da urina) e nitrogênio total, segundo metodologia

descrita por Silva & Queiroz (2002). Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal da Universidade Federal de Lavras.

Para a análise dos dados, adotou-se um delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 3 x 4 +1 (três níveis de energia metabolizável e quatro de lisina digestível) e um tratamento adicional (controle, formulada de acordo com tabelas de exigências), com quatro repetições, sendo os blocos constituídos pelo período experimental.

Foram avaliados a porcentagem de nitrogênio absorvido (NA), porcentagem de nitrogênio retido (NR), porcentagem de NR em relação a porcentagem de NA, porcentagem de energia absorvida (EA), porcentagem de energia retida (ER) e porcentagem de ER em relação a porcentagem de EA.

Os dados foram submetidos à análise de variância, seguida do teste SNK a 5% de significância para comparar níveis de energia metabolizável e análise de regressão quando níveis de lisina foram comparados entre si. O tratamento adicional foi comparado aos demais tratamentos pelo teste Dunnett a 5%. Todas as análises foram feitas com uso do programa estatístico SISVAR, descrito por Ferreira et al. (2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para balanço de nitrogênio dos suínos na fase de crescimento estão apresentados na Tabela 2.

Houve interação ($P < 0,05$) entre os níveis de LISD e EM para o balanço de nitrogênio. Com relação ao nitrogênio absorvido (NA), nos níveis de 1,1% e 1,3% de LISD houve diferença ($P < 0,05$) entre os valores de energia metabolizável. No nível de 1,1% de LISD, o valor de 3230 kcal/kg foi semelhante ao valor de 3400 kcal/kg e superior ao de 3060 kcal/kg quanto à porcentagem de NA. Já no nível de 1,3 % de LISD, a maior absorção de nitrogênio foi obtida quando se fez uso de 3230 kcal/kg nas rações. Já para os valores 3060 e 3400 de EM houve uma porcentagem de NA semelhante neste nível de aminoácidos utilizado. Isto indica haver uma relação ideal entre energia e aminoácidos implicando em uma melhor absorção dos mesmos. Le Bellego et al. (2001) afirmam que a redução da PB deve se limitar ao ponto em que o suprimento de nitrogênio não essencial permita o bom aproveitamento da energia. Além disso, existem evidências de que a absorção de aminoácidos sintéticos seja mais rápida quando comparada à absorção de aminoácidos presentes na proteína dos alimentos (Partridge et al., 1985). Yen et al. (1991) também sugeriram que lisina e treonina são absorvidas mais rapidamente quando são fornecidas na forma sintética.

Porém, a partir dos resultados obtidos neste trabalho, pode-se supor que os níveis energéticos presentes na ração influenciem na absorção de nitrogênio, em função dos níveis de lisina da ração..

Segundo Frenhani (1999), a absorção de peptídeos é mais resistente às alterações protéico-energéticas, que a absorção de aminoácidos livres, pois este desbalanço pode reduzir a absorção jejunal deste nutriente na forma livre e não afetar a absorção de di-peptídeos.

Tabela 2 – Balanço de nitrogênio de suínos em crescimento recebendo rações formuladas com baixo teor de proteína bruta e com diferentes níveis de lisina digestível e energia metabolizável.

NITROGÊNIO ABSORVIDO (%)				
Lisina digestível (%)	Energia Metabolizável (kcal/kg)*			Média
	3060 ¹	3230	3400	
0,7 %	82,9	86,0	84,8	84,5
0,9 %	89,3	86,2	87,0	87,5
1,1 %	83,5 b	88,3 a	88,0 a	86,6
1,3 %	84,0 b	88,5 a	85,1 b	85,9
Média	84,9	86,2	87,2	
Testemunha	87,1			
CV (%)	2,63			

NITROGÊNIO RETIDO (%)				
Lisina digestível (%)	Energia Metabolizável (kcal/kg)*			Média
	3060	3230	3400 ²	
0,7 %	73,9	66,4	75,2	73,4
0,9 %	72,0	71,2	72,6	70,3
1,1 %	70,3	76,3	73,4	71,3
1,3 %	65,6 b	70,1 a	60,0 b	67,3
Média	70,5	71,0	70,3	
Testemunha	65,7			
CV (%)	8,30			

NITROGÊNIO RETIDO / NITROGÊNIO ABSORVIDO (%)				
Lisina digestível (%)	Energia Metabolizável (kcal/kg)*			Média
	3060	3230	3400 ²	
0,7 %	89,0	77,2	88,6	86,8
0,9 %	80,7	82,6	83,5	80,4
1,1 %	84,2	86,4	83,6	82,5
1,3 %	78,0 a	79,2 a	70,5 b	78,4
Média	83,0	81,4	81,5	
Testemunha	75,4			
CV (%)	8,85			

* Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem pelo teste SNK (P<0,05)

² Regressão linear significativa (P<0,05)

¹ Regressão quadrática significativa (P<0,05)

Além disso, o conteúdo energético das rações pode ter alterado a velocidade de passagem do substrato pelo trato digestório, afetando os processos

de digestão e absorção. A presença de lipídeos no duodeno estimula a produção de colecistocinina, a qual, por sua vez, estimula a produção de bile e suco pancreático. Aumentada a secreção de suco pancreático, a quantidade de enzimas digestivas no intestino delgado será maior. Isto, associado ao fato de os lipídeos reduzirem a taxa de esvaziamento gástrico, pode possibilitar maior absorção dos nutrientes da dieta, especialmente as proteínas (Bertechini, 2006). Porém, isso pode implicar no aumento das perdas endógenas e, assim, subestimar a absorção dos aminoácidos.

Figuerola et al. (2002) sugerem que o balanço de nitrogênio é mais sensível, tanto a uma inadequação dos aminoácidos quanto ao nível de energia das rações, comparados a dados de desempenho dos suínos.

Os resultados mostraram um efeito quadrático ($P < 0,05$) para NA em função do aumento dos níveis de lisina na dieta com 3060 kcal/kg de EM, e o nível de lisina digestível que proporcionou maior absorção de N pelos animais foi o de 0,98, com taxa de absorção máxima de 86,78% (Figura 1). Este nível está próximo ao recomendado por Rostagno (2005), que é 1,03% de LISD, porém para um nível maior de energia (3230 kcal EM/kg) e de PB (18%).

Nos níveis de 3230 e 3400 kcal EM/kg não houve diferença ($P > 0,05$) com relação à absorção de nitrogênio pois, como estes níveis mais elevados de energia, a sensibilidade da mucosa intestinal pode ter sido menor, portanto a variação de lisina de 0,7 a 1,3% não pôde ser detectada.

Moreira et al. (2004), trabalhando com rações com 3400 kcal/kg de energia digestível e baixo teor de proteína bruta (14%), suplementadas com diferentes níveis de lisina (0,8, 1,0, 1,2 e 1,4%) para machos castrados de 20 kg, observaram um aumento linear significativo na absorção de nitrogênio à medida que aumentava os níveis de lisina.

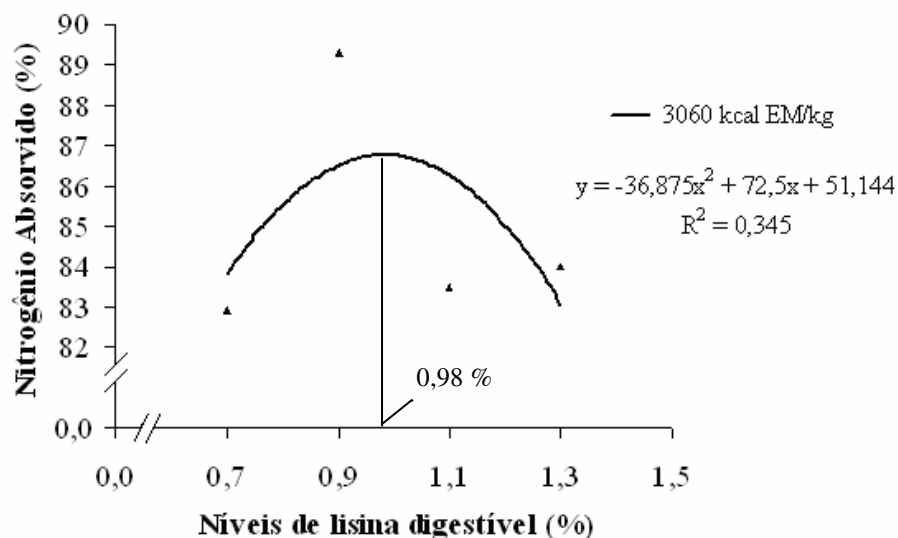


Figura 1 – Absorção de nitrogênio (%) de suínos aos 36 kg recebendo rações com baixo teor de proteína bruta (14%) e diferentes níveis de lisina digestível e energia metabolizável.

Não houve diferença ($P > 0,05$), pelo teste de Dunnett, entre as rações experimentais e a controle para a absorção de nitrogênio. Shriver et al. (2003) e Zangeronimo et al. (2007) também não observaram diferenças nas porcentagens de NA ao reduzirem a PB da ração em quatro unidades percentuais para animais em crescimento (peso médio de 25 kg), presumindo que a diferença na absorção entre aminoácidos sintéticos e aminoácidos provenientes dos alimentos não interferem na passagem destes nutrientes do trato gastrointestinal para o sangue.

Quanto ao nitrogênio retido (NR), para o nível de 1,3% de LISD houve diferença ($P < 0,05$) dentro dos níveis de energia metabolizável. Quando este nível de lisina foi utilizado, o valor de 3230 kcal/kg de EM foi superior em relação aos demais, sugerindo haver uma melhor relação entre lisina e energia neste nível. Os níveis 3060 e 3400 kcal foram semelhantes entre si. O excedente de lisina pode comprometer a utilização dos outros aminoácidos pela competição

nos sítios de absorção ou de síntese protéica (Susenbeth, 1995), assim promovendo uma maior excreção de nitrogênio.

Para os demais níveis de LISD não houve diferença ($P>0,05$) entre os valores de energia metabolizável estudados. Dentro do nível de energia metabolizável de 3400 kcal, houve uma regressão linear ($P<0,05$) para os níveis de LISD estudados. Para os valores de 3060 e 3230 kcal/kg de EM não houve efeito ($P>0,05$) dos níveis de LISD estudados.

Os resultados estão de acordo com os relatados por Verstegen & Jongbloed (2002). Os referidos autores afirmam haver menor retenção de nitrogênio quando a redução de proteína é significativa, ou seja, quando um maior nível de aminoácidos sintéticos são adicionados à ração.

Zangeronimo et al. (2007) argumentam que os níveis energéticos das dietas poderiam interferir no aproveitamento do N dietético, principalmente em rações com baixos teores de PB, onde o menor incremento calórico proporcionado por essas dietas poderia levar à uma maior quantidade de energia líquida disponível para os animais e uma interferência nos processos de deaminação dos aminoácidos.

No presente trabalho, nas rações com 3400 kcal/kg de EM, os níveis de lisina digestível proporcionaram efeito linear ($P<0,05$) decrescente para a retenção de N pelos animais (Figura 2). Isto sugere que, dentro do nível de 3400 kcal EM/kg, pode ter ocorrido uma melhor eficiência de utilização de aminoácidos dietéticos pelos suínos. A maior retenção de nitrogênio nos animais que consumiram menores níveis de LISD pode ser explicada pelo melhor equilíbrio nos sítios de síntese protéica, evidenciando a importância em se manipular os teores de aminoácidos e energia nas rações. Além disso, a variação dos níveis de lisina digestível de 0,7 a 1,3%, dentro do nível 3400 kcal EM/kg, proporcionou uma diferença na retenção de N em 13,44%, evidenciando a importância em se manipular os teores deste aminoácido nas rações.

Moreira et al. (2004) observaram efeito quadrático para retenção de nitrogênio ao trabalharem com rações com 3400 kcal/kg de energia digestível e baixo teor de proteína bruta (14%), suplementadas com diferentes níveis de lisina (0,8, 1,0, 1,2 e 1,4%) para machos castrados, com peso médio de 20 kg. Segundo o autor, o nível que proporcionou a melhor taxa de NR foi a de 1,19% de lisina. Dados semelhantes em relação a níveis reduzidos de PB são relatados por Oliveira (2004). Entretanto, segundo Zangeronimo et al. (2007) e Oliveira (2004) a possibilidade da inclusão de outros aminoácidos como o triptofano, valina, leucina e isoleucina, pode afetar essa retenção.

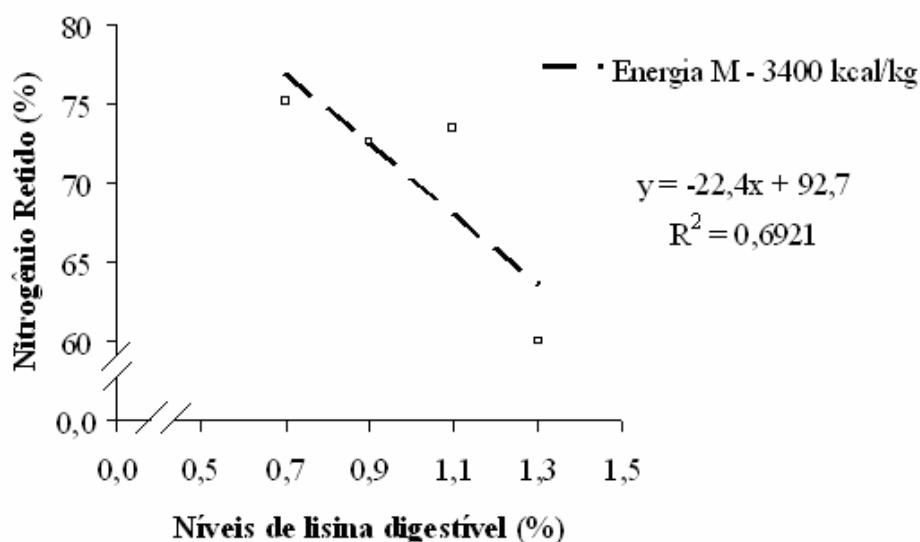


Figura 2 – Retenção de nitrogênio (%) de suínos aos 36 kg recebendo rações com baixo teor de proteína bruta (14%) e diferentes níveis de lisina digestível e energia metabolizável.

Com relação à porcentagem de N retido em relação ao que foi absorvido (NR/NA), houve interação ($P < 0,05$) entre os níveis de lisina e os níveis de EM na dieta. Para o nível de 1,3% de LISD houve diferença ($P < 0,05$) na % NR/NA

dentro dos níveis de EM. O nível de 3230 de EM foi semelhante ao de 3060 kcal/kg de EM e superior ao 3400.

Para o nível 3400 de EM houve efeito linear decrescente ($P < 0,05$) para os níveis de 0,7, 0,9, 1,1 e 1,3 % de LISD (Figura 3). Este resultado difere daqueles encontrados por Moreira et al. (2004) que observaram um efeito quadrático para a variável NR/NA obtendo a melhor relação com o nível de 1,1% de lisina, trabalhando com 14% de PB e 3400 kcal/kg de energia digestível. Entretanto, como já relatado anteriormente, esta relação pode ter sido afetada pela não adição de outros aminoácidos essenciais na dieta (Zangeronimo, 2007, Oliveira, 2004).

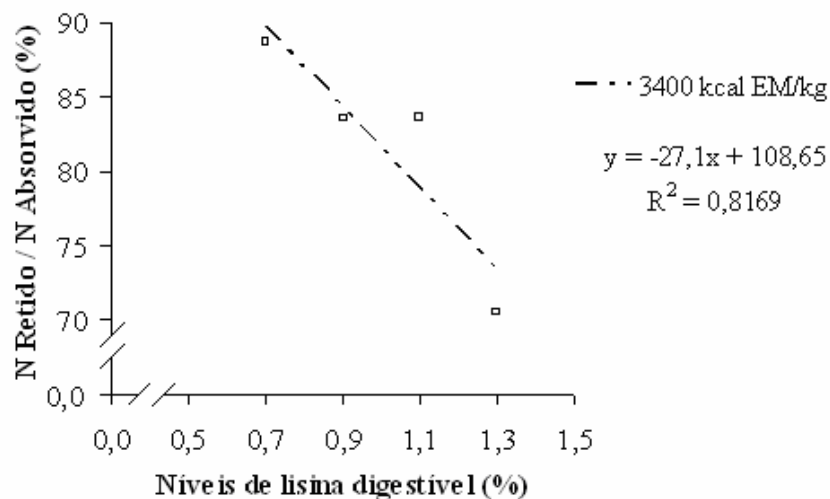


Figura 3 – Eficiência de utilização do nitrogênio absorvido (%) de suínos aos 36 kg recebendo rações com baixo teor de proteína bruta (14%) e diferentes níveis de lisina digestível e energia metabolizável.

É possível que outros fatores tenham limitado a retenção de nitrogênio, como, por exemplo, a relação entre nitrogênio essencial e nitrogênio total (NE:NT) das rações. Para ocorrer a síntese de proteínas, deve haver disponibilidade tanto de aminoácidos essenciais como de aminoácidos não

essenciais; ou seja, no meio celular todos os aminoácidos são considerados essenciais (Bedford & Summers, 1985).

Os resultados obtidos para balanço energético dos suínos na fase de crescimento estão apresentados na Tabela 3. Não houve interação EM x LISD ($P>0,05$) nas variáveis energia absorvida (EA), energia retida (ER) e na relação ER/EA (%).

O nível de 3060 kcal/kg apresentou menor média ($P<0,05$) de absorção de energia em relação aos demais níveis. Os dois níveis mais energéticos, no entanto, apresentaram médias semelhantes de absorção.

Com relação à energia absorvida, a diferença observada entre os tratamentos pode ser devido à utilização do amido na formulação das rações, pois é um nutriente de alta digestibilidade. Segundo Bertolini (1998), a fécula de mandioca usada na formulação, é composta por 98,85% de amido (em porcentagem de matéria seca), sendo que, deste total, 82,8% são formados por amilopectina. A amilase pancreática de suínos tem especificidade para a amilose; mas, a velocidade de digestão da amilopectina é maior, devido principalmente, à conformação da cadeia com grande número de ramificações, que aumentam a possibilidade de ataque enzimático no processo digestivo intestinal (Bertechini, 2006).

Por outro lado, avaliando a inclusão de níveis crescentes de lisina, supõe-se que a indiferença observada na absorção de energia era prevista, pois a quantidade de energia fornecida pelos aminoácidos é menor do que a energia das fontes de carboidratos e lipídeos inclusas em maior quantidade nas rações. Os aminoácidos sintéticos lisina e treonina fornecem, em energia metabolizável para suínos, 4410 kcal/kg e 3790 kcal/kg, respectivamente (Ajinomoto Animal Nutrition, 2008). Neste trabalho, a contribuição energética dos aminoácidos nas rações com maior acréscimo de aminoácidos sintéticos foi de 67,7 kcal EM/kg de ração.

Tabela 3 – Balanço de energético de suínos em crescimento recebendo rações formuladas com baixo teor de proteína bruta e com diferentes níveis de lisina digestível e energia metabolizável.

ENERGIA ABSORVIDA (%)				
Lisina digestível (%)	Energia Metabolizável (kcal/kg)			Média
	3060	3230	3400	
0,7	87,9	89,8	89,4	89,0
0,9	90,3	90,6	90,4	90,4
1,1	87,4	90,2	91,0	89,5
1,3	86,6	90,1	89,2	88,6
Média	88,1 b	90,2 a	90,0 a	
Testemunha	87,4			
CV (%)	2,30			

ENERGIA RETIDA (%)				
Lisina digestível (%)	Energia Metabolizável (kcal/kg)			Média
	3060	3230	3400	
0,7	87,1	88,9	86,8	87,6
0,9	88,6	88,3	87,9	88,3
1,1	85,0	87,6	89,9	87,5
1,3	84,3	86,5	85,6	85,5
Média	86,3	87,8	87,6	
Testemunha	84,7			
CV (%)	3,19			

ENERGIA RETIDA / ENERGIA ABSORVIDA (%)				
Lisina digestível (%)	Energia Metabolizável (kcal/kg)			Média
	3060	3230	3400	
0,7	99,2	99,0	97,1	98,4
0,9	98,1	97,5	97,2	97,6
1,1	97,3	97,1	98,8	97,7
1,3	97,4	95,9	96,0	96,4
Média	98,0	97,4	97,3	
Testemunha	96,9			
CV (%)	2,38			

* Médias seguidas por diferentes letras na linha diferem pelo teste SNK (P<0,05)

¹ Regressão linear significativa (P<0,05)

Em se tratando da energia retida, Kerr et al. (1995), ao considerar a redução da PB e suplementação de aminoácidos em rações para suínos em

crescimento, verificaram um aumento na retenção de energia nos animais que receberam ração com baixo nível de PB, suplementada com aminoácidos. Com a redução dos níveis protéicos da ração, pode ocorrer uma diminuição na deaminação de aminoácidos, na síntese e excreção de uréia urinária, no *turnover* de proteína e na produção de calor. Assim, parece coerente que vários pesquisadores afirmem que, com o decréscimo do conteúdo de proteína da ração, haverá mais energia disponível para ser utilizada (Le Bellego et al., 2001). Porém, não se observou diferenças ($P>0,05$) entre as rações experimentais e ração controle para a variável energia retida.

Noblet et al. (1994), trabalhando com suínos em crescimento, confirmam que a eficiência de utilização da EM da ração é maior quando os conteúdos de gordura e amido são elevados e menor quando a concentração de proteína ou fibra aumenta. A EM fornecida pelo amido apresenta eficiência de conversão para EL de 82 % e a do óleo de soja é de 88,7% (Rostagno, 2005).

Não houve diferença ($P>0,05$) pelo teste de Dunnett, entre as rações experimentais e a ração controle para as variáveis estudadas. Logo pode-se reduzir o nível de proteína bruta das rações sem afetar o balanço de nitrogênio e energético dos animais, desde que se devidamente suplementada com aminoácidos sintéticos.

4 CONCLUSÃO

Os níveis de 1,03% de lisina digestível verdadeira e 3230 kcal/kg de energia metabolizável, recomendados pelas tabelas nacionais de exigência nutricional, podem ser utilizados em rações com redução de quatro pontos percentuais de proteína bruta, sem afetar o aproveitamento do nitrogênio e energético pelos suínos em crescimento.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST. **Official methods of analysis**. 15.ed. Arlington, 1990. 1230p.

AJINOMOTO ANIMAL NUTRITION. **L-Lisina HCl 99% - AjiLys® 99 Monocloridrato de L-Lisina 99%, aditivo nutricional para alimentação animal**. Disponível em: <http://www.lisina.com.br/arquivos/Lisina_Ajilys%2099_ficha%20tecnica_2008.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2008.

BEDFORD, M.R.; SUMMERS, J.D. Influence of the ratio of essential to non essential amino acids on performance and carcass composition of the broiler chick. **British Poultry Science**, Abingdon, v.26, n.4. p.483-491, Oct. 1985.

BERTECHINI, A.G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: UFLA, 2006. 301p.

BERTOLINI, A.C.; CEREDA, M.P.; CHUZEL, G. Fécula e farelo de mandioca como substrato na produção de ciclodexinas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.18, n.2, p. 224-229, 1998

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4. 0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos, SP: UFSCar, 2000. p.255- 258

FIALHO, E.T.; ROSTAGNO, H.S.; FONSECA, J.B.; SILVA, M.A. Efeito do peso vivo sobre o balanço energético e protéico de rações à base de milho e de sorgos com diferentes conteúdos de tanino para suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.8, n.3, p.386-397, 1979.

FIGUEROA, J.L.; LEWIS, A.J.; MILLER, P.S.; FISCHER, R. L.; GÓMEZ, R. S.; DIETRICHSEN, 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, p.2911–2919, 2002.

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

FRENHANI, P.B.; BURINI, R.C. Mechanisms of amino acids and oligopeptides absorption in humans. **Arquivos de Gastroenterologia**, São Paulo, v.36, n.4, p.227- 237, 1999.

KEER, B.J.; MCKEITH, F.K.; EASTER, R.A. Effect on performance and carcass characteristics of nursery to finisher pigs fed reduced crude protein, amino acid-supplemented diets. **Journal of Animal Science**, v.73, p.433-440, 1995.

LE BELLEGO, L.; MILGEN, J.V.; DUBOIS, S.; NOBLET, J. Energy utilization of low-protein diets in growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.79, p.1259–1271, 2001.

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

MOREIRA, I. FRAGA, A.L.; PAIANO, D.; OLIVEIRA, G.C.; SCAPINELLO, C.; MARTINS, E.N. Nitrogen balance of starting barrow pig fed on increasing lysine levels. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.47, n.1, p.85-91, Mar. 2004.

NOBLET, J. NOBLET, J.; FORTUNE, H.; SHI, X. S.; DUBOIS, S. Predict of net energy value of feeds for growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.72, n.2, p.344-354, Feb. 1994.

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.

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, Apr. 1985.

REZENDE, 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 Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n. 3, p. 1101-11106, 2006 (suplemento).

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

SALES, G.T.; FIALHO, E.T.; VOLPATO, C.E.S. Modificação nas gaiolas metabólicas para experimentos com suínos. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS, 26., 2003, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2003. p.249.

SHRIVER, J.A.; CURTER, S.D.; SUTTON, A.L.; RICHERT, B.T.; SINNE, B.W.; PETTY, 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**, Champaign, v.81, n.2, p.492-502, Feb. 2003.

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

SUSENBETH, A. Factors affecting lysine utilization in growing pigs: an analyses of literature data. **Livestock Production. Science**, Amsterdam, v.43, p.193, 1995.

VERSTEGEN, M.W.A.; JONGBLOED, A.W. Crystalline amino acids and nitrogen emission. In: D'MELLO, J.P.F. (Ed.). **Amino acids in farm animal nutrition.** CAB International, Wallingford, 2002. p.449-458.

YEN J.T.; EASTER, R.A.; KERR, B.J. Absorption on free or protein-bound lysine and threonine in conscious multicannulated pig. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON DIGESTIVE PHYSIOLOGY IN PIGS, 5., 1991, Wageningen. **Proceedings...** Wageningen, The Netherlands: EAAP, 1991. p.79-84.

ZANGERONIMO, M.G. FIALHO, E.T.; MURGAS, L.D.S.; LIMA, J.A.F.; ROCHA, E.V.H., ALVARENGA, R.R. Efeito de níveis de lisina digestível e proteína bruta na dieta sobre parâmetros morfo-fisiológicos e utilização de nitrogênio em suínos na fase inicial. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.2, p.506-513, mar./abr. 2007.

ZANGERONIMO, M. G.; FIALHO, E. Z.; LIMA, J. A. F.; RODRIGUES, P. B.; MURGAS, L. D. S. Redução do nível de proteína bruta da ração suplementada com aminoácidos sintéticos para leitões na fase inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 849-856, maio/jun. 2006.

ANEXOS

- TABELA 1A –** Análise de variância e coeficiente de variação para ganho de peso médio diário de suínos dos 20 aos 50kg recebendo rações com baixo teor de proteína bruta e diferentes níveis de lisina digestível verdadeira e energia metabolizável..... 75
- TABELA 2A –** Análise de variância e coeficiente de variação para consumo médio diário de ração de suínos dos 20 aos 50kg recebendo rações com baixo teor de proteína bruta e diferentes níveis de lisina digestível verdadeira e energia metabolizável.....75
- TABELA 3A –** Análise de variância e coeficiente de variação para conversão alimentar de suínos dos 20 aos 50kg recebendo rações com baixo teor de proteína bruta e diferentes níveis de lisina digestível verdadeira e energia metabolizável.....75
- TABELA 4 A–** Análise de variância e coeficiente de variação para consumo diário de lisina (g/dia) de suínos dos 20 aos 50kg recebendo rações com baixo teor de proteína bruta e diferentes níveis de lisina digestível verdadeira e energia metabolizável.....76
- TABELA 5A –** Análise de variância e coeficiente de variação para consumo diário de energia metabolizável (kcal/kg) de suínos dos 20 aos 50kg recebendo rações com baixo teor de proteína bruta e diferentes níveis de lisina digestível verdadeira e energia metabolizável.....76
- TABELA 6A –** Análise de variância e coeficiente de variação para eficiência de utilização de lisina (ganho de peso/ g de lisina consumida) de suínos dos 20 aos 50kg recebendo rações com baixo teor de proteína bruta e diferentes níveis de lisina digestível verdadeira e energia metabolizável.....76
- TABELA 7A –** Análise de variância e coeficiente de variação para peso ao abate (kg) de suínos dos 20 aos 50kg recebendo rações com baixo teor de proteína bruta e diferentes níveis de lisina digestível verdadeira e energia metabolizável.....77
- TABELA 8A –** Análise de variância e coeficiente de variação para peso da carcaça quente (kg) de suínos dos 20 aos 50kg recebendo rações com baixo teor de proteína bruta e diferentes níveis de lisina digestível verdadeira e energia metabolizável..... 77

TABELA 9A –	Analise de variância e coeficiente de variação para rendimento de carcaça (%) de suínos dos 20 aos 50kg recebendo rações com baixo teor de proteína bruta e diferentes níveis de lisina digestível verdadeira e energia metabolizável.....	78
TABELA 10A –	Analise de variância e coeficiente de variação para perdas após o resfriamento da carcaça (%) de suínos dos 20 aos 50kg recebendo rações com baixo teor de proteína bruta e diferentes níveis de lisina digestível verdadeira e energia metabolizável.....	79
TABELA 11A–	Analise de variância e coeficiente de variação para área de olho de lombo (cm ²) de suínos dos 20 aos 50kg recebendo rações com baixo teor de proteína bruta e diferentes níveis de lisina digestível verdadeira e energia metabolizável.....	79
TABELA 12A –	Analise de variância e coeficiente de variação para espessura de toucinho (cm) de suínos dos 20 aos 50kg recebendo rações com baixo teor de proteína bruta e diferentes níveis de lisina digestível verdadeira e energia metabolizável.....	80
TABELA 13A –	Analise de variância e coeficiente de variação para espessura de toucinho (cm) de suínos dos 20 aos 50kg recebendo rações com baixo teor de proteína bruta e diferentes níveis de lisina digestível verdadeira e energia metabolizável.....	81
TABELA 14A –	Analise de variância e coeficiente de variação para nitrogênio absorvido (%) por suínos aos 36 kg recebendo rações com baixo teor de proteína bruta e diferentes níveis de lisina digestível verdadeira e energia metabolizável.....	82
TABELA 15A –	Analise de variância e coeficiente de variação para nitrogênio retido (%) por suínos aos 36 kg recebendo rações com baixo teor de proteína bruta e diferentes níveis de lisina digestível verdadeira e energia metabolizável.....	83
TABELA 16A –	Analise de variância e coeficiente de variação para a relação nitrogênio retido/nitrogênio absorvido por suínos aos 36 kg recebendo rações com baixo teor de proteína bruta e diferentes níveis de lisina digestível verdadeira e energia metabolizável.....	84

- TABELA 17A** – Análise de variância e coeficiente de variação para energia absorvida (%) por suínos aos 36 kg recebendo rações com baixo teor de proteína bruta e diferentes níveis de lisina digestível verdadeira e energia metabolizável..... 85
- TABELA 18A** – Análise de variância e coeficiente de variação para energia absorvida (%) por suínos aos 36 kg recebendo rações com baixo teor de proteína bruta e diferentes níveis de lisina digestível verdadeira e energia metabolizável.....85
- TABELA 19A** – Análise de variância e coeficiente de variação para a relação energia retida/energia absorvida por suínos aos 36 kg recebendo rações com baixo teor de proteína bruta e diferentes níveis de lisina digestível verdadeira e energia metabolizável.....85

TABELA 1A – Análise de variância e coeficiente de variação para ganho de peso médio diário de suínos dos 20 aos 50kg recebendo rações com baixo teor de proteína bruta e diferentes níveis de lisina digestível verdadeira e energia metabolizável.

FV	GL	SQ	QM	F	P>F
BLOCO	3	3021,30769	1007,10256	0,385	0,7643
Energia (EM)	2	16365,5417	8182,77083	3,130	0,0558
Lisina (LDV)	3	43954,3958	14651,4653	5,604	0,0029
<i>b1</i>	<i>1</i>	<i>12198,0042</i>	<i>12198,0042</i>	<i>4,665</i>	<i>0,0375</i>
<i>b2</i>	<i>1</i>	<i>14805,1875</i>	<i>14805,1875</i>	<i>5,662</i>	<i>0,0228</i>
<i>b3</i>	<i>1</i>	<i>16951,2042</i>	<i>16951,2042</i>	<i>6,483</i>	<i>0,0153</i>
EM*LDV	6	15328,2917	2554,71528	0,977	0,4548
ADICIONAL	1	6100,0016	6100,0016	2,333	0,1354
Erro	36	94126,692308	2614,630342		
CV (%)	7,44				

TABELA 2A – Análise de variância e coeficiente de variação para consumo médio diário de ração de suínos dos 20 aos 50kg recebendo rações com baixo teor de proteína bruta e diferentes níveis de lisina digestível verdadeira e energia metabolizável.

FV	GL	SQ	QM	F	P>F
BLOCO	3	462434,67	154144,89	8,532	0,0002
EM	2	277905,54	138952,77	7,691	0,0017
LDV	3	111741,17	37247,056	2,062	0,1226
EM*LDV	6	20985,958	3497,6597	0,194	0,9766
ADICIONAL	1	32509,641	32509,641	1,799	0,1882
Erro	36	650419,08	18067,197		
CV (%)	6,08				

TABELA 3A – Análise de variância e coeficiente de variação para conversão alimentar de suínos dos 20 aos 50kg recebendo rações com baixo teor de proteína bruta e diferentes níveis de lisina digestível verdadeira e energia metabolizável.

FV	GL	SQ	QM	F	P>F
BLOCO	3	0,48496	0,16165333	5,911	0,0022
EM	2	0,355104	0,177552	6,492	0,0039
LDV	3	0,474842	0,15828067	5,788	0,0025
<i>b1</i>	<i>1</i>	<i>0,363482</i>	<i>0,363482</i>	<i>13,291</i>	<i>0,0008</i>
<i>b2</i>	<i>1</i>	<i>0,104533</i>	<i>0,104533</i>	<i>3,822</i>	<i>0,0584</i>
<i>b3</i>	<i>1</i>	<i>0,006827</i>	<i>0,006827</i>	<i>0,250</i>	<i>0,6204</i>
EM*LDV	6	0,035046	0,005841	0,214	0,9701
ADICIONAL	1	0,000231	0,000231	0,008	0,9273
Erro	36	0,984515	0,027348		
CV (%)	7,67				

TABELA 4A – Análise de variância e coeficiente de variação para consumo diário de lisina (g/dia) de suínos dos 20 aos 50kg recebendo rações com baixo teor de proteína bruta e diferentes níveis de lisina digestível verdadeira e energia metabolizável.

FV	GL	SQ	QM	F	P>F
BLOCO	3	76,436923	25,4790	8,05	0,0003
EM	2	47,757917	23,8790	7,55	0,0018
LDV	3	1261,65063	420,5502	132,95	0,0000
<i>b1</i>	<i>1</i>	<i>1254,46538</i>	<i>1254,4654</i>	<i>396,57</i>	<i>0,0000</i>
<i>b2</i>	<i>1</i>	<i>0,880208</i>	<i>0,8802</i>	<i>0,28</i>	<i>0,6011</i>
<i>b3</i>	<i>1</i>	<i>6,305042</i>	<i>6,3050</i>	<i>1,99</i>	<i>0,1666</i>
EM*LDV	6	12,36375	2,0606	0,65	0,6887
ADICIONAL	1	2,301939	2,3019	0,73	0,3993
Erro	36	113,878077	3,1633		
CV (%)	7,89				

TABELA 5A – Análise de variância e coeficiente de variação para consumo diário de energia metabolizável (kcal/kg) de suínos dos 20 aos 50kg recebendo rações com baixo teor de proteína bruta e diferentes níveis de lisina digestível verdadeira e energia metabolizável.

FV	GL	SQ	QM	F	P>F
BLOCO	3	4830102,98	1610034,33	8,275	0,0003
EM	2	428507,042	214253,521	1,101	0,3434
LDV	3	1190144,92	396714,972	2,039	0,1257
EM*LDV	6	232117,458	38686,2431	0,199	0,9750
ADICIONAL	1	339453,391	339453,391	1,745	0,1949
Erro	36	7004190,27	194560,841		
CV (%)	7,56				

TABELA 6A – Análise de variância e coeficiente de variação para eficiência de utilização de lisina (ganho de peso/ g de lisina consumida) de suínos dos 20 aos 50kg recebendo rações com baixo teor de proteína bruta e diferentes níveis de lisina digestível verdadeira e energia metabolizável.

FV	GL	SQ	QM	F	P>F
BLOCO	3	148,646469	49,5488	5,06	0,0050
EM	2	124,561667	62,2808	6,36	0,0043
LDV	3	3311,89896	1103,9663	112,69	0,0000
<i>b1</i>	<i>1</i>	<i>3295,22704</i>	<i>3295,2270</i>	<i>336,37</i>	<i>0,0000</i>
<i>b2</i>	<i>1</i>	<i>14,851875</i>	<i>14,8519</i>	<i>1,52</i>	<i>0,2262</i>
<i>b3</i>	<i>1</i>	<i>1,820042</i>	<i>1,8200</i>	<i>0,19</i>	<i>0,6690</i>
EM*LDV	6	19,506667	3,2511	0,33	0,9157
ADICIONAL	1	7,678835	7,6788	0,78	0,3818
Erro	36	352,668781	9,7964		
CV (%)	7,97				

TABELA 7A – Análise de variância e coeficiente de variação para peso ao abate (kg) de suínos dos 20 aos 50kg recebendo rações com baixo teor de proteína bruta e diferentes níveis de lisina digestível verdadeira e energia metabolizável.

FV	GL	SQ	QM	F	P>F
BLOCO	3	18,227	6,0755	2,642	0,0641
LDV (L)	3	21,188	7,0628	3,071	0,0400
<i>Linear</i>	(1)	6,600	6,6002	2,870	0,0989
<i>Quadrático</i>	(1)	12,267	12,2675	5,334	0,0268
<i>Desvio</i>	(1)	2,321	2,3207	1,009	0,3218
ENERGIA (E)	2	6,493	3,2465	1,412	0,2569
L*E	6	30,660	5,1100	2,222	0,0632
LDV d E1	3	27,912	9,3040	4,045	0,0141
<i>Linear</i>	(1)	24,753	24,7531	10,763	0,0023
<i>Quadrático</i>	(1)	2,031	2,0306	0,883	0,3537
<i>Desvio</i>	(1)	1,128	1,1281	0,491	0,4882
Lisina d E2	3	10,888	3,6293	1,578	0,2116
Lisina d E3	3	13,049	4,3496	1,891	0,1485
Energia d L1	2	6,971	3,4857	1,516	0,2334
Energia d L2	2	0,162	0,0808	0,035	0,9655
Energia d L3	2	2,995	1,4977	0,651	0,5274
Energia d L4	2	27,025	13,5123	5,875	0,0062
ADICIONAL	1	17,489015	17,4890	7,604	0,0091
Erro	36	82,795	2,2999		
CV (%)	2,96				

TABELA 8A – Análise de variância e coeficiente de variação para peso da carcaça quente (kg) de suínos dos 20 aos 50kg recebendo rações com baixo teor de proteína bruta e diferentes níveis de lisina digestível verdadeira e energia metabolizável.

FV	GL	SQ	QM	F	P>F
BLOCO	3	21,724255	7,2414	3,755	0,0192
LDV (L)	3	41,852512	13,9508	7,233	0,0006
<i>Linear</i>	(1)	7,655868	7,6559	3,969	0,0540
<i>Quadrático</i>	(1)	4,279894	4,2799	2,219	0,1450
<i>Desvio</i>	(1)	29,916751	29,9168	15,511	0,0004
ENERGIA (E)	2	0,439154	0,2196	0,114	0,8927
L*E	6	22,313991	3,7190	1,928	0,1027
lisina d E	3	11,240245	3,7467	1,943	0,1402
lisina d E	3	27,277467	9,0925	4,714	0,0071
<i>Linear</i>	(1)	2,88724	2,8872	1,497	0,2291
<i>Quadrático</i>	(1)	16,536422	16,5364	8,574	0,0059
<i>Desvio</i>	(1)	7,853804	7,8538	4,072	0,0511
LDV d E	3	25,648792	8,5496	4,433	0,0094
<i>Linear</i>	(1)	0,440006	0,4400	0,228	0,6358
Continua...					

Continuação...					
<i>Quadrático</i>	(1)	2,947231	2,9472	1,528	0,2244
<i>Desvio</i>	(1)	22,261555	22,2616	11,542	0,0017
Energia d L1	2	5,621126	2,8106	1,457	0,2463
Energia d L2	2	3,210993	1,6055	0,832	0,4432
Energia d L3	2	10,364581	5,1823	2,687	0,0817
Energia d L4	2	3,556444	1,7782	0,922	0,4069
ADICIONAL	1	2,454153	2,4542	1,272	0,2668
Erro	36	69,433246	1,9287		
CV (%)		3,49			

TABELA 9A – Análise de variância e coeficiente de variação para rendimento de carcaça (%) de suínos dos 20 aos 50kg recebendo rações com baixo teor de proteína bruta e diferentes níveis de lisina digestível verdadeira e energia metabolizável.

FV	GL	SQ	QM	F	P>F
BLOCO	3	3,50203	1,1673	1,786	0,1672
LDV (L)	3	6,974233	2,3247	3,558	0,0236
<i>Linear</i>	(1)	0,531477	0,5315	0,813	0,3731
<i>Quadrático</i>	(1)	0,164268	0,1643	0,251	0,6191
<i>Desvio</i>	(1)	6,278488	6,2785	9,609	0,0037
ENERGIA (E)	2	3,852795	1,9264	2,948	0,0652
L*E	6	32,639696	5,4399	8,325	0,0000
lisina d E	3	13,620473	4,5402	6,948	0,0008
<i>Linear</i>	(1)	12,6000	12,6000	19,2829	0,0001
<i>Quadrático</i>	(1)	0,4000	0,4000	0,6122	0,4391
<i>Desvio</i>	(1)	0,6205	0,6205	0,9496	0,3363
lisina d E	3	14,331685	4,7772	7,311	0,0006
<i>Linear</i>	(1)	1,538183	1,5382	2,354	0,1337
<i>Quadrático</i>	(1)	12,771689	12,7717	19,546	0,0001
<i>Desvio</i>	(1)	0,021813	0,0218	0,033	0,8561
lisina d E	3	11,66177	3,8873	5,949	0,0021
<i>Linear</i>	(1)	3,57562	3,5756	5,472	0,0250
<i>Quadrático</i>	(1)	5,074883	5,0749	7,767	0,0084
<i>Desvio</i>	(1)	3,011268	3,0113	4,608	0,0386
Energia d L1	2	4,476847	2,2384	3,426	0,0435
Energia d L2	2	4,104209	2,0521	3,141	0,0553
Energia d L3	2	21,988476	10,9942	16,825	0,0000
Energia d L4	2	5,922958	2,9615	4,532	0,0176
ADICIONAL	1	1,479466	1,4795	2,264	0,1411
Erro	36	23,523417	0,6534		
CV (%)		1,04			

TABELA 10A – Análise de variância e coeficiente de variação para perdas após o resfriamento da carcaça (%) de suínos dos 20 aos 50kg recebendo rações com baixo teor de proteína bruta e diferentes níveis de lisina digestível verdadeira e energia metabolizável.

FV	GL	SQ	QM	F	P>F
BLOCO	3	4,983279	1,6611	2,550	0,0709
LDV (L)	3	2,880682	0,9602	1,474	0,2379
ENERGIA (E)	2	7,67164	3,8358	5,888	0,0061
L*E	6	8,692911	1,4488	2,224	0,0630
lisina d E	3	0,486003	0,1620	0,249	0,8617
lisina d E	3	7,693993	2,5647	3,937	0,0158
<i>Linear</i>	(1)	1,992698	1,9927	3,059	0,0888
<i>Quadrático</i>	(1)	2,083692	2,0837	3,199	0,0821
<i>Desvio</i>	(1)	3,617602	3,6176	5,553	0,0240
lisina d E	3	3,393598	1,1312	1,736	0,1769
Energia d L1	2	8,837129	4,4186	6,783	0,0032
Energia d L2	2	2,434246	1,2171	1,868	0,1690
Energia d L3	2	4,070275	2,0351	3,124	0,0561
Energia d L4	2	1,022901	0,5115	0,785	0,4637
ADICIONAL	1	1,00754	1,0075	1,547	0,2217
Erro	36	23,451759	0,6514		
CV (%)	7,41				

TABELA 11A – Análise de variância e coeficiente de variação para área de olho de lombo (cm²) de suínos dos 20 aos 50kg recebendo rações com baixo teor de proteína bruta e diferentes níveis de lisina digestível verdadeira e energia metabolizável.

FV	GL	SQ	QM	F	P>F
BLOCO	3	9,868767	3,2896	1,243	0,3083
LDV (L)	3	94,882415	31,6275	11,955	0,0000
<i>Linear</i>	(1)	10,388353	10,3884	3,927	0,0552
<i>Quadrático</i>	(1)	69,759874	69,7599	26,370	0,0000
<i>Desvio</i>	(1)	14,734188	14,7342	5,570	0,0238
ENERGIA (E)	2	78,001724	39,0009	14,743	0,0000
L*E	6	52,702806	8,7838	3,320	0,0105
lisina d E	3	6,171875	2,0573	0,778	0,5142
lisina d E	3	55,868117	18,6227	7,040	0,0008
<i>Linear</i>	(1)	0,010881	0,0109	0,004	0,9492
<i>Quadrático</i>	(1)	44,000006	44,0000	16,632	0,0002
<i>Desvio</i>	(1)	11,85723	11,8572	4,482	0,0412
lisina d E	3	85,545229	28,5151	10,779	0,0000
<i>Linear</i>	(1)	12,402338	12,4023	4,688	0,0371
<i>Quadrático</i>	(1)	51,958868	51,9589	19,641	0,0001
<i>Desvio</i>	(1)	21,184024	21,1840	8,008	0,0076
Energia d L1	2	31,588298	15,7941	5,970	0,0058
Continua...					

Continuação...					
Energia d L2	2	20,666667	10,3333	3,906	0,0292
Energia d L3	2	10,282898	5,1414	1,944	0,1579
Energia d L4	2	68,166667	34,0833	12,884	0,0001
ADICIONAL	1	31,498266	31,4983	11,907	0,0014
Erro	36	95,236234	2,6455		
CV (%)	5,89				

TABELA 12A – Análise de variância e coeficiente de variação para espessura de toucinho (cm) de suínos dos 20 aos 50kg recebendo rações com baixo teor de proteína bruta e diferentes níveis de lisina digestível verdadeira e energia metabolizável.

FV	GL	SQ	QM	F	P>F
BLOCO	3	0,048486	0,0162	1,404	0,2574
LDV (L)	3	0,0335	0,0112	0,970	0,4175
ENERGIA (E)	2	0,180649	0,0903	7,847	0,0015
L*E	6	0,194852	0,0325	2,821	0,0235
lisina d E	3	0,075904	0,0253	2,198	0,1051
<i>Linear</i>	(1)	0,06757	0,0676	5,870	0,0206
<i>Quadrático</i>	(1)	0,006931	0,0069	0,602	0,4428
<i>Desvio</i>	(1)	0,001403	0,0014	0,122	0,7290
lisina d E	3	0,017756	0,0059	0,514	0,6751
lisina d E	3	0,134692	0,0449	3,901	0,0164
<i>Linear</i>	(1)	0,066298	0,0663	5,760	0,0217
<i>Quadrático</i>	(1)	0,000008	0,0000	0,001	0,9791
<i>Desvio</i>	(1)	0,068387	0,0684	5,941	0,0199
Energia d L1	2	0,118679	0,0593	5,155	0,0107
Energia d L2	2	0,193669	0,0968	8,413	0,0010
Energia d L3	2	0,011467	0,0057	0,498	0,6118
Energia d L4	2	0,051685	0,0258	2,245	0,1205
ADICIONAL	1	0,010592	0,0106	0,920	0,3438
Erro	36	0,414369	0,0115		
CV (%)	11,09				

TABELA 13A – Análise de variância e coeficiente de variação para espessura de toucinho (cm) de suínos dos 20 aos 50kg recebendo rações com baixo teor de proteína bruta e diferentes níveis de lisina digestível verdadeira e energia metabolizável.

FV	GL	SQ	QM	F	P>F
BLOCO	3	1,073241	0,3577	2,174	0,1080
LDV (L)	3	12,345421	4,1151	25,006	0,0000
<i>Linear</i>	(1)	5,142739	5,1427	31,250	0,0000
<i>Quadrático</i>	(1)	1,923201	1,9232	11,686	0,0016
<i>Desvio</i>	(1)	5,27948	5,2795	32,081	0,0000
ENERGIA (E)	2	3,615469	1,8077	10,985	0,0002
L*E	6	4,559807	0,7600	4,618	0,0014
lisina d E	3	1,181005	0,3937	2,392	0,0846
lisina d E	3	6,53883	2,1796	13,244	0,0000
<i>Linear</i>	(1)	2,210128	2,2101	13,430	0,0008
<i>Quadrático</i>	(1)	2,173413	2,1734	13,207	0,0009
<i>Desvio</i>	(1)	2,15529	2,1553	13,097	0,0009
lisina d E	3	9,185393	3,0618	18,605	0,0000
<i>Linear</i>	(1)	4,739972	4,7400	28,802	0,0000
<i>Quadrático</i>	(1)	1,974728	1,9747	11,999	0,0014
<i>Desvio</i>	(1)	2,470694	2,4707	15,013	0,0004
Energia d L1	2	4,299512	2,1498	13,063	0,0001
Energia d L2	2	0,499727	0,2499	1,518	0,2328
Energia d L3	2	1,774721	0,8874	5,392	0,0089
Energia d L4	2	1,601316	0,8007	4,865	0,0135
ADICIONAL	1	0,326975	0,3270	1,987	0,1672
Erro	36	5,924452	0,1646		
CV (%)		11,92			

TABELA 14A – Análise de variância e coeficiente de variação para nitrogênio absorvido (%) por suínos aos 36 kg recebendo rações com baixo teor de proteína bruta e diferentes níveis de lisina digestível verdadeira e energia metabolizável.

FV	GL	SQ	QM	F	P>F
BLOCO	3	104,278	34,7595	6,754	0,0010
ENERGIA (E)	2	43,395	21,6977	4,216	0,0226
LDV (L)	3	55,372	18,4572	3,586	0,0229
<i>linear</i>	1	5,400	5,4000	1,049	0,3125
<i>quadrática</i>	1	39,968	39,9675	7,766	0,0084
<i>cúbica</i>	1	10,004	10,0042	1,944	0,1718
E*L	6	97,410	16,2349	3,154	0,0137
lisina d E1	3	104,437	34,8123	6,764	0,0010
<i>linear</i>	1	1,128	1,1281	0,219	0,6425
<i>quadrática</i>	1	33,931	33,9306	6,593	0,0145
<i>cúbica</i>	1	69,378	69,3781	13,480	0,0008
lisina d E2	3	20,662	6,8873	1,338	0,2772
lisina d E3	3	27,683	9,2275	1,793	0,1660
E d L1	2	19,547	9,7733	1,899	0,1644
E d L2	2	20,312	10,1558	1,973	0,1538
E d L3	2	58,182	29,0908	5,652	0,0073
E d L4	2	42,765	21,3825	4,155	0,0238
ADICIONAL	1	3,631	3,6310	0,706	0,4065
Erro	36	185,282	5,1467		
CV (%)	2,63				

TABELA 15A – Análise de variância e coeficiente de variação para nitrogênio retido (%) por suínos aos 36 kg recebendo rações com baixo teor de proteína bruta e diferentes níveis de lisina digestível verdadeira e energia metabolizável.

FV	GL	SQ	QM	F	P>F
BLOCO	3	943,524	314,5079	9,260	0,0001
ENERGIA (E)	2	4,532	2,2658	0,067	0,9356
LDV (L)	3	233,844	77,9480	2,295	0,0943
<i>linear</i>	1	183,575	183,5750	5,405	0,0258
<i>quadrática</i>	1	2,297	2,2969	0,068	0,7963
<i>cúbica</i>	1	47,972	47,9720	1,412	0,2424
E*L	6	695,822	115,9703	3,414	0,0090
L dentro E1	3	151,372	50,4573	1,486	0,2349
L dentro E2	3	198,387	66,1290	1,947	0,1395
L dentro E3	3	579,907	193,3023	5,691	0,0027
<i>linear</i>	1	402,753	402,7531	11,858	0,0015
<i>quadrática</i>	1	115,026	115,0256	3,386	0,0740
<i>cúbica</i>	1	62,128	62,1281	1,829	0,1847
E dentro L1	2	33,755	16,8775	0,497	0,6125
E dentro L2	2	91,865	45,9325	1,352	0,2715
E dentro L3	2	26,352	13,1758	0,388	0,6813
E dentro L4	2	548,382	274,1908	8,073	0,0013
ADICIONAL	1	87,675	87,6750	2,581	0,1169
Erro	36	1222,774	33,9659		
CV (%)	8,30				

TABELA 16A – Análise de variância e coeficiente de variação para a relação nitrogênio retido/nitrogênio absorvido por suínos aos 36 kg recebendo rações com baixo teor de proteína bruta e diferentes níveis de lisina digestível verdadeira e energia metabolizável.

FV	GL	SQ	QM	F	P>F
BLOCO	3	735,565	245,1884	4,720	0,0070
ENERGIA (E)	2	23,287	11,6433	0,224	0,8003
LDV (L)	3	483,304	161,1014	3,101	0,0387
<i>linear</i>	1	335,121	335,1207	6,451	0,0156
<i>quadrática</i>	1	15,870	15,8700	0,305	0,5839
<i>cúbica</i>	1	132,314	132,3135	2,547	0,1193
E*L	6	703,293	117,2156	2,256	0,0597
L dentro E1	3	273,073	91,0242	1,752	0,1738
L dentro E2	3	196,663	65,5542	1,262	0,3020
L dentro E3	3	716,863	238,9542	4,600	0,0080
<i>linear</i>	1	587,528	587,5280	11,309	0,0018
<i>quadrática</i>	1	61,623	61,6225	1,186	0,2833
<i>cúbica</i>	1	67,712	67,7120	1,303	0,2611
E dentro L1	2	93,502	46,7508	0,900	0,4156
E dentro L2	2	84,362	42,1808	0,812	0,4520
E dentro L3	2	50,505	25,2525	0,486	0,6190
E dentro L4	2	498,212	249,1058	4,795	0,0142
ADICIONAL	1	161,040	161,0401	3,100	0,0868
Erro	36	1870,217	51,9505		
CV (%)	8,85				

TABELA 17A – Análise de variância e coeficiente de variação para energia absorvida (%) por suínos aos 36 kg recebendo rações com baixo teor de proteína bruta e diferentes níveis de lisina digestível verdadeira e energia metabolizável.

FV	Gl	SQ	QM	F	P>F
BLOCO	3	73,462	24,487	5,802	0,0020
ENERGIA	2	44,372	22,186	5,257	0,0100
LDV	3	21,896	7,299	1,729	0,1780
E*L	6	18,735	3,123	0,740	0,6210
ADICIONAL	1	14,555	14,555	3,449	0,0715
Erro	36	151,928	4,220		
CV (%)	2,3				

TABELA 18A – Análise de variância e coeficiente de variação para energia absorvida (%) por suínos aos 36 kg recebendo rações com baixo teor de proteína bruta e diferentes níveis de lisina digestível verdadeira e energia metabolizável.

FV	Gl	SQ	QM	F	P>F
BLOCO	3	209,219	69,740	9,052	0,0000
ENERGIA	2	22,593	11,296	1,466	0,2440
LDV	3	53,018	17,673	2,294	0,0940
E*L	6	45,449	7,575	0,983	0,4510
ADICIONAL	1	23,463	23,463	3,045	0,0895
Erro	36	277,361	7,704		
CV (%)	3,19				

TABELA 19A – Análise de variância e coeficiente de variação para a relação energia retida/energia absorvida por suínos aos 36 kg recebendo rações com baixo teor de proteína bruta e diferentes níveis de lisina digestível verdadeira e energia metabolizável.

FV	Gl	SQ	QM	F	P>F
BLOCO	3	78,487	26,162	4,866	0,0060
ENERGIA	2	3,993	1,996	0,371	0,6920
LDV	3	24,027	8,009	1,490	0,2340
E*L	6	20,397	3,400	0,632	0,7030
ADICIONAL	1	1,735	1,735	0,323	0,5735
Erro	36	193,536	5,376		
CV (%)	2,38				