

WILKSON OLIVEIRA REZENDE

**NÍVEIS DE ENERGIA METABOLIZÁVEL MANTENDO A RELAÇÃO
LISINA DIGESTÍVEL POR CALORIA EM RAÇÕES PARA SUÍNOS
MACHOS CASTRADOS EM TERMINAÇÃO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de “*Magister Scientiae*”.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2004

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

R467n
2004

Rezende, Wilkson Oliveira, 1979-

Níveis de energia metabolizável mantendo a relação lisina digestível por caloria em rações para suínos machos castrados em terminação / Wilkson Oliveira Rezende. – Viçosa : UFV, 2004.
viii, 24f. : il. ; 29cm.

Orientador: Juarez Lopes Donzele
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 22-24

1. Suíno - Alimentação e rações. 2. Suíno - Nutrição - Exigências. 3. Lisina na nutrição de suínos. 4. Aminoácidos na nutrição de suínos. 5. Energia metabolizável na nutrição de suínos. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 20.ed. 636.4084

WILKSON OLIVEIRA REZENDE

**NÍVEIS DE ENERGIA METABOLIZÁVEL MANTENDO A RELAÇÃO
LISINA DIGESTÍVEL POR CALORIA EM RAÇÕES PARA SUÍNOS
MACHOS CASTRADOS EM TERMINAÇÃO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

APROVADA: 30 de junho de 2004

Prof. Rita Flávia Miranda de Oliveira
(Conselheiro)

Darci Clementino Lopes
(Conselheiro)

Prof. Aloízio Soares Ferreira

Dr. Francisco Carlos de O. Silva

Prof. Juarez Lopes Donzele
(Orientador)

A Deus.

Aos meus pais, Wilmar Orotides e Terezinha Judith Oliveira Rezende.

Aos manos Kelem, Wilter e Wendley.

E aos meus avós Orótides, Enedina e Judith

Pelo amor, carinho, incentivo e compreensão.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), pela oportunidade ímpar de realização deste curso.

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

Ao Departamento de Zootecnia, do Centro de Ciências Agrárias da UFV, pelo apoio.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), por permitir a realização do experimento.

Ao professor Juarez Lopes Donzele, pelos valiosos ensinamentos, pela confiança e orientação e pelo exemplo de profissionalismo.

À professora Rita Flávia Miranda de Oliveira, pelas sugestões, pelo apoio e amizade.

Aos professores Darci Clementino Lopes e Robledo de Almeida Torres, pelo apoio e sugestões.

Ao pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), membro da Banca Examinadora, Francisco Carlos de Oliveira Silva, pela ajuda a condução do experimento, pelo apoio e sugestões.

A todos os funcionários da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), da Fazenda Experimental do Vale do Piranga, em Oratórios, pela colaboração na condução do experimento, em especial ao “Salame” e Afonso.

Aos funcionários dos Setores de Suinocultura e de Avicultura da UFV, em especial ao Zé Alberto (Dedeco), Elísio e Zé Lino, pelos ensinamento práticos e pela amizade desenvolvida ao longo dos anos de trabalho em conjunto.

À amiga Lourdes (Lurdinha) pelo companheirismo e pelo inestimável apoio nas atividades de campo. Obrigado!

Ao Márvio Lobão, pela amizade, pelas sugestões e pelo grande apoio nas atividades de campo e análises estatísticas.

A toda a irmandade: Alexandre (Tabaco), Edílson, Letícia, Mariana, Rafaela, Roberta e Uislei, pela amizade e o agradável convívio.

Aos amigos, grandes parceiros de república, Fred e Antonio, pela amizade e companheirismo, pelos acirrados embates filosóficos e pelos inúmeros “quebra-galhos” prestados.

Aos grandes amidos do rock, Bombom, “Cuíca”, Gerhasdus, Dani, Bia, Camila, Harvey, “Sal”, Sérgio, “Bocão” e Vanessa, pelos inesquecíveis momentos de alegria, irreverência e curtidão. Valeu!

À Grande Turma, “ZOO 98”, em especial, aos queridos-irmãos Mário, Fernanda, Alex, Leidi, Patrícia, Cris, Vinícius, Jane e Lidson, pela união, alegria, festas e excursões, que tanto contribuíram para que “meu tempo de UFV” fosse tão especial.

A Viçosa e aos viçosenses pela ótima acolhida.

Aos meus pais, pelo apoio incondicional, carinho, amor e dedicação.

A toda minha família pela união, torcida e apoio.

E a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para realização deste trabalho.

ÍNDICE

| | |
|--|------|
| RESUMO..... | vi |
| ABSTRACT..... | viii |
| 1. INTRODUÇÃO GERAL..... | 1 |
| 2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 4 |
| 3. LISINA EM RAÇÕES PARA FÊMEAS SUÍNAS PRIMÍPARAS EM LACTAÇÃO..... | 5 |
| Resumo..... | 5 |
| Abstract..... | 6 |
| Introdução..... | 7 |
| Material e métodos..... | 10 |
| Resultados e Discussão..... | 13 |
| Conclusão..... | 21 |
| Referências bibliográficas..... | 22 |

RESUMO

REZENDE, Wilkson Oliveira, M. S., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2004. **Níveis de energia metabolizável mantendo a relação lisina digestível por caloria em rações para suínos machos castrados em terminação.** Orientador: Juarez Lopes Donzele. Conselheiros: Rita Flávia Miranda de Oliveira e Darci Clementino Lopes.

Foram utilizados 40 suínos machos castrados, híbridos comerciais com alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça e peso inicial de $60,1 \pm 1,3$ kg, em um estudo para avaliar os efeitos de diferentes níveis de energia metabolizável (EM), mantendo-se a relação lisina digestível:caloria sobre o desempenho e as características de carcaça. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro tratamentos, cinco repetições e dois animais por unidade experimental. Os tratamentos corresponderam a quatro níveis de EM (3.100, 3.230, 3.370 e 3.500 kcal/kg de ração), nos quais foi mantida a relação de 2,41g de lisina digestível/Mcal de EM. As rações foram fornecidas à vontade até o fim do período experimental, quando os animais atingiram $95,46 \pm 2,89$ kg. Os níveis de energia metabolizável influenciaram o consumo de ração diário, que reduziu linearmente. A conversão alimentar melhorou linearmente com o aumento dos níveis de energia metabolizável. Não houve efeito dos tratamentos sobre consumo de energia, ganho de peso diário, eficiência de utilização da EM para ganho de peso, rendimento de carcaça, espessura de toucinho e rendimento de carne magra. Concluiu-se que níveis crescentes de energia metabolizável (de

3.100 para 3.500 kcal/kg), mantendo a relação lisina digestível:caloria na ração de suínos machos castrados, promoveram melhora na eficiência alimentar e reduções no consumo de ração sem alterar o ganho de peso e as características de carcaça.

ABSTRACT

REZENDE, Wilkson Oliveira, M. S., Universidade Federal de Viçosa, June 2004.
Metabolizable energy levels maintaining digestible lysine:calorie ratio for castrated finishing barrows. Adviser: Juarez Lopes Donzele. Committee members: Rita Flávia Miranda de Oliveira and Darci Clementino Lopes.

There were used forty castrated barrows, commercial hybrids, high potential for lean deposition on carcass, and initial weight of 60.1 ± 1.3 kg in a study, in order to evaluate different metabolizable energy levels (EM), maintaining digestible lysine:calorie ratio, upon development and carcass characteristics. An allotted blocks experimental design with four treatments, five replicate and two animals per experimental unit was used. Treatments consisted in four metabolizable energy levels (3,100, 3,230, 3,370 e 3,500 kcal/kg), which 2.41 g of digestible lysine/ Mcal od EM ratio was kept. Animals were fed until the end of the experimental period, when animals reached 95.46 ± 2.89 kg. energy levels had an influence upon feed consumption in a linear way. Feed conversion improved linearly with metabolizable energy increase. There was no effect of treatments energy efficiency for weight gain, carcass yield, backfat thickness and lean meat yield. It was concluded that increasing metabolizable energy levels (from 3,100 to 3,500 kcal/kg), maintaining digestible lysine:calorie ratio on castrated barrows diets, improves feed efficiency and reduces feed intake without affect on weight gain and carcass characteristics.

Introdução Geral

A nutrição tem sido responsável pela maior parte do custo de produção de suínos, sendo a energia, quantitativamente, o componente nutricional mais importante das rações. Admite-se que os suínos se alimentam para atender suas necessidades energéticas, sendo, portanto, o conteúdo energético da dieta um dos principais fatores que controlam o consumo de alimento e de nutrientes essenciais quando os animais são submetidos a regimes de alimentação à vontade.

Os efeitos do consumo de energia sobre o desempenho e a deposição de gordura e proteína na carcaça de suínos podem ser de fundamental importância para se estabelecer o sistema de alimentação a ser adotado em cada caso (Machado e Penz Júnior, 1992).

Com relação a este aspecto, Campbell e Taverner (1988) demonstraram que suínos de diferentes linhagens apresentam grandes variações nas respostas de desempenho e na composição de carcaça quando submetidos a dietas contendo níveis mais elevados de energia. Este trabalho demonstra que a viabilidade econômica de se aumentar os níveis de energia da dieta para animais em terminação é dependente, em grande parte, do seu potencial genético.

Os esforços despendidos nos programas de melhoramento, objetivando o aumento da taxa e da eficiência de deposição de tecido muscular, bem como a redução da deposição de gordura na carcaça dos animais, resultaram em animais muito mais responsivos ao consumo de energia e de proteína (Schinckel, 2003).

Embora historicamente as estratégias nutricionais para os animais em terminação fossem, muitas vezes, de restrição alimentar ou uso de dietas de baixo valor energético em

função do baixo potencial de deposição de tecido magro e da tendência de deposição excessiva de gordura, os avanços genéticos obtidos têm permitido a liberação progressiva do consumo de energia pelos animais (Levasseur et al, 1998).

O aumento dos níveis de energia das rações, mantendo-se constante a relação entre a proteína ideal e a energia, tem sido eficaz para melhorar a eficiência alimentar e, em alguns casos, a taxa de crescimento. Quando criados em condições de estresse por altas temperaturas (Le Dividich, 1987) ou em condições comerciais de criação (De la Llata, 2001), situações em que o consumo voluntário é reduzido, o uso de dietas de alta energia tem sido associado a maiores consumos de energia e, conseqüentemente, maiores taxas de crescimento.

No entanto, apesar de o aumento dos níveis de energia da ração ter efeito positivo sobre a eficiência alimentar, não há consenso quanto aos seus efeitos sobre a qualidade da carcaça produzida. Segundo revisão de Pettigrew e Moser (1991), a inclusão de lipídios às rações de alta densidade energética levaria a uma redução da porcentagem de carne magra e aumento de gordura nas carcaças, mesmo que os níveis de proteína da dieta fossem corrigidos para os níveis de energia.

Suínos de genótipo moderno têm apresentado respostas diferenciadas ao aumento de energia da dieta. Alguns trabalhos demonstram que o balanceamento da proteína ideal em relação à energia, mantendo-se constante a relação lisina:caloria, tem sido eficaz para manter a qualidade de carcaça de suínos de genótipos modernos, na fase de terminação, alimentados com dietas ricas em energia, aumentando muitas vezes o rendimento de carcaça (Usry e Boyd, 2001).

A possível vantagem deste manejo nutricional para animais em terminação é pouco relatada, em especial para suínos de alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça.

Assim, esta pesquisa foi desenvolvida para avaliar o efeito dos níveis de energia metabolizável da ração, mantendo-se a relação lisina digestível:energia, sobre o desempenho e características de carcaça de suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça, dos 60 aos 95 kg de peso.

O artigo a seguir foi editado com base nas exigências da Revista Brasileira de Zootecnia, publicada pela Sociedade Brasileira de Zootecnia, com adaptação das normas para elaboração de teses da Universidade Federal de Viçosa.

Referências Bibliográficas

- CAMPBELL, R. G.; TAVERNER, M. R.. Genotype and sex effects on the relationship between energy intake and protein deposition in growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.66, p.676-686, 1988.
- DE LA LLATA, M.; DRITZ, S. S.; TOKACH, M. D.; GOODBAND, R. D.; NELSSSEN, J. L.; LOUGHIN, T. M.. Effects of dietary fat on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs reared in a commercial environment. **Journal of Animal Science**, v.71, p.2643-2650, 2001.
- LE DIVIDICH, J.; NOBLET, J.; BIKAWA, T.. Effect of environmental temperature and dietary energy concentration on the performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs fed to equal rate of gain. **Livestock Production Science**, v.17, p.235-246, 1987.
- LEVASSEUR, P.; COURBOULAY, V.; MEUNIER-SALAUN, M. C.; DOURMAD, J. Y.; NOBLET, J.. Influence de la source d'énergie et de la concentration énergétique de l'aliment sur le comportement alimentaire, les performances zootechniques et les qualités de carcasse du porc charcutier. **Journées Recherche Porcine en France**, v.30, p.245-252, 1998.
- MACHADO, C. P.; PENZ JUNIOR, A. M.. Programa de alimentação de suínos em crescimento-acabamento; múltiplas fases e criação de animais de diferentes sexos em separado. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p.135-148, 1992.
- PETTIGREW, J. E.; MOSER, R. L. Fat in swine nutrition. In: MILLER, E.R.; ULLREY, D. E.; LEWIS, A. J.. (Ed) **Swine Nutrition**. Butterwrth-Heinemann: Stoneham. 1991. p.133-146.
- SCHINCKEL, A.P. Fatores que afetam o crescimento de tecido magro de suínos. In: II CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA.
< http://www.conferencia.uncnet.br/pork/seg/pal/anais01p2_schinckel-5_pt.pdf>
(acessado em 23/06/2003)
- 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: I WORKSHOP LATINO-AMERICANO AJINOMOTO BIOLATINA. Foz do Iguaçu, PR, **Anais...**, Foz do Iguaçu, Ajinomoto Biolatina, 2001. p.103-133.

Níveis de energia metabolizável mantendo a relação lisina digestível por caloria em rações para suínos machos castrados em terminação

RESUMO - Foram utilizados 40 suínos machos castrados, híbridos comerciais com alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça e peso inicial de $60,1 \pm 1,3$ kg, em um estudo para avaliar os efeitos de diferentes níveis de energia metabolizável (EM), mantendo-se a relação lisina digestível:caloria sobre o desempenho e as características de carcaça. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro tratamentos, cinco repetições e dois animais por unidade experimental. Os tratamentos corresponderam a quatro níveis de EM (3.100, 3.230, 3.370 e 3.500 kcal/kg de ração), nos quais foi mantida a relação de 2,41g de lisina digestível/Mcal de EM. As rações foram fornecidas à vontade até o fim do período experimental, quando os animais atingiram $95,46 \pm 2,89$ kg. Os níveis de energia metabolizável influenciaram o consumo de ração diário, que reduziu linearmente. A conversão alimentar melhorou linearmente com o aumento dos níveis de energia metabolizável. Não houve efeito dos tratamentos sobre consumo de energia, ganho de peso diário, eficiência de utilização da EM para ganho de peso, rendimento de carcaça, espessura de toucinho e rendimento de carne magra. Concluiu-se que níveis crescentes de energia metabolizável (de 3.100 para 3.500 kcal/kg), mantendo a relação lisina digestível:caloria na ração de suínos machos castrados, promoveram melhora na eficiência alimentar e reduções no consumo de ração sem alterar o ganho de peso e as características de carcaça.

Palavras – chave: carcaça, densidade energética, genótipo e terminação

Metabolizable energy levels maintaining digestible lysine:calorie ratio for castrated finishing barrows

Abstract – There were used forty castrated barrows, commercial hybrids, high potential for lean deposition on carcass, and initial weight of $60,1 \pm 1,3$ kg in a study, in order to evaluate different metabolizable energy levels (EM), maintaining digestible lysine:calorie ratio, upon development and carcass characteristics. An allotted blocks experimental design with four treatments, five replicate and two animals per experimental unit was used. Treatments consisted in four metabolizable energy levels (3.100, 3.230, 3.370 e 3.500 kcal/kg), which 2,41 g of digestible lysine/ Mcal od EM ratio was kept. Animals were fed until the end of the experimental period, when animals reached $95,46 \pm 2,89$ kg. energy levels had an influence upon feed consumption in a linear way. Feed conversion improved linearly with metabolizable energy increase. There was no effect of treatments energy efficiency for weight gain, carcass yield, backfat thickness and lean meat yield. It was concluded that increasing metabolizable energy levels (from 3.100 to 3.500 kcal/kg), maintaining digestible lysine:calorie ratio on castrated barrows diets, improves feed efficiency and reduces feed intake without affect on weight gain and carcass characteristics.

Key Words: carcass, energy density, genotype and finishing

Introdução

O conteúdo energético das rações é um dos fatores nutricionais mais relevantes no desempenho de suínos na fase de terminação. Em geral, a energia é o componente nutricional que mais onera a alimentação, já que a maior parte da ração é constituída por alimentos energéticos; e por isso mesmo, a busca pela eficiência na nutrição energética dos suínos, aliando ganhos biológicos e econômicos, tem sido contínua.

Os suínos, especialmente quando estão em fase de terminação, tendem a alterar o consumo das rações, procurando ajustá-lo aos níveis de energia destas. Quanto mais elevado o nível de energia, menor o consumo voluntário. Portanto, a utilização de rações com alta densidade energética na fase de terminação torna o consumo voluntário dos animais reduzido e tem sido associada também à melhora na eficiência alimentar.

Apesar de o aumento dos níveis energéticos da ração ser, muitas vezes, associado à melhora da eficiência alimentar, a utilização de tal estratégia nutricional nem sempre é interessante economicamente. Além dos alimentos de alto valor energético, principalmente óleos e gorduras, serem mais onerosos, as respostas dos animais a essas dietas variam em função de diversos fatores, entre eles o sexo dos animais, fase de crescimento, ambiente, histórico nutricional e potencial genético (Weis et al., 2004).

Na prática, a intensidade das respostas de desempenho de crescimento e de composição corporal (qualidade de carcaça) em termos de energia da ração é fundamental para se estabelecer estratégias de alimentação adequadas para cada situação.

Revisões anteriores (Pettigrew e Moser, 1991) indicavam que o aumento dos níveis energéticos pela inclusão de lipídios às rações, mesmo quando balanceado o nível de proteína ao nível de energia, levaria à redução na porcentagem de carne magra e aumento de gordura nas carcaças. Esta revisão não está consistente com alguns trabalhos desenvolvidos posteriormente.

Trabalhos mais recentes sugerem que animais com alto potencial para deposição de carne magra apresentam melhor eficiência alimentar, sem comprometimento significativo da qualidade de carcaça, e podem apresentar melhor desempenho econômico quando o aumento da densidade energética da ração é acompanhado pelo balanceamento da proteína ideal, mantendo-se constante a relação lisina:caloria (Usry e Boyd, 2001).

As diferenças nas respostas observadas podem estar ligadas à genética dos animais com os quais se desenvolveram os estudos, pois o consumo voluntário e o potencial de deposição de carne magra variam, em grande parte, em função desta genética.

A demanda crescente de carne magra de qualidade pelo consumidor e pela indústria tem levado à seleção e à produção de suínos com potencial genético superior para taxa de crescimento, eficiência alimentar, rendimento de carne magra e baixo porcentual de gordura na carcaça. Entretanto, segundo Bikker et al. (1995), a seleção desses híbridos comerciais com alto potencial de crescimento de carne magra parece ter aumentado a capacidade genética de deposição de proteína para além do limite do apetite dos animais e, conseqüentemente, tornado o consumo de energia limitante à expressão do potencial máximo de deposição de carne magra.

Como o nível de energia de uma dieta tem efeito significativo sobre o consumo da dieta pelos animais, é desejável que as exigências nutricionais sejam expressas em relação ao conteúdo energético das rações, especialmente as exigências protéicas. A adição de

lipídios ou a utilização de qualquer alimento de alto valor energético, visando o aumento do conteúdo energético da ração, requer a correção dos valores protéicos proporcionalmente, a fim de se evitar desequilíbrio entre consumo de energia e proteína e, conseqüentemente, alteração da partição da energia depositada como gordura ou proteína na carcaça (Usry e Boyd, 2001).

Embora se saiba que genótipos modernos respondem melhor ao aumento no consumo de energia, os efeitos de dietas de alta energia, com níveis protéicos balanceados, sobre o desempenho e as características de carcaça são pouco conhecidos. A possível vantagem deste manejo nutricional para animais em terminação é pouco relatada, em especial para suínos de alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça.

Assim, este estudo foi conduzido para avaliar os efeitos dos níveis de energia metabolizável da ração, mantendo-se constante a relação lisina digestível:caloria, sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça, dos 60 aos 95 kg de peso.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na granja de suínos da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), localizada na Fazenda Experimental do Vale do Piranga, em Oratórios - MG.

Foram utilizados 40 suínos machos castrados, híbridos comerciais, resultantes do cruzamento das linhagens AGPIC 419 (macho) e CAMBOROUGH 22 (fêmea), com peso inicial de $60,1 \pm 1,3$ kg, distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro tratamentos (3.100, 3.230, 3.370 e 3.500 kcal de Energia Metabolizável/kg de ração), cinco repetições e dois animais por unidade experimental.

Os animais foram alojados em baias providas de comedouros semi-automático e bebedouros tipo chupeta, localizadas em galpão de alvenaria, com piso de concreto e cobertura de telha de amianto. A limpeza das baias foi realizada diariamente com raspagens dos dejetos. A temperatura do ar foi registrada diariamente por meio de termômetros de máxima e de mínima, colocados em uma baia vazia no interior do galpão.

Para a determinação do ganho de peso diário, os animais foram pesados no início e no final do período experimental, período este que foi determinado quando os animais atingiram $95,46 \pm 2,89$ kg de peso. As rações fornecidas e as sobras de ração foram pesadas semanalmente para posterior determinação do consumo de ração, de energia metabolizável e da conversão alimentar.

As rações experimentais (Tabela 1) foram formuladas à base de milho e farelo de soja, acrescidas de óleo de soja ou farelo de trigo a fim de se atingir os níveis de energia

metabolizável desejados, e suplementadas com núcleo de minerais e vitaminas, atendendo ou excedendo as recomendações do NRC (1998).

As rações experimentais que constituíram os tratamentos foram formuladas para conter quatro níveis de energia metabolizável (3.100, 3.230, 3.370 e 3.500 kcal/kg de ração), mantendo-se a relação entre energia metabolizável e lisina digestível (2,41g de lisina digestível por Mcal de energia metabolizável), resultando em níveis de lisina digestível de 0,747; 0,779; 0,811 e 0,844%, respectivamente.

O aumento dos níveis de energia metabolizável e de lisina digestível foi obtido mediante modificações na proporção de óleo de soja e farelo de soja. Os níveis dos aminoácidos essenciais foram estimados a fim de garantir que suas concentrações em relação à lisina ficassem, no mínimo, igual àquela da proteína ideal, conforme preconizado por Fuller (1996). As rações e a água foram fornecidas aos animais à vontade.

Ao final do período experimental, os animais foram submetidos a jejum de 18 horas, pesados e, em seguida, encaminhados para frigorífico comercial onde foram abatidos. Os animais foram abatidos por atordoamento elétrico seguido de sangramento, sendo posteriormente depilados por escalda e lança-chamas e depois eviscerados. As carcaças, sem a cabeça e os pés, foram pesadas e em seguida avaliadas quanto ao rendimento de carne magra e à espessura de toucinho por meio de aparelho de tipificação de carcaça (pistola GP-4 Hennessy).

As variáveis de desempenho e as características de carcaça foram analisadas de acordo com o programa computacional SAEG (Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas), desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa (2000), versão 8.0, utilizando-se os procedimentos para análises de variância e regressão.

Tabela 1 - Composição centesimal e calculada das rações experimentais

| Ingredientes (%) | Níveis de energia metabolizável (kcal/kg de ração) | | | |
|---|--|--------|--------|--------|
| | 3.100 | 3.230 | 3.370 | 3.500 |
| Milho | 67,434 | 67,885 | 63,436 | 58,903 |
| Farelo de soja | 24,074 | 26,175 | 27,836 | 29,544 |
| Farelo de trigo | 4,382 | - | - | - |
| Óleo de soja | - | 1,83 | 4,618 | 7,427 |
| DL-Metionina (99%) | - | - | - | 0,016 |
| Núcleo mineral vitamínico ¹ | 4,000 | 4,000 | 4,000 | 4,000 |
| Antioxidante | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 |
| Promotor de crescimento | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 |
| Composição calculada² | | | | |
| EM (kcal/kg) | 3.100 | 3.233 | 3.366 | 3.500 |
| Lisina total (%) | 0,86 | 0,90 | 0,93 | 0,97 |
| Lisina digestível (%) | 0,75 | 0,78 | 0,81 | 0,84 |
| Proteína bruta (%) | 17,47 | 17,74 | 18,11 | 18,51 |
| Met+Cist. digestível (%) | 0,52 | 0,52 | 0,53 | 0,55 |
| Treonina digestível (%) | 0,55 | 0,57 | 0,59 | 0,60 |
| Triptofano digestível (%) | 0,180 | 0,18 | 0,19 | 0,20 |
| Extrato etéreo (%) | 2,81 | 4,52 | 7,15 | 9,80 |
| Fibra bruta (%) | 3,13 | 2,87 | 2,88 | 2,90 |
| Lisina digestível:EM (g/Mcal) | 2,41 | 2,41 | 2,41 | 2,41 |

¹ Núcleo para Suínos/Terminação: Contém por quilograma do produto: Ácido Fólico, 9 mg; Ácido Pantotênico, 177 mg; Antioxidante, 1.030 mg; Biotina, 1,4 mg; Cálcio, 177 g; Cobalto, 3,7 mg; Cobre, 2.216 mg; Ferro, 1.932 mg; Flúor (máx.), 238 mg; Fósforo, 25 g (solubilidade ácido cítrico 90%); Iodo, 29,5 mg; Manganês, 936 mg; Niacina, 462 mg; Piridoxina, 13,3mg; Promotor de crescimento, 1235 mg; Riboflavina, 71 mg; Selênio, 8mg; Sódio, 49 g; Tiamina, 8.513,3 mg; Vitamina A 93.000 UI; Vitamina B12 520µ; Vitamina D₃ 24.000 UI; Vitamina E, 106 mg; Vitamina K₃, 53mg; Zinco 2.049mg.

² Composição calculada com base nos valores contidos em Rostagno et al. (2000).

Resultados e Discussão

As temperaturas mínimas e máximas, registradas durante o período experimental, foram, respectivamente, $13,61 \pm 3,46$ e $26,23 \pm 3,12^{\circ}\text{C}$.

Os valores de desempenho, consumo de energia metabolizável e de lisina digestível diário e eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho de peso dos suínos machos castrados, dos 60 aos 95 kg, em razão dos níveis de energia metabolizável da ração, são apresentados na Tabela 2.

Observou-se efeito ($P < 0,01$) do nível de energia metabolizável da ração sobre o consumo de ração diário (CRD), que reduziu de forma linear (Figura 1). Este resultado corrobora aqueles obtidos por Brumm e Miller (1996) e Smith et al. (1999), que observaram redução linear do CRD de suínos em fase de terminação em razão do aumento da densidade energética da ração. Resultado semelhante foi também obtido por Eittle et al. (2003), que constataram menor CRD para os animais que receberam a ração com maior nível de energia metabolizável (3.350 kcal/kg) em relação aos que receberam menor nível (3.110 kcal/kg).

A redução no CRD 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 ($P > 0,10$) sobre o consumo de energia metabolizável diário (CEM). Diversos trabalhos têm sugerido que, dentro de certos limites, os suínos compensam a baixa densidade energética das dietas aumentando o consumo de ração até que um determinado nível de consumo de energia seja atingido. Lopez-Bote et al. (1997) e De la Llatta et al.

(2001) também não observaram efeito dos níveis de energia metabolizável da ração sobre o CEM quando a relação lisina:energia foi mantida.

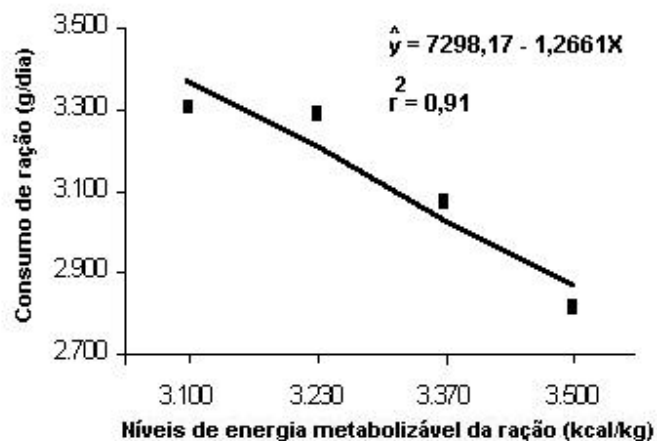


Figura 1 – Consumo de ração (g/dia) de suínos em terminação segundo os níveis de energia metabolizável da ração.

Tabela 2 – Desempenho, Consumo de Energia Metabolizável Diário (CEM), consumo de lisina digestível diário, Eficiência de Utilização de Energia Metabolizável para Ganho de Peso (EUG) de suínos machos castrados dos 60 aos 95 kg, em razão do nível de energia metabolizável da ração

| Variáveis | Níveis de energia metabolizável (kcal/kg de ração) | | | | CV (%) |
|--|---|--------|--------|-------|-----------|
| | 3.100 | 3.230 | 3.370 | 3.500 | |
| Ganho de peso (g/dia) | 1.276 | 1.315 | 1.319 | 1.239 | 8,87 |
| Consumo de ração (g/dia) ¹ | 3.309 | 3.282 | 3.075 | 2.816 | 6,62 |
| Conversão alimentar (g/g) ¹ | 2,60 | 2,51 | 2,34 | 2,28 | 7,12 |
| CEM (kcal/dia) | 10.258 | 10.610 | 10.352 | 9.855 | 6,59 |
| Consumo de lisina digestível (g/dia) | 24,72 | 25,56 | 24,93 | 23,77 | 6,59 |
| EUG (Ganho/EM; g/Mcal) | 124,6 | 124,0 | 127,2 | 125,8 | 7,27 |

¹ Efeito linear (P<0,01).

Como a relação entre o nível de lisina digestível e de energia metabolizável das rações foi mantida constante (2,41), o consumo de lisina digestível, da mesma forma que o CEM, não variou entre os tratamentos.

Não se observou efeito ($P>0,10$) dos níveis de energia metabolizável da ração sobre o ganho de peso diário (GPD) dos animais. Resultados similares foram obtidos por Eggert et al. (1997) e Ertle et al. (2003), que também não observaram variação no GPD de suínos em terminação em função do aumento dos níveis de energia metabolizável da ração, quando mantida a relação lisina:energia. Em contrapartida, Levasseur et al. (1998) e Myer et al. (2001), avaliando o aumento da densidade energética da ração para suínos desde a fase de crescimento até a terminação, observaram aumento do GPD dos animais.

Os resultados divergentes quanto aos efeitos dos níveis de energia metabolizável sobre o GPD podem, em parte, estar relacionados às diferenças entre as faixas de peso avaliadas. Estudando os efeitos do aumento da densidade energética, mantendo a relação lisina:energia, sobre o desempenho de suínos em crescimento e terminação em três fases distintas (dos 39 aos 59, dos 59 aos 93 e dos 93 aos 120 kg), De La Latta et al. (2001) observaram aumento no GPD dos animais entre 39 e 59 kg e nenhuma variação significativa no ganho de peso dos animais com peso acima de 59 kg. O aumento no GPD, na faixa de peso entre 39 e 59 kg, foi suficiente para aumentar significativamente o ganho de peso de todo o período de crescimento-terminação, dos 39 aos 120 kg.

Segundo Bikker et al. (1995), suínos jovens estão em fase dependente de energia. Nesta fase, o volume de alimento representa uma limitação física ao consumo devido à menor capacidade digestível quando comparados com animais em terminação. Por isso, o uso de dietas de alta densidade de energia nesta fase tem sido relacionado ao aumento do consumo de energia e, conseqüentemente, ao aumento no GPD.

Com relação à conversão alimentar, constatou-se melhora ($P < 0,01$) linear em razão dos níveis de energia metabolizável da ração (Figura 2). O resultado observado neste estudo é similar ao obtido por diversos autores (Stein et al., 1996; Lopez-Bote et al., 1997; Smith et al., 1999; Myer et al., 1992).

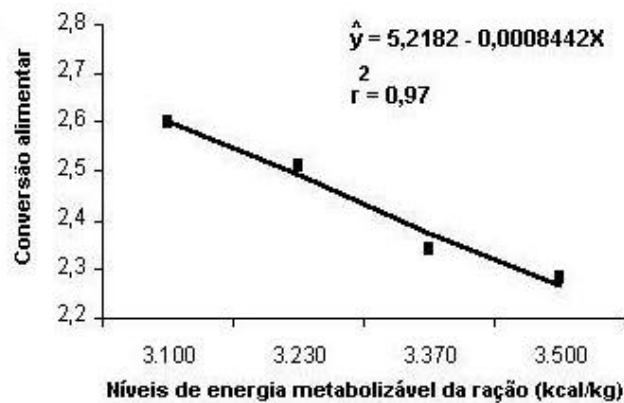


Figura 2 – Conversão alimentar de suínos em terminação segundo os níveis de energia metabolizável da ração.

Dentre os dados de desempenho dos animais avaliados nos experimentos, a resposta positiva da CA ao aumento da densidade energética da dieta tem sido a mais consistente entre os trabalhos. A manutenção da relação lisina:energia permite ao animal uma adequada ingestão de aminoácidos e energia com um consumo menor de rações com maior nível de energia.

Embora a CA tenha melhorado de forma linear com o aumento dos níveis de energia metabolizável, não se observou efeito ($P > 0,10$) dos tratamentos sobre a eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho de peso (EUG). Este resultado é semelhante aos encontrados por Stein et al. (1996) e Levasseur et al. (1998), que também não observaram variação na EUG.

Apesar da coerência entre os dados de EUG nos trabalhos, o valor médio de 125,4 g/Mcal de EM, encontrado neste estudo, foi bem superior aos valores médios de 106,5 e 106,6 g/Mcal encontrados por Quiniou et al. (1996) e Etle et al. (2003) com machos castrados dos 45 aos 100 e dos 56 aos 110 kg, respectivamente, e de 100,2 g/Mcal de EM encontrado por De la Llata et al. (2001), que trabalharam com unidades experimentais mistas de suínos machos castrados e fêmeas dos 59 aos 93 kg.

Trabalhando com suínos machos castrados nas fases de crescimento e terminação, Smith et al. (1999) observaram valores médios de EUG de 140,5 e 76,9 g/Mcal de EM para os animais dos 44,5 aos 72,6 e dos 72,6 aos 104,3 kg, respectivamente, e de 97,9 g/Mcal de EM para o período total, dos 44,5 aos 104,3 kg.

A diferença na capacidade de crescimento e deposição de tecido magro dos animais avaliados pode ter contribuído para a variação dos resultados de EUG observados. Segundo Schinkel e Einstein (1995), genótipos modernos atingem a máxima deposição de proteína em pesos mais elevados, mantendo altos níveis de deposição até pesos superiores.

A deposição de tecido protéico agrega grande quantidade de água, melhorando a eficiência de utilização da energia por unidade de ganho de peso (Hahn et al., 1995), embora possa resultar em menor eficiência energética de ganho (Chen et al., 1999). Assim, suínos com alto potencial de crescimento de tecido magro podem manter melhor conversão alimentar e mais baixa quantidade de gordura na carcaça até pesos superiores (Chen et al., 1995).

O fato de o ganho de peso diário e a EUG não terem sofrido efeito dos tratamentos estaria indicando a manutenção da composição do ganho de peso, com semelhante relação entre a deposição de proteína e de gordura corporal dos animais.

Os dados das características de carcaça avaliadas (rendimento de carcaça, espessura de toucinho e rendimento de carne magra) de suínos machos castrados dos 60 aos 95 kg, em razão dos níveis de energia da ração, encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3 – Rendimento de carcaça, espessura de toucinho e rendimento de carne magra na carcaça de suínos machos castrados dos 60 aos 95 kg, em razão do nível de energia metabolizável da ração

| Variáveis | Níveis de energia metabolizável (kcal/kg de ração) | | | | CV (%) |
|-------------------------------|---|-------|-------|-------|-----------|
| | 3.100 | 3.233 | 3.366 | 3.500 | |
| Rendimento de carcaça (%) | 71,64 | 70,05 | 71,60 | 71,40 | 2,532 |
| Espessura de toucinho (mm) | 14,4 | 13,78 | 13,78 | 13,64 | 3,464 |
| Rendimento de carne magra (%) | 56,22 | 56,16 | 55,98 | 56,23 | 16,817 |

Não se constatou efeito ($P>0,10$) dos níveis de energia metabolizável sobre o rendimento de carcaça, rendimento de carne magra e espessura de toucinho. Resultados similares foram obtidos por De La Llata et al. (2001), que não observaram efeito da inclusão de gorduras em dietas de suínos, mantendo-se a relação lisina:energia, sobre a espessura de toucinho, porcentagem de carne magra e rendimento de carcaça de animais abatidos aos 120 kg.

Resultado semelhante foi encontrado por Myer et al. (1992) e Williams et al. (1994), que não observaram efeito do aumento da densidade energética da ração, pela adição de gordura, sobre a espessura de toucinho e área de olho de lombo. Posteriormente, Eittle et al. (2003) também não observaram efeito dos níveis de energia metabolizável da ração sobre rendimento de carne magra e rendimento de carcaça dos animais abatidos aos 110 kg.

No entanto, no que diz respeito ao efeito dos tratamentos sobre o rendimento de carcaça, estes resultados contrastam com aqueles obtidos Smith et al. (1999), Stein et al. (1996) e Lopez-Bote et al. (1997) que, avaliando níveis crescentes de energia

metabolizável, mantendo a relação lisina:caloria para suínos em crescimento e terminação, observaram aumento no rendimento de carcaça. A diferença nos resultados obtidos pode ser devida a um menor período experimental avaliado nesse estudo (somente a terminação), reduzindo o tempo para a resposta fisiológica do animal ou, ainda, à variação na composição das rações avaliadas. Diferentemente dos trabalhos acima citados, que utilizaram rações com alta inclusão de alimentos fibrosos, os valores de fibra dos tratamentos do presente estudo foram muito baixos e variaram muito pouco entre os níveis de energia testados.

Segundo Just (1982), o aumento da inclusão de alimentos fibrosos às rações, geralmente de valor energético mais baixo, pode ter efeito sobre o peso de vísceras, aumentando o peso do trato digestivo e, conseqüentemente, reduzindo o rendimento de carcaça. O baixo nível de fibra e a pequena variação dos seus níveis entre tratamentos, ocorridos neste estudo, podem justificar os resultados de rendimento de carcaça encontrados.

Os resultados de carcaça encontrados neste estudo não estão consistentes com a revisão feita por Pettigrew e Moser (1991), na qual ficou evidenciado que a adição de lipídios à dieta para suínos em crescimento-terminação geralmente aumenta o conteúdo de gordura na carcaça.

A variação nas respostas à suplementação de lipídios pode ser devida ao maior potencial genético para a deposição de tecido magro destes animais. Segundo Usry e Boyd (2001), 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 dietas ricas em energia, sem o comprometimento da qualidade de carcaça.

Avaliando o efeito de diferentes relações entre a lisina digestível e a energia metabolizável para suínos dos 56 aos 110 kg, em duas diferentes densidades energéticas (3110 e 3350 kcal de EM/kg de ração), Ertle et al. (2003) observaram efeito da relação lisina:EM sobre o ganho de peso, eficiência de utilização da energia e características de carcaça, mas não observaram efeito do nível de energia sobre nenhuma destas características. Este resultado é similar ao obtido por Roth et al. (2000) que, trabalhando com suínos na fase inicial de crescimento, observaram que a ótima relação lisina digestível:EM não foi influenciada pela densidade energética da ração.

Conclusão

Níveis crescentes de energia metabolizável (de 3.100 para 3.500 kcal/kg), mantendo a relação lisina digestível:caloria na ração de suínos machos castrados, promoveram melhora na eficiência alimentar e reduções no consumo de ração sem alterar o ganho de peso e as características de carcaça.

Referências Bibliográficas

- BIKKER, P.; KARABINAS, V.; VERSTEGEN, M. W. A.; CAMPBELL, R. G.. Protein and lipid accretion in body components of growing gilts (20 to 45 kilograms) as affected by energy intake. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 2355-2363, 1995.
- BRUMM, M. C.; MILLER, P. S.. Response of pigs to space allocation and diets varying in nutrient density. **Journal of Animal Science**, v.74, p.2730-2737, 1996.
- CAMPBELL, R. G.; TAVERNER, M. R.. Genotype and sex effects on the relationship between energy intake and protein deposition in growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.66, p.676-686, 1988.
- DE LA LLATA, M.; DRITZ, S. S.; TOKACH, M. D.; GOODBAND, R. D.; NELSSSEN, J. L.; LOUGHIN, T. M.. Effects of dietary fat on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs reared in a commercial environment. **Journal of Animal Science**, v.71, p.2643-2650, 2001.
- DE VRIES, A. G.; KANIS, E. Selection for efficiency of lean tissue deposition in pigs. In: COLE, D. J. A.; WISEMAN, J.; VARLEY, M. A.. (Ed.) **Principles of pig science**. Nottingham: Redwood Books, 1994.p.23-41.
- EGGERT, J. M.; FARRAND, E. J.; SCHINCKEL, A. P.; MILLS, S. E.. The effects of dietary fat and lysine on pig growth, pork quality and carcass composition. Purdue University. **Swine Day Report**, 1997.
<<http://www.ansc.purdue.edu/swine/swineday/sday97/psd14-97.htm>>
(acessado em 05/08/2003)
- ETTLE, T.; ROTH-MAIER, D. A.; ROTH, F. X.. Effect of apparent ideal 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, p.269-279, 2003.
- FULLER, M. F. Macronutrient requirements of growing swine. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1996, Viçosa. **Anais...** Viçosa, 1996, p.205-221.
- HAHN, J. D.; BIEHL, R. R.; BAKER, D. H.. Ideal digestible lysine for early and late-finishing swine. **Journal of Animal Science**, v.77, p.773-784, 1995.
- JUST, A.. The net energy value of crude fat for growth in pigs. **Livestock Production Science**, v.9, p.501-509, 1982.
- LE DIVIDICH, J.; NOBLET, J.; BIKAWA, T.. Effect of environmental temperature and dietary energy concentration on the performance and carcass characteristics of growing-

finishing pigs fed to equal rate of gain. **Livestock Production Science**, v.17, p.235-246, 1987.

LEVASSEUR, P.; COURBOULAY, V.; MEUNIER-SALAUN, M. C.; DOURMAD, J. Y.; NOBLET, J.. Influence de la source d'énergie et de la concentration énergétique de l'aliment sur le comportement alimentaire, les performances zootechniques et les qualités de carcasse du porc charcutier. **Journées Recherche Porcine en France**, v.30, p.245-252, 1998.

LOPEZ-BOTE et al. Effect of dietary lard on performance, fatty acid composition and susceptibility to lipid peroxidation in growing-finishing females and entire male pigs. **Canadian Journal of Animal Science**, v.77, p.301-306, 1997.

MACHADO, C. P.; PENZ JUNIOR, A. M.. Programa de alimentação de suínos em crescimento-acabamento; múltiplas fases e criação de animais de diferentes sexos em separado. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p.135-148, 1992.

MYER, R. O.; LAMKEY, J. W.; WALKER, W. R.; BRENDemuHL, J. H.; COMBS, G. E.. Performance and carcass characteristics of swine when fed diets containing canola oil and added copper to alter the unsaturated:saturated ratio of pork fat. **Journal of Animal Science**, v.70, p.1417-1423, 1992.

NRC, NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Committee Animal Nutrition. Subcommittee of Swine Nutrition. Washington, EUA. **Nutrient requirements of swine**. 10. Ed. Washington, DC.: 1998. 189p.

PETTIGREW, J. E.; MOSER, R. L. Fat in swine nutrition. In: MILLER, E.R.; ULLREY, D. E.; LEWIS, A. J.. (Ed) **Swine Nutrition**. Butterwrth-Heinemann: Stoneham. 1991. p.133-146.

QUINIOU, N.; DOURMAD, J.Y.; NOBLET, J.. Effect of energy intake on the performance of different types of pig from 45 to 100 kg body weight. 1. Protein and lipid deposition. **Animal Science**, v.63, p.277-288, 1996.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; FERREIRA, A. S.; OLIVEIRA, R. F. M. ; LOPES, D. C.. Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos: **Tabelas Brasileiras**. Viçosa, MG: UFV, 2000. 141p.

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

SCHINCKEL, A.P. Fatores que afetam o crescimento de tecido magro de suínos. In: II CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA.

< http://www.conferencia.uncnet.br/pork/seg/pal/anais01p2_schinckel-5_pt.pdf>

(acessado em 23/06/2003)

SCHINCKEL, A.P.; EINSTEIN, M.E. Concepts of pig growth and composition. In: PURDUE SWINE DAY, 1995, Purdue. **Anais...** Purdue University, 1995, p.118.

SMITH, J.W.; TOKACH, M.D.; O'QUINN, P.R.; NELSSSEN, J.L.; GOODBAND, R.D.. Effects of dietary energy density and lysine:calorie ratio on growth performance and characteristics of growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.77, p.3007-3015, 1999.

STEIN, H.H.; HAHN, J.D.; EASTER, R.A. Effect of decreasing dietary energy concentration in finishing pigs on carcass composition. **Journal of Animal Science**, v.74 (Suppl.1):65, 1996.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **SAEG - Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Versão 8.0. Viçosa, MG: 2000. (Manual do usuário)

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: I WORKSHOP LATINO-AMERICANO AJINOMOTO BIOLATINA. Foz do Iguaçu, PR, **Anais...**, Foz do Iguaçu, Ajinomoto Biolatina, 2001. p.103-133.

WEIS, R.N.; BIRKETT, S.H.; MOREAL, P.C.H.; LANGE, C.F.M. Effects of energy intake and body weight on physical and chemical body composition in growing entire male pigs. **Journal of Animal Science**, v. 82, p.109-121, 2004.

WILLIAMS, N.H.; CLIN, T.R.; SCHINCKEL, A.P.; JONES, D.J. The impact of ractopamine, energy intake, and dietary fat on finisher pig growth performance and carcass merit. **Journal of Animal Science**, v.72, p.3152-3162, 1994.