

RUBENS MAURO BATISTA

**LISINA DIGESTÍVEL PARA SUÍNOS MACHOS CASTRADOS DE ALTA
DEPOSIÇÃO DE CARNE SUBMETIDOS A ESTRESSE POR CALOR
DOS 30 AOS 60 KG**

Dissertação 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
2008**

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

T

B333L
2008

Batista, Rubens Mauro, 1972-

Lisina digestível para suínos machos castrados de alta deposição de carne submetidos a estresse por calor dos 30 aos 60 kg / Rubens Mauro Batista. – Viçosa, MG, 2008.
xii, 45f.: il. ; 29cm.

Orientador: Rita Flávia Miranda de Oliveira.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Suíno - Estresse por calor. 2. Suíno - Nutrição.
3. Suíno - Crescimento. 4. Suíno - Alimentação e rações - Teor de lisina. 5. Calor - Efeito fisiológico. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 636.40852

RUBENS MAURO BATISTA

**LISINA DIGESTÍVEL PARA SUÍNOS MACHOS CASTRADOS DE ALTA
DEPOSIÇÃO DE CARNE SUBMETIDOS A ESTRESSE POR CALOR
DOS 30 AOS 60 KG**

Dissertação 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: 12 de maio de 2008

Pesq. Francisco Carlos de Oliveira Silva

Prof. Aloízio Soares Ferreira

Prof. Juarez Lopes Donzele
(Co-orientador)

Prof. Paulo César Brustolini

Prof^a. Rita Flávia Miranda de Oliveira
(Orientadora)

A DEUS.

Aos meus pais, Antônio Tarcísio Baptista e Ana Tereza Mauro Baptista.

Aos meus irmãos Tarcísio e Iracema.

À minha esposa, Karla.

Ao meu filho, João.

Aos meus amigos.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa - UFV, pela oportunidade de realização do programa.

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 professora Rita Flávia Miranda de Oliveira, pelo companheirismo e pela valorosa orientação na condução dos trabalhos.

Ao professor Juarez Lopes Donzele, pelas críticas, pelas sugestões e pela confiança.

Ao professor Márvio Lobão Teixeira de Abreu, pelo exemplo e pelas opiniões valiosas.

Aos membros da banca examinadora, professores Aloízio Soares Ferreira e Paulo César Brustolini e ao pesquisador Francisco Carlos Oliveira da Silva, pelo apoio e pela atenção.

Aos funcionários do Setor de Suinocultura, em especial José Alberto (Dedeco), não só pelo apoio na lida diária, mas também pela amizade sincera e atenção durante todo o tempo de realização dos trabalhos.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, pelo apoio e convívio diário.

Aos colegas que auxiliaram na condução dos trabalhos: Marcos, Érik, Marcos, Will, Anderson e Mariana.

Aos grandes amigos, Will e Marcos, pelo simples fato de saber que poderia contar com sua amizade a qualquer momento.

Aos demais professores, colegas e funcionários do Departamento de Zootecnia e de demais Setores, que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho.

À minha esposa, Karla, e ao meu filho, João Ricardo, por serem as estrelas que iluminam os meus caminhos.

BIOGRAFIA

RUBENS MAURO BATISTA, filho de Antônio Tarcísio Baptista e Ana Tereza Mauro Baptista, nasceu no Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, em 16 de julho de 1972.

Em março de 2002, iniciou o Curso de Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa-UFV, graduando-se em maio de 2006.

Em maio de 2006, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Bioclimatologia Animal. Submetendo-se à defesa de tese em 12 de maio de 2008.

ÍNDICE

RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
CAPÍTULO 1.....	1
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	2
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Exigência de lisina para suínos	4
2.2. Efeito do genótipo sobre a exigência de lisina	5
2.3. Efeito do sexo sobre a exigência de lisina e características da carcaça de suínos	6
2.4. Ambiente térmico e exigência de lisina de suínos em crescimento	8
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	11
CAPÍTULO 2	18
Lisina digestível para suínos machos castrados de alta deposição de carne submetidos a estresse por calor dos 30 aos 60 kg	19
Resumo	19
Abstract	21
Introdução	23
Material e Métodos	25
Resultados e Discussão	29
Conclusões	38
Referências Bibliográficas	39

RESUMO

BATISTA, Rubens Mauro, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, maio de 2008.
Lisina digestível para suínos machos castrados de alta deposição de carne submetidos a estresse por calor dos 30 aos 60 kg. Orientadora: Rita Flávia Miranda de Oliveira. Co-orientadores: Juarez Lopes Donzele e Márvio Lobão Teixeira de Abreu.

Este estudo foi conduzido para avaliar níveis de lisina digestível para suínos machos castrados em fase de crescimento, dos 30 aos 60 kg, mantidos sob estresse por calor. Foram utilizados 140 animais, sendo 70 animais para o experimento com temperatura de 30°C e 70 para o experimento com temperatura de 34°C. Em ambos os experimentos, os animais foram distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco níveis de lisina digestível (0,83; 0,93; 1,03; 1,13 e 1,23%), sete repetições e dois animais por unidade experimental. As rações experimentais e a água foram fornecidas à vontade e o período experimental foi de 32 dias no ambiente de 30°C e de 37 dias no ambiente de 34°C. As temperaturas registradas no interior dos galpões durante ambos os experimentos, caracterizaram ambiente de estresse por calor para os animais em estudo. Houve efeito quadrático dos níveis de lisina digestível sobre o ganho de peso diário (GPD) dos animais mantidos à temperatura ambiente de 30°C, que aumentou até o nível estimado de 1,04%, enquanto que o GPD dos animais que foram mantidos à temperatura ambiente de 34°C não foi influenciado pelos níveis de lisina. Foi constatado que GPD dos animais mantidos no ambiente de 34°C foram em média 13,4% menores que os obtidos pelos animais mantidos

no ambiente a 30°C. O consumo diário de ração (CDR), independentemente da temperatura em que os animais foram mantidos, não foi influenciado pelos níveis de lisina digestível das rações; os valores obtidos com os animais mantidos a 34°C foram em média 8,7% menores que os observados nos mantidos a 30°C. O consumo diário de lisina (CDL) dos animais mantidos a 30 e 34°C aumentou linearmente de acordo com os níveis de lisina da ração. O consumo diário de lisina dos animais mantidos no ambiente de 34°C foi em média 9,5% menor que o daqueles em ambiente de 30°C. No ambiente de 30°C, a conversão alimentar (CA) variou de forma quadrática, melhorando até o nível estimado de 1,07% de lisina, enquanto, no ambiente de 34°C, não foi influenciada pelos níveis de lisina. Em ambas as temperaturas ambientais, os níveis de lisina influenciaram a eficiência de utilização de lisina (EULG) para ganho de peso, que reduziu de forma linear, com piora de 4,4% no ambiente com temperatura mais elevada (34°C). O nível de lisina digestível da ração influenciou a deposição de proteína (DP) na carcaça dos animais mantidos no ambiente com temperatura de 30°C, que aumentou de forma quadrática até o nível estimado de 1,05%. Entretanto, no ambiente com temperatura de 34°C, a deposição de proteína não variou entre os níveis de lisina da ração. No ambiente com temperatura de 30°C, a deposição de gordura (DG) na carcaça dos animais reduziu de forma quadrática de acordo com os níveis de lisina digestível até o nível estimado de 1,08%, enquanto, no ambiente a 34°C, aumentou, também de forma quadrática, até o nível de 1,08% de lisina, com média 25,6% menor que a dos animais mantidos a 30°C. Os níveis plasmáticos dos hormônios triiodotironina (T3) e tiroxina (T4) dos animais foram, respectivamente, 35 e 30% menores nos animais mantidos a 34°C. Os animais mantidos a 34°C apresentaram em média aumento de 42% na frequência respiratória, além de maior temperatura retal, em comparação aos mantidos no ambiente a 30°C. Em ambiente de 30°C, o nível de 1,04% de lisina digestível na ração, que corresponde a um consumo diário de 21 g, proporciona o melhor ganho de peso diário e maior deposição de proteína na carcaça de suínos em crescimento mantidos em ambiente a 30°C e, em ambiente de 34°C, o nível de 0,83% de lisina digestível na ração, que corresponde a um consumo diário de 15 g, atende ao ganho de peso diário e a deposição de proteína na carcaça de suínos em crescimento.

ABSTRACT

BATISTA, Rubens Mauro, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, may of 2008.
Digestible lysine levels for barrows of high lean deposition keep under heat stresses from 30 to 60 kg of liveweight. Adviser: Rita Flávia Miranda de Oliveira. Co-advisers: Juarez Lopes Donzele e Márvio Lobão Teixeira de Abreu.

This study was conducted to evaluate levels of digestible lysine for barrows during the growth phase, from 30 to 60 kg, maintained under stress by heat. We used 140 animals, and 70 animals to experiment with temperature of 30°C and 70 to experiment with temperature of 34°C. In both experiments, the animals were divided into experimental in a randomized block design, with five levels of digestible lysine (0.83, 0.93, 1.03, 1.13 and 1.23%), and seven replicates. The experimental diets and water were provided ad libitum and the experimental period was 32 days in the environment of 30°C and 37 days in the environment of 34°C. The temperatures recorded in the interior of the building during both experiments, environment, characterized by heat stress to the animals under study. There was a quadratic effect of levels of digestible lysine on the daily weight gain (GPD) of the animals kept at room temperature 30°C, which increased by the estimated level of 1.04%, while the GPD of animals that were kept at room temperature of 34°C was not influenced by levels of lysine. It was noted that livestock kept GPD of the environment of 34°C were on average 13.4% lower than those observed in animals kept in the environment to 30°C. The daily consumption of diet (CDR),

regardless of the temperature at which the animals were kept, was not influenced by levels of digestible lysine in the diet, the figures obtained from the animals kept at 34°C were on average 8.7% lower than those observed we kept at 30°C. The daily consumption of lysine (CDL) of the animals kept at 30 and 34°C increased linearly in accordance with the levels of the dietary lysine. The daily consumption of lysine of animals kept in the environment of 34°C was on average 9.5% lower than those in the environment of 30°C. In the environment of 30°C, feed conversion (FC) ranged from a quadratic, improving to the estimated level of 1.07% lysine, while the environment of 34°C, was not influenced by levels of lysine. In both ambient temperatures, levels of lysine influenced the efficiency of lysine (EULG) for weight gain, which reduced in a linear fashion, with 4.4% in the worsening of environment with higher temperature (34°C). The level of digestible lysine in the ration influenced the deposition of protein (PA) in the carcass of animals kept in the environment with a temperature of 30°C, which grew from a quadratic to the estimated level of 1.05%. Meanwhile, the environment with a temperature of 34°C, the deposition of protein did not vary between the levels of the dietary lysine. In the environment with a temperature of 30°C, the deposition of fat (DG) in the carcass of animals reduced to a quadratic according to the levels of digestible lysine to the estimated level of 1.08%, while in the environment to 34°C, has increased, too in a square, up to 1.08% lysine, with an average 25.6% lower than that of animals kept at 30°C. Plasma levels of hormones triiodothyronine (T3) and thyroxine (T4) of the animals were respectively 35 and 30% lower in animals kept at 34°C. The animals kept at 34°C showed an average increase of 42% in respiratory rate, and increased rectal temperature, compared to 30°C maintained in the environment. In the environment of 30°C, the level of 1.04% of digestible lysine in the diet, which corresponds to a daily consumption of 21 grams, provides the best daily weight gain and increased deposition of protein in the carcass of growing pigs kept in the environment 30°C, and environment of 34°C, the level of 0.83% of digestible lysine in the diet, which corresponds to a daily consumption of 15 grams, meet the daily weight gain and deposition of protein in the carcass of pigs in growth.

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO GERAL

A busca pela melhoria na qualidade da carcaça tem levado à seleção e produção de suínos com alto potencial genético para desempenho, eficiência alimentar e crescimento de tecido muscular. A introdução desses novos genótipos aumenta a preocupação com o ambiente térmico onde os suínos vivem, pois essas linhagens modernas podem ser mais sensíveis, uma vez que apresentam maior deposição de carne, que tem sido associada a maior produção de calor metabólico.

A taxa de crescimento de tecido muscular de um suíno é influenciada, entre outros fatores, pelo consumo de ração. A deposição de proteína aumenta de acordo com o consumo de energia até atingir um platô (Schinckel, 2001), ou seja, o máximo permitido pelo potencial genético. Quando o limite genético de deposição de músculos é atingido, o consumo em excesso de energia passa a promover deposição de gordura na carcaça (Bellaver & Viola, 1997).

A deposição de tecido muscular com o consumo de energia só é eficientemente obtida se o aporte de aminoácidos, principalmente lisina, for suficiente para permitir a expressão genética do animal. Dessa forma, suínos com altas taxas de deposição de proteína têm exigências mais altas de aminoácidos para expressar seu potencial genético de crescimento e eficiência para deposição de tecido muscular. A eficiência para deposição de tecido muscular pode ser influenciada pelo genótipo, sexo, estágio de crescimento do animal e pelo consumo de ração, que pode ser alterado pela ação do ambiente térmico.

Dessa forma, além de fatores como genótipo, sexo e fase de crescimento, a análise do ambiente térmico no qual os suínos estão inseridos deve ser considerada na determinação das exigências nutricionais e na formulação de rações para suínos, uma vez que, em temperaturas fora da faixa de termoneutralidade, o consumo de ração pode ser alterado.

A lisina é o primeiro aminoácido limitante em rações à base de milho e farelo de soja para suínos em crescimento. O nível desse aminoácido na ração pode influenciar significativamente o desempenho e a composição de carcaça dos animais. Assim, a determinação da exigência desse aminoácido é necessária para definir os padrões de alimentação dos animais. Além disso, e considerando as diferenças no consumo, na taxa de eficiência de crescimento entre as categorias animais submetidas a altas temperaturas, é necessário estabelecer as exigências de lisina para cada categoria animal.

Suínos com maior potencial genético para deposição de carne na carcaça podem exigir mudanças nutricionais e de manejo para expressarem seu potencial genético, o que torna importante o conhecimento de suas necessidades nutricionais em diferentes ambientes térmicos. A necessidade desses estudos pode ser comprovada pela mais recente edição das Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos, Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais (Rostagno et al., 2005), que apresenta as exigências nutricionais de lisina e dos outros nutrientes em animais geneticamente superiores sem considerar os ambientes térmicos em que os animais são mantidos.

Esta tese foi escrita em capítulos, segundo as normas para elaboração de teses da Universidade Federal de Viçosa, de modo que o capítulo 2 foi adaptado às normas da Revista Brasileira de Zootecnia.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Exigência de lisina para suínos

Para atender às necessidades de manutenção e deposição de proteína corporal dos suínos, é preciso manter quantidades adequadas de aminoácidos na ração, o que exige a determinação das exigências desse aminoácido para definir os padrões de alimentação dos animais. Como a lisina é o primeiro aminoácido limitante em rações à base de milho e farelo de soja para suínos em crescimento (Yen et al., 1986), o desempenho e a composição de carcaça desses animais podem estar associados ao nível desse aminoácido na ração.

Na literatura, são encontrados diversos valores de exigência de lisina para suínos em crescimento e essa variação pode estar relacionada a fatores como genótipo, sexo, estágio fisiológico do animal, consumo de ração (Easter & Baker, 1980) ou a diferenças na composição da ração (Martinez & Knabe, 1990). Ferreira et al. (1996), em revisão de literatura brasileira, recomendaram 0,85% como o nível adequado de lisina na ração, enquanto Benati (1996), trabalhando com dados de empresas que atuam no mercado brasileiro, encontrou como média nas rações de crescimento 0,93% de lisina total. Por sua vez, o NRC (1998) preconiza 0,95% de lisina para suínos de 20 a 50 kg.

Com a crescente disponibilidade de aminoácidos industriais no mercado e considerando os aspectos econômicos e ambientais, nutricionistas que antes formulavam rações para suínos utilizando conceito de proteína bruta passaram a utilizar o conceito de proteína ideal. Segundo Zaviezo (1998), proteína ideal é o

balanço exato de aminoácidos, capaz de prover, sem deficiência ou excesso, a quantidade de todos os aminoácidos necessários para a manutenção e o aumento máximo da deposição de proteína corporal. Rações práticas para suínos contêm considerável excesso de outros aminoácidos essenciais (Parsons & Baker, 1994). Esse excesso de aminoácidos na ração representa um gasto extra de energia para sua metabolização, implicando aumento do custo de produção.

A lisina, por ser utilizada principalmente na síntese de proteína corporal, é o primeiro aminoácido limitante na maioria das rações para suínos e, em razão da quantidade de informações sobre sua concentração e digestibilidade nos alimentos, foi escolhida como aminoácido-referência. Conseqüentemente, as necessidades dos aminoácidos na ração passaram a ser expressas com base na exigência de lisina.

Além disso, a expressão da capacidade genética para deposição de proteína e gordura depende da relação lisina:energia da ração (Boyd et al., 2000) e pode ser utilizada para formular rações que supram as exigências de energia e aminoácidos de animais de diversos genótipos e categorias de peso.

2.2. Efeito do genótipo sobre a exigência de lisina

A maximização do crescimento de tecido muscular em suínos tem sido buscada por meio de programas de empresas de seleção genética e nutrição visando atender às crescentes exigências dos consumidores. Essa valorização de animais com maior deposição de tecido muscular tem levado à introdução no mercado brasileiro de novos genótipos, com linhagens de suínos com maior desempenho para deposição de carne magra na carcaça.

Segundo Luce (1993), suínos de alto potencial genético devem apresentar ganhos de carne magra superiores a 340 g/dia. Por sua vez, Campabadal & Navarro (1997) definiram como de alto potencial genético animais com taxa de ganho de carne magra maior que 360 g/dia, enquanto animais com ganhos de 280 a 360 g/dia e menos de 280 g/dia, respectivamente, são classificados como de médio e baixo potencial.

A exigência de lisina disponível por quilocaloria de energia disponível de animais de linhagens com maior capacidade de deposição de tecido magro pode

ser maior que a de animais de linhagens com menor capacidade de deposição de tecido magro. Stahly et al. (1994), em pesquisa com suínos dos 22 aos 109 kg, com baixo, médio e alto potencial genético para eficiência alimentar e deposição de carne magra, demonstraram que os animais de alto potencial exigem níveis mais altos de lisina na ração para aumentar o desempenho e a deposição de carne na carcaça. Da mesma forma, Gasparoto et al. (2001), trabalhando com dois grupos genéticos de suínos, um melhorado e outro comum, encontraram exigência de lisina total de 1,00 e 0,75%, respectivamente.

Segundo Knabe (1996), a maior exigência de aminoácidos de suínos em crescimento-terminação de alto potencial genético para deposição de carne está relacionada à maior síntese protéica. No entanto, segundo esses autores, a maior exigência de aminoácidos para manutenção se deve à maior massa muscular e ao menor consumo de alimento. Stahley (1993) também verificou que suínos de alto potencial genético possuem alta exigência biológica por aminoácidos, tanto para manutenção como para crescimento, o equivalente a mais de 30% da exigência de suínos de médio potencial genético.

A determinação das exigências nutricionais dos novos genótipos suínos introduzidos no mercado brasileiro é importante, pois as empresas de melhoramento genético vêm, de forma dinâmica, conseguindo progressos nas características de desempenho e carcaça dos suínos.

2.3. Efeito do sexo sobre a exigência de lisina e as características de carcaça de suínos

Os animais em crescimento-terminação podem ser divididos em três classes (machos não-castrados, machos castrados e fêmeas) que diferem quanto ao desempenho, às características de carcaça e às exigências nutricionais. De modo geral, as classes sexuais apresentam desempenhos que variam conforme a alimentação (Ekstrom, 1991), o que comprova que as exigências nutricionais diferem também entre as classes sexuais.

Critser et al. (1995) aumentaram a porcentagem de proteína bruta na ração de suínos e verificaram que o ganho de peso diário e a eficiência alimentar de fêmeas foram maiores que de machos castrados, o que indica melhor

utilização da proteína dietética para aumento do peso corporal, resultados que confirmam os obtidos por Christian et al. (1980) e Cromwell et al. (1993).

Com base em revisão de literatura, Xue et al. (1997) relataram que machos não-castrados apresentam maiores exigências de proteína e lisina dietética em comparação aos castrados. Em mesma faixa de peso, de 25 a 55 kg, machos castrados e marrãs requerem menores níveis de lisina em comparação a machos não-castrados. Donzele et al. (1994) recomendaram 0,89 e 0,91% de lisina para machos não-castrados e fêmeas, respectivamente.

Quiniou et al. (1999) observaram superioridade de machos não-castrados em depositar proteína corporal, seguidos pelas fêmeas e, por último, pelos machos castrados. De acordo com Hahn et al. (1995), fêmeas são mais eficientes na deposição de proteína que machos castrados, em virtude das diferenças no apetite e na partição de nutrientes para o ganho de peso (relação tecido muscular:tecido adiposo).

A castração dos machos causa redução na deposição diária de proteína e aumento na deposição de lipídios quando esses animais são alimentados à vontade, o que ocasiona diminuição das necessidades diárias de lisina, aumento das necessidades energéticas e diminuição da relação lisina digestível:energia digestível (Quiniou et al., 2001).

Segundo Fuller (1996), as diferenças sexuais em desempenho não são evidenciadas antes dos 50 kg, mas são caracterizadas a partir dos 70 kg de peso vivo. Campbell et al. (1988), em experimento com suínos em crescimento entre 20 e 40 kg, não observaram diferenças nas características de desempenho entre machos não-castrados e fêmeas e concluíram que, nessa fase, o sexo tem pouco efeito sobre a exigência de proteína bruta. As diferenças na exigência de proteína bruta começam a partir dos 35 kg (Campbell et al., 1988), enquanto as diferenças nas exigências de lisina, de maneira geral, são verificadas principalmente na fase de crescimento-terminação (Cromwell et al., 1993; Hahn et al., 1995).

Cromwell et al. (1993), comparando características de carcaça de um total de 2.328 animais, machos castrados e fêmeas, constataram maior área de olho-de-lombo e maior porcentagem de músculo nas fêmeas em relação aos machos castrados, que, por sua vez, apresentaram maior espessura de toucinho. Resultados semelhantes foram verificados por Wagner et al. (1999), Eggert et al. (1996) e Coffey et al. (2001), comprovando a existência de diferenças no

crescimento e nas características de carcaça entre as três classes sexuais trabalhadas.

Assim, além das diferenças em exigências nutricionais impostas pelo melhoramento, as novas estratégias nutricionais a serem desenvolvidas devem considerar as diferenças entre os sexos, uma vez que os resultados de desempenho e de características de carcaça entre as categorias sexuais são bem definidos.

2.4. Ambiente térmico e exigências de lisina de suínos em crescimento

O ambiente térmico exerce importantes efeitos sobre a fisiologia e o metabolismo energético de suínos em crescimento. Para manter a temperatura interna nos limites estreitos de variação, é necessário que o animal faça ajustes fisiológicos para manter o balanço de calor (Baêta & Souza, 1997). Desta forma, a temperatura retal tem sido considerada um parâmetro adequado para avaliar o efeito da temperatura ambiente sobre o animal (Orlando et al., 2001). Lopez et al. (1994) observaram maior temperatura retal em leitoas mantidas em ambiente quente (27,7 a 35,0°C) em comparação àquelas mantidas em ambiente termoneutro (20°C). Oliveira et al. (1997), no entanto, não encontraram diferenças na temperatura retal de leitões dos 15 aos 30 kg mantidos em ambiente de conforto térmico e de estresse por calor.

Segundo Fialho (1994), um dos principais mecanismos de controle do balanço de calor em suínos pode acontecer pelas vias latentes, mais especificamente pelas vias respiratórias. Em ambiente frio, a frequência respiratória dos suínos pode diminuir, enquanto, em ambiente quente, pode aumentar para promover maior perda de calor. Tavares et al. (2000) observaram que a frequência respiratória de suínos machos castrados mantidos em ambiente de calor dos 15 aos 30 kg e dos 30 aos 60 kg foi, respectivamente, 66,7 e 86,4% maior que aquela de animais mantidos em conforto térmico. Assim, a aferição da frequência respiratória dos suínos é um importante parâmetro para identificar o efeito do ambiente térmico na fisiologia desses animais.

A modificação do ambiente térmico também pode alterar a secreção de diversos hormônios, entre eles, os da tireóide, considerados termogênicos. Segundo Curtis (1983), em várias espécies existe relação inversa entre a

atividade da tireóide e a temperatura ambiente. Portanto, reduções no desempenho de animais mantidos sob estresse por calor estão associadas à redução na taxa de secreção dos hormônios tireoidianos e ao tamanho da glândula tireóide.

Em suínos, a dificuldade em manter a homeotermia quando submetidos a altas temperaturas ocasiona redução no desempenho, em decorrência da diminuição no consumo e no custo energético associado à dissipação do calor. Esse fenômeno é particularmente importante nas atuais linhagens de suínos disponíveis no mercado, que, por apresentarem maior deposição de tecido muscular, produzem elevada quantidade de calor metabólico, portanto, são mais susceptíveis ao estresse por calor (Brown-Brandl et al., 2001).

O menor consumo de ração em suínos mantidos em ambiente com altas temperaturas determina reduções nas taxas de ganho de peso, aumentando o tempo para atingirem a idade ao abate (Rinaldo et al., 2000; Witte et al., 2000), o que pode refletir em exigências nutricionais diferenciadas, de acordo com o ambiente térmico em que os animais são mantidos.

As recomendações nutricionais para suínos normalmente têm sido obtidas sem considerar o ambiente térmico em que os animais são mantidos. Os poucos estudos sobre as exigências de suínos mantidos em ambientes com temperatura elevada têm mostrado resultados contraditórios, o que pode justificar a necessidade de mais pesquisas nessa área (Abreu et al., 2002). A grande dificuldade tem sido isolar o efeito da temperatura do efeito da restrição alimentar provocada pelo aumento da temperatura.

A maioria dos estudos tem mostrado que o aumento da temperatura não tem efeito sobre a conversão alimentar (Rinaldo & Le Dividich, 1991; Nienaber et al., 1996; Katsumata et al., 1996; Massabie et al., 1997; Rinaldo et al., 2000; Le Bellego et al., 2002), o que evidencia que a variação negativa no ganho de peso ocasionada pela temperatura ambiente elevada está relacionada à redução do consumo alimentar.

Segundo Noblet & Quiniou (2001), o efeito da temperatura ambiente elevada deveria ser relativamente equivalente ao da restrição alimentar e não modificar significativamente as necessidades diárias de lisina, uma vez que a deposição de proteína seria pouco influenciada pelas condições ambientais. Em estudos realizados por White et al. (2000) com suínos de 90 a 126 kg mantidos

em ambientes distintos (18 e 32°C), os efeitos da lisina dietética sobre o desempenho dos animais foram independentes da temperatura ambiental. Da mesma forma, Ferguson et al. (2000), em pesquisa com suínos em crescimento, verificaram que o consumo de alimento e a taxa de crescimento em resposta ao nível dietético de lisina foram independentes da temperatura ambiental.

Schenk et al. (1992), no entanto, avaliaram o efeito da interação ambiente × balanço de aminoácidos em suínos na fase inicial de crescimento e constataram que o desempenho dos animais mantidos em ambiente quente alimentados com rações deficientes em aminoácidos foi inferior ao daqueles mantidos em ambientes termoneutro e frio. Esses mesmos autores, estudando a suplementação simultânea de lisina industrial e gordura a rações, constataram melhora significativa no desempenho de suínos em crescimento mantidos em ambientes com altas temperaturas quando foram aumentados os níveis de lisina na ração.

Estudos sobre exigências de aminoácidos para suínos mantidos em ambientes quentes são necessários para se evitar a redução no desempenho dos animais. De acordo com Noblet et al. (2001), em ambiente com temperatura elevada, a deficiência de um aminoácido pode acentuar a redução do consumo alimentar e, por conseqüência, aumentar a limitação de outro aminoácido. O excesso de aminoácidos e/ou proteína na alimentação de suínos em ambiente com alta temperatura pode, no entanto, aumentar os problemas do estresse por calor, causado pelo efeito termogênico do alimento, que é relativamente alto, em virtude do metabolismo protéico acentuado, o que resulta em redução do consumo de energia líquida, acentuando o déficit de energia. Isto foi comprovado pelos estudos anteriores, de Stahly & Cromwell (1979), que verificaram que, em ambiente com temperatura elevada, rações ricas em proteína foram utilizadas menos eficientemente em ambiente quente que rações com baixos níveis de proteína, suplementadas com lisina sintética.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, M.L.T.; DONZELE, J.L.; SUIDA, D. et al. Nutrição de suínos em climas quentes. In: I CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE SUINOCULTURA, Foz do Iguaçu, **Anais...** Foz do Iguaçu, 2002, p.200-217.
- ABREU, M.L.T.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Níveis de lisina digestível em rações, utilizando-se o conceito de proteína ideal, para suínos machos de alto potencial genético, dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.62-67, 2007.
- BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais, conforto animal**. Viçosa, MG: UFV, 1997. 246p.
- BAKER, D.H. Problems and pitfalls in animal experiments designed to establish dietary requirements for essential nutrients. **Journal Nutrition**, v.116, p.2339-2348, 1986.
- BELLAVER, C.; VIOLA, E.S. Qualidade de carcaça, nutrição e manejo nutricional. In: VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 1997, Foz do Iguaçu-PR. **Anais...** Foz do Iguaçu: ABRAGES, 1997. p.152-158.
- BENATI, M. Níveis nutricionais utilizados nas dietas de suínos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1996, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG:UFV, 1996. p.447-454.
- BENGT, E.A.; HALLIGRÍMUR, J. Regulação da temperatura e fisiologia ambiental. In: Swenson M. J.; W.O. Reece. **Dukes Fisiologia dos animais domésticos**. p.805-813, 1996.
- BOYD, R.D.; JOHNSTON, M.E.; CASTRO, G. Feeding to Achieve Genetic Potential. **Advances in Pork Production**, v.11, p.97-115, 2000.
- BUFFINGTON, D.E.; COLAZZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H. et al. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transaction of the American Society of Agricultural Engineering**, v.24, p.711-714, 1981.

- BROWN-BRANDL, T.M.; EIGENBERG, R.A.; NIENABER, J.A. et al. Thermoregulatory profile of a newer genetic line of pigs. **Livestock Production Science**, v.71, p.253-260, 2001.
- CAMPABADAL, C.; NAVARRO, H. Importancia de la nutrición en la producción de canales magras de cerdo. Asociación Americana de Soya. Medellín: Colombia. **SOYANOTICIAS**, enero-marzo. 1997.
- 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.
- CHEN, H.Y.; LEWIS, A.J.; MILLER, P.S. et al. 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.
- CHRISTIAN, L.L.; STROCK, K.L.; CARLSON, J.P. Effects of protein, breed cross, Sex and slaughter weight on swine performance and carcass traits. **Journal of Animal Science**, v.51, p.51-58, 1980.
- CLINE, T.R.; CROMWELL, G.L.; CRENSHAW, T.D. et al. Further assessment of the dietary lysine requirement of finishing gilts. **Journal of Animal Science**, v.78, p.987-992, 2000.
- COFFEY, R.D.; PARKER, G.R.; LAURENT, K.M. Feeding growing-finishing pigs to maximize lean growth rate. www.ca.uky.edu/agc/pubs/asc/asc147/asc147.htm, 2001, Acessado em 23/02/2001.
- COLLIN, A.; VAN MILGEN, J.; DUBOIS, S. et al. Effect of high temperature on feeding behaviour and heat production in group-housed young pigs. **British Journal of Nutrition**, v.86, p.63-70, 2001a.
- COLLIN, A.; VAN MILGEN, J.; DUBOIS, S. et al. Effect of high temperature and feeding level on energy utilization in piglets. **Journal of Animal Science**, v.79, p.1849-1857, 2001b.
- CRITSER, D.J.; MILLER, P.S.; LEWIS, A.J. The effects of dietary protein concentration on Compensatory growth in barrows and gilts. **Journal of Animal Science**, v.73, p.3376-3383, 1995.
- CROMWELL, G.L.; CLINE, T.R.; CRENSHAW, J.D. The dietary protein and (or) lysine requirements of barrows and gilts. **Journal of Animal Science**, v.71, p.1510-1519, 1993.
- CURTIS, S.E. **Environmental management in animal agriculture**, 2.ed. Ames, Iowa: Iowa State Universty, 1983. 407p.
- DONZELE, J.L.; COSTA P.M.A.; ROSTAGNO, H.S. et al. Efeitos de níveis de energia digestíveis na composição da carcaça de suínos de cinco a quinze quilos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.21, p.1100-1106, 1992.
- DONZELE, J.L.; FREITAS, R.T.F.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Níveis de lisina para suínos machos castrados dos 30 aos 60 kg de peso vivo. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.23, p.974-982, 1994 a

- DONZELE, J.L.; FREITAS, R.T.F.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Níveis de lisina para leitões de 30 a 60 kg de peso vivo. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.23, p.967-973, 1994 b.
- EASTER, R.A.; BAKER, D.H. Lysine and protein levels in corn-soybean meal diets for growing-finishing swine. **Journal of Animal Science**, v.50, p.467-471, 1980.
- EGGERT, J.M.; SHEISS, E.B.; SCHINCKEL, A.P. et al. Effects of genotype, sex, slaughter weight, and dietary fat on pig growth, carcass composition, and pork quality. www.ansc.purdue.edu/swine/swineday/sday96/psd12-96.htm, 1996. (Acessado em 20/03/2001).
- EKSTRON, K.E. Genetic and sex considerations in swine nutrition. In: MILLER, E.R., ULLREY, D.E., LEWIS, A.J. **Swine Nutrition**, Butterworth-Heinemann, USA, p.415-424, 1991.
- FERGUSON, N.S.; ARNOLD, G.A.; LAVERS, G. et al. The response of growing pigs to amino acids as influenced by environmental temperature. **Animal Science**, v.70, p.299-306, 2000.
- FERREIRA, A.S.; PUPA, J.M.R.; SOUZA, A.M. Exigências nutricionais para suínos determinadas no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1996, Viçosa. **Anais... Viçosa, MG:UFV, 1996. p.419-434.**
- FONTES, D.O.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Níveis de lisina para leitões selecionadas geneticamente para deposição de carne magra, dos 30 aos 60 kg, mantendo constante a relação entre lisina e metionina + cistina, treonina, triptofano, isoleucina e valina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.776-783, 2000.
- FONTES, D.O.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Níveis de lisina para leitões selecionadas geneticamente para deposição de carne magra na carcaça, dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.81-89, 2005.
- FIALHO, E.T. Influência da temperatura ambiental sobre a utilização da proteína e energia em suínos em crescimento e terminação. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS, 1994, São Paulo. **Anais... São Paulo: CBNA, 1994. p.63-83.**
- FULLER, M.F. Macronutrient requirements of growing swine. In: Rostagno, H.S. SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1996, Viçosa. **Anais... Viçosa, 1996. p.205-221.**
- GASPAROTTO, L.F.; MOREIRA, I; FURLAN, A.C. et al. Exigência de lisina, com base no conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados de dois grupos genéticos, na fase de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, p.1664-1671, 2001.
- GASS, G.H.; KAPLAN, H.M. **Handbook of endocrinology**. Florida: CRC Press, 1982. 375p.
- HAHN, J.D.; BIEHL, R.R.; BAKER, D.H. Ideal digestible lysine for early-finishing and late-finishing swine. **Journal of Animal Science**, v.73, p.773-784, 1995.

- HANNAS, M.I.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Efeito da temperatura ambiente sobre parâmetros fisiológicos e hormonais de leitões dos 15 aos 30 kg. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999, Porto Alegre, RS. **Anais...** Porto Alegre, RS: SBZ, 1999. 226p.
- JOHNSTON, L.J.; PETTIGREW, J.E.; RUST, J.W. Response of maternal-line sows to dietary protein concentration during lactation. **Journal of Animal Science**, v.71, p.2151-2156, 1993.
- KATSUMATA, M.; KAJI, Y.; SAITOH, M. Growth and carcass fatness responses of finishing pigs to dietary fat supplementation at a high ambient temperatura. **Journal of Animal Science**, v.62, p.591-598, 1996.
- KERR, B.J.; YEN, J.T.; NIENABER, J.A. et al. Influence of dietary protein level, amino acid supplementation on environmental temperature on performance, body composition, organ weights and total heat production of growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.81, p.1998-2007, 2003.
- KIEFER, C.; FERREIRA, A.S.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Exigência metionina mais cistina digestíveis para suínos machos castrados mantidos em ambiente de alta temperatura dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.104-111, 2005.
- KING, R.H.; CAMPBELL, R.G.; SMITS, R.J. et al. Interrelationships between dietary lysine, sex, and porcine somatotropin administration on growth performance and protein deposition in pigs between 80 and 120 kg live weight. **Journal of Animal Science**, v.78, p.2639-2651, 2000.
- KNABE, D.A. Optimizing the protein nutrition of growing-finishing pigs. **Animal Feed Science Technology**, v.60, p.331-341, 1996.
- LE BELLEGO, I.; VAN MILGEN, J.; DUBOIS, S. et al. Effect of high temperature and low-protein on the performance of growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.80, p.691-701, 2002.
- LE DIVIDICH, J.L.; HERPIN, P.; GERARERT, P.A. et al. Cold stress. In: **Farm animal and the environment**. Wallingford: CAB International, p.3-25, 1992.
- LEE, K.U.; BOYD, D.; AUSTIC, R.E. Metabolic efficiency of dietary protein and lysine utilization by growing pigs. (file:///C:/AAANPPC/96LEE~1.HTM), 1996.
- LOPEZ, J.; JESSE, G.W., BECKER, B.A. et al. Effect of temperature on the performance of finishing swine: effects of a hot, diurnal temperature on average daily gain, feed intake and feed efficiency. **Journal of Animal Science**, v.69, p.1843-1849, 1991.
- LOPEZ, J.; GOODBAND, R.D.; ALLEE, G.W. et al. The effects of diets formulated on ideal protein basis on growth performance, carcass characteristics, and thermal balance of finishing gilts housed in a hot, diurnal environment. **Journal of Animal Science**, v.72, p.367-379, 1994.
- LUCE, W.G. Protein needs of high lean gain pigs. www.ansi.okstate.edu/exten/swine/F-3509.PDF, 1993 (Acessado em 16/10/2001).
- MANNO, M.C.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos dos 15 aos 30 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1963-1970, 2005.

- MARTINEZ, G.M.; KNABE, D.A. Digestible lysine requirement of starter and grower pigs. **Journal of Animal Science**, v.68, p.2748-2755, 1990.
- MASSABIE, P.; GRANIER, R.; LE DIVIDICH, J. Effects os environmental conditions on the performance of growing-finishing pigs. In: **Proceedings of the 5th International Livestock Environment Symposium, Bloomington**, p.1010-1016, 1997.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. Committee Animal Nutrition. Subcommittee of Swine Nutrition. Washington, EUA. **Nutrient requirements of swine**. 10.ed., Washington, D.C. National Academy Press. 1998, 189p.
- NIENABER, J.A.; HAHN, G.L.; McDONALD, T.P. et al. Feeding patterns and swine performance in hot environments. **Transaction of the American Society of Agricultural Engineering**, v.39, p.195-202, 1996.
- NOBLET, J.; QUINIOU, N. Principais fatores de variação das necessidades de aminoácidos dos suínos em crescimento. In: I WORKSHOP LATINO-AMERICANO AJINOMOTO BIOLATINA. 2001, **Anais...** Foz do Iguaçu,PR-Brasil, p.134-142, 2001.
- NOBLET, J.; LE BELLEGO, L.; VAN MILGEN, J. et al. Effects of reduced dietary protein level and fat addition on heat production and nitrogen and energy balance in growing pigs. **Animal Production**, v.50, p.227-238, 2001.
- OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. Temperatura sobre o desempenho e sobre os parâmetros fisiológicos e hormonal de leitões consumindo dietas com diferentes níveis de energia digestível. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.26, p.1173-1182, 1997.
- OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. Effect of environmental temperature on performance ando n physiological and hormonal parameters of gilts fed different levels of digestible energy. **Animal Feed Science and Technology**, v.81, p.319-331, 1999.
- ORLANDO, U.A.D.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Nível de proteína bruta para leitões dos 30 aos 60 kg mantidas em ambiente de alta temperatura (31°C). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1536-1543, 2001.
- PARSONS, C.M.; BAKER, D.H. The concept and use of ideal proteins in the feeding of nonruminants. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE NÃO RUMINANTES, 1994. Maringá. **Anais...** Maringá, 1994. p.119-128.
- PATIENCE, J.F.; UMBOH, J.F.; CHAPLIN, R.K. et al. Nutritional and physiological responses of growing pigs exposed to a diurnal pattern of heat stress. **Livestock Production Science**, v.96, p.205-214, 2005.
- PERDOMO, C.C. Conforto ambiental e produtividade de suínos. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS, 1994, São Paulo. **Anais...** São Paulo: CBNA, 1994. p.19-26.
- QUINIOU, N.; NOBLET, J.; DOURMAD, J.Y. et al. Influence of energy supply on growth characteristics in pigs and consequences for growth modelling. **Livestock Production Science**, v.60, p.317-328, 1999.

- QUINIOU, N.; NOBLET, J.; VAN MILGEN, J. et al. Modeling heat production and energy balance in group-housed growing pigs exposed to low or high ambient temperatures. **British Journal of Nutrition**, v.85, p.97-106, 2001.
- RINALDO, D.; LE DIVIDICH, J. Assessment of optimal temperature for performance and chemical body composition of growing pigs. **Livestock Production Science**, v.29, p.61-75, 1991.
- RINALDO, D.; Le DIVIDICH, J.; NOBLET, J. Adverse effects of tropical climate on voluntary feed intake and performance of growing pigs. **Livestock Production Science**, v.66, p.223- 234, 2000.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186p.
- SANTOMÁ, G.; PONTES, M. Interaccion nutricion-manejo en explotacione para aves y porcino. 1. Introduccion y factores ambientales. XX CURSO DE ESPECIALIZACION FEDNA. BARCELONA, 2004, p.151-210.
- SCHENCK, B.C.; STAHLY, T.S.; CROMWELL, G.L. interactive effects of thermal environmental and dietary lysine and fat levels on rate and efficiency, and composition of growth of weaning pigs. **Journal Animal Science**, v.70, p.3791-3802, 1992.
- SCHINCKEL, A.P.; EINSTEIN, M.E. Concepts of pig growth and composition. www.anse.purdue.edu/swine/porkpage/growth/pubs, 2001. (acessado em 22/0/2001).
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa-MG: UFV, Impr. Univ., 166p. 1990.
- STAHLEY, T. Nutrition effects lean growth, carcass composition. **Feedstuffs**, v.65, p.12, 1993.
- STAHLY, T.S.; CROMWELL, G.L. Effects of environmental temperature and dietary fat supplementation on the performance and carcass characteristics of growing and finishing swine. **Journal of Animal Science**, v.49, p.1478-1485, 1979.
- 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**, v.69, p.165 (Suppl.1), 1994.
- TAVARES, S.L.S.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Influência da temperatura ambiente sobre o desempenho e os parâmetros fisiológicos de suínos machos castrados dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia** v.29, p.199-205, 2000.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (UFV). *SAEG (Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas)*. Viçosa, MG. 1997.
- ZAVIEZO, D. Proteína ideal – Novo conceito nutricional na formulação de rações para aves e suínos. **Avicultura Industrial**. Outubro, 1998.
- WAGNER, J.R.; SCHINCKEL, A.P.; CHEN, W. et al. Analysis of body composition changes of swine during growth and development. **Journal of Animal Science**, v.77, p.1442-1466, 1999.

- WARNANTS, N.; Van OECKEL, M.J.; PAEPE, M. Response of growing pigs to different levels of ileal standardized digestible lysine using diets balanced in threonine, methionine and tryptophan. **Livestock Production Science**, v.82, p.201-209, 2003.
- WHITTE, D.O.; ELLIS, M.; McKEITH, F.K. et al. Effect of dietary lysine level and environmental temperature during the finishing phase on the intramuscular fat content of pork. **Journal of Animal Science**, v.78, p.1272-1276, 2000.
- XUE, J.L.; DIAL, G.D.; PETTIGREW, J.E. Performance, carcass, and meat quality advantages of boars over barrow: a literature review. **Swine Health and Production**, v.5, p.21-28, 1997.
- YEN, H.T.; COLE, D.J.A.; LEWIS, D. Amino acid requirements of growing pigs. 7. The response of pigs from 25 to 55 kg live weight to dietary ideal protein. **Animal Production**,v.43, p.141-154, 1986.

CAPÍTULO 2

LISINA DIGESTÍVEL PARA SUÍNOS MACHOS CASTRADOS DE ALTA DEPOSIÇÃO DE CARNE SUBMETIDOS A ESTRESSE POR CALOR DOS 30 AOS 60 KG

RESUMO – Este trabalho foi realizado para avaliar níveis de lisina digestível para suínos dos 30 aos 60 kg mantidos sob estresse por calor. Foram utilizados 140 animais, sendo 70 mantidos no ambiente de 30°C e 70 mantidos a 34°C, distribuídos em delineamento de blocos ao acaso, com cinco tratamentos (0,83; 0,93; 1,03; 1,13 e 1,23% de lisina digestível), sete repetições e dois animais por unidade experimental. O ganho de peso diário (GPD) dos animais mantidos à 30°C aumentou até o nível de 1,04% de lisina digestível, enquanto que à 34°C não variou. O GPD a 34°C foi, em média, 13,4% menor. O consumo de ração diário dos animais a 30 e a 34°C não variou com os níveis de lisina, sendo que no ambiente a 34°C o CRD, em média, foi 9% menor. O consumo de lisina diário (CLD) dos animais, tanto no ambiente 30°C e 34°C, aumentou de acordo com o nível de lisina da ração. A 30° C, a conversão alimentar (CA) melhorou até o nível de 1,07% de lisina, enquanto, que a 34°C, a CA não variou entre os níveis de lisina. Independentemente da temperatura, a eficiência de utilização de lisina (EUL) reduziu conforme aumentaram os níveis de lisina e foi 4,4% pior no ambiente com temperatura mais elevada (34°C). A deposição de proteína (DP) na carcaça dos animais no ambiente a 30°C aumentou até o nível de 1,05% de lisina, mas não variou no ambiente a 34°C. No ambiente a 30°C, deposição de gordura (DG) reduziu até o nível de 1,08% de lisina, enquanto, no ambiente a 34°C,

aumentou até o nível de 1,08% e foi, em média, 25,6% menor. Os níveis de triiodotironina e a tiroxina foram 35 e 30%, respectivamente, menores nos animais mantidos em ambiente a 34°C, cuja frequência respiratória foi 42% maior e a temperatura retal mais alta que a observada nos animais mantidos em ambiente a 30°C. Os níveis de 1,04 e 0,83% de lisina digestível proporcionam maior ganho de peso e deposição de proteína em suínos mantidos, respectivamente, em ambientes a 30°C e 34°C.

DIGESTIBLE LYSINE LEVELS FOR BARROWS OF HIGH LEAN DEPOSITION KEEP UNDER HEAT STRESSES FROM 30 TO 60 KG OF LIVWEIGHT

ABSTRACT - This study was conducted to evaluate levels of digestible lysine for pigs from 30 to 60 kg kept under stress by heat. We used 140 animals, 70 being maintained in the 30°C and 70 kept at 34°C, distributed in a randomized block design, with five treatments (0.83, 0.93, 1.03, 1.13 and 1.23% digestible lysine), and seven repetitions. The daily weight gain (GPD) of the animals kept at 30°C increased up to 1.04% of digestible lysine, while the 34°C did not change. The GPD to 34°C was on average 13.4% lower. The daily consumption of feed for animals at 30 and 34°C did not vary with the levels of lysine, and on the environment to 34°C the CRD, on average, was 9% lower. The daily consumption of lysine (CLD) of the animals, both in the environment 30°C and 34°C increased in line with the level of the dietary lysine. The 30°C, feed conversion (FC) improved to the level of 1.07% lysine, while that to 34°C, the CA did not vary between the levels of lysine. Regardless of the temperature, the efficiency of lysine (EUL) decreased as increased levels of lysine and was 4.4% in the worst environment with higher temperature (34°C). The deposition of protein (PA) in the carcass of animals in the environment to 30°C increased up to 1.05% lysine, but did not change the environment 34 to 30°C to the environment, deposition of fat (DG) decreased up to 1.08% lysine, whereas in the 34°C environment, increased up to 1.08% and was, on average, 25.6% lower. The levels of triiodothyronine and thyroxine were 35 and 30% respectively, lower in animals kept in the environment 34°C, whose respiratory rate was 42% higher and rectal

temperature higher than that observed in animals kept in the environment 30°C. The levels of 1.04 and 0.83% of digestible lysine provide greater weight gain and protein deposition in pigs kept, respectively, in environments to 30°C and 34°C.

INTRODUÇÃO

Suínos com alto potencial genético para deposição de carne na carcaça têm sido selecionados e utilizados para atender às crescentes demandas do mercado consumidor. A introdução desses novos genótipos aumenta a preocupação com o ambiente térmico em que os suínos são mantidos, uma vez que essas novas linhagens apresentam maior produção de calor metabólico, como consequência da maior deposição de carne, e podem ser mais susceptíveis a altas temperaturas.

A taxa de crescimento de tecido magro e a eficiência de deposição desse tecido podem ser influenciadas pelo genótipo, sexo, estágio de crescimento do animal e pelo consumo de ração, que pode ser afetado pelo ambiente térmico (Backer, 1986; Manno et al., 2005).

Além desses fatores, o ambiente térmico no qual os suínos são mantidos deve ser considerado na determinação das exigências nutricionais desses animais, uma vez que o consumo de ração pode ser alterado em temperaturas fora da faixa da termoneutralidade (Rinaldo & Le Dividich, 1992; Nienaber et al., 1996; Katsumata et al., 1996; Massabie et al., 1997; Rinaldo et al., 2000; Le Bellego et al., 2002). Assim, o menor consumo de ração por suínos mantidos em ambientes com altas temperaturas ocasiona redução das taxas de ganho de peso, modificando as exigências nutricionais, como a de aminoácidos, e aumentando o tempo para esses animais atingirem a idade ao abate.

Como a lisina é o primeiro aminoácido limitante em rações práticas para suínos, o estabelecimento das exigências desse aminoácido em diversas condições ambientais é fundamental para ótimo desempenho destes.

Considerando que no Brasil a maioria das granjas de suínos está sujeita a variações de temperaturas e à predominância de dias quentes, este estudo foi realizado para avaliar níveis de lisina digestível para suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne na carcaça na fase dos 30 aos 60 kg.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos no Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais, utilizando-se 140 suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne, em fase crescimento (30 a 60 kg de peso): 70 animais no experimento com temperatura de 30°C e 70 no experimento com temperatura de 34°C. Em ambos os experimentos, os animais foram distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco níveis de lisina digestível (0,83; 0,93; 1,03; 1,13 ou 1,23%), sete repetições e dois animais por unidade experimental.

Os animais foram alojados em gaiolas metálicas, com piso ripado, providas de comedouro semi-automático e bebedouro tipo chupeta, e mantidos em sala climatizada (temperatura controlada) em ambientes de calor moderado (30°C) e de calor intenso (34°C) para a respectiva fase.

Em ambos os experimentos, as temperaturas foram monitoradas diariamente, três vezes ao dia (às 7; 12 e 17 h), por meio de termômetros de máxima e mínima, de bulbo seco e bulbo úmido e de globo negro. Os dados de temperatura foram posteriormente convertidos no índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), conforme descrito por Buffington et al. (1981).

As rações experimentais, isoenergéticas e isoprotéicas, foram formuladas à base de milho e farelo de soja (Tabela 1) para atender às exigências nutricionais dos animais, com exceção das exigências de lisina, de acordo com descrições de Rostagno et al. (2005). Os níveis de lisina digestível das rações foram obtidos a

partir da inclusão de L-lisina HCL em substituição ao amido. Em todos os níveis de lisina avaliados, foi checada a relação aminoacídica entre lisina digestível e os demais aminoácidos essenciais digestíveis, os quais foram mantidos em níveis 2% acima do recomendado por Rostagno et al. (2005), a fim de assegurar que nenhum outro aminoácido ficasse limitante nas rações.

As rações experimentais e a água foram fornecidas à vontade. Os animais foram pesados em intervalos de 15 dias até o final dos experimentos, para determinação do ganho de peso. O consumo de ração foi determinado pela pesagem das rações, antes do fornecimento aos animais, e das sobras.

Tabela 1 - Composição das rações experimentais

Ingrediente (%)	Nível de lisina digestível (%)				
	0,83	0,93	1,03	1,13	1,23
Milho	66,434	66,434	66,434	66,434	66,434
Farelo de soja 45%	27,743	27,743	27,743	27,743	27,743
Óleo de soja	0,790	0,790	0,790	0,790	0,790
Fosfato bicálcico	1,240	1,240	1,240	1,240	1,240
Calcário	0,627	0,627	0,627	0,627	0,627
Sal comum	0,406	0,406	0,406	0,406	0,406
Mistura mineral ¹	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Mistura vitamínica ²	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Sulfato de colistina	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
BHT ³	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Amido	2,300	2,108	1,828	1,504	1,142
L-lisina HCl	---	0,129	0,258	0,387	0,517
DL-metionina	---	0,042	0,105	0,168	0,232
L-treonina	---	0,021	0,095	0,169	0,243
L-triptofano	---	---	0,014	0,036	0,057
L-valina	---	---	---	0,036	0,109
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada					
Proteína bruta (%)	18,061	18,061	18,061	18,061	18,061
EM (kcal/kg)	3.234	3.234	3.234	3.234	3.234
Lisina total (%)	0,928	1,029	1,130	1,231	1,333
Lisina digestível (%)	0,828	0,928	1,028	1,128	1,228
Met+cist. digestível (%)	0,534	0,576	0,637	0,699	0,762
Treonina digestível (%)	0,603	0,622	0,689	0,756	0,823
Triptofano digestível (%)	0,192	0,192	0,205	0,226	0,246
Valina digestível (%)	0,765	0,765	0,765	0,800	0,872
Cálcio (%)	0,631	0,631	0,631	0,631	0,631
Fósforo disponível (%)	0,332	0,332	0,332	0,332	0,332
Sódio (%)	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180

¹ Composição por quilograma do produto: ferro, 100 g; cobre, 10 g; cobalto, 1 g; manganês, 40 g; zinco, 100 g; iodo, 1,5 g e excipiente q.s.p., 747,5 g.

² Composição por quilograma do produto: vitamina A, 6.000.000 UI; vitamina D₃, 1.500.000 UI; vitamina E, 15.000.000 UI; vitamina B₁, 1,35 g; vitamina B₂, 4 g; vitamina B₆, 2 g; ácido pantotênico, 9,35 g; vitamina K₃, 1,5 g; ácido nicotínico, 20,0g; vitamina B12, 20,0g; ácido fólico, 0,6 g; biotina, 0,08 g; selênio, 0,3 g e excipiente q. s. p., 1.000 g.

³ BHT: Butil-hidroxi-tolueno

Em ambos os experimentos, nos animais alimentados com a ração contendo 1,03% de lisina digestível, a temperatura retal foi monitorada por meio de termômetro clínico veterinário, introduzido no reto durante um minuto, às 10 h, a cada 15 dias. Nesses mesmos dias e horários, também foi feito o registro da frequência respiratória, por meio da contagem dos movimentos do flanco do animal durante 15 segundos, corrigindo-se os valores para 1 minuto.

O período experimental foi de 32 dias no ambiente de 30°C e 37 dias no de 34°C. No final do período experimental, os animais com peso de 60,0 ± 3,24 kg e 59,3 ± 4,00 kg, nos ambientes de 30 e 34°C, respectivamente, foram submetidos a jejum alimentar de 24 horas. Após as primeiras três horas de jejum, foi coletado sangue dos animais alimentados com a ração com 1,03% de lisina digestível, por punção do *Sinus orbital*, para dosagem de triiodotironina (T3) e tiroxina (T4), realizada por meio de *kits* de determinação imunoenzimática.

Após o período de jejum, um animal de cada repetição, com peso mais próximo de 60 kg, foi abatido por sangramento, depilado e eviscerado. As carcaças inteiras, incluindo pés e cabeça, foram pesadas. Posteriormente, as meias-carcaças foram trituradas em *cutter* comercial de 30 HP e 1.775 revoluções por minuto. Após homogeneização, foram retiradas amostras, conforme processo descrito por Donzele et al. (1992), que foram conservadas a -12°C para posterior determinação das composições de proteína e gordura das carcaças.

Um grupo adicional de cinco animais, de mesmo sexo e genética, com peso médio de 30 kg, foi abatido para determinação da composição da carcaça (proteína e gordura) no início do período experimental. Em ambos os experimentos, as deposições de proteína e gordura nas carcaças dos animais foram calculadas comparando-se as composições das carcaças dos animais no início e no fim de cada período experimental.

As análises bromatológicas dos ingredientes e das rações foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV, de acordo com metodologia descrita por Silva (1990).

Nos dois experimentos, as análises estatísticas dos dados de desempenho (ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar), das deposições de proteína e gordura nas carcaças e dos parâmetros fisiológicos e hormonais foram realizadas utilizando-se o programa computacional SAEG (Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas), desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa (UFV).

A estimativa da exigência de lisina em cada ambiente térmico foi feita com base nos resultados de desempenho e deposições de proteína e gordura na carcaça utilizando-se os modelos de regressão linear ($P < 0,01$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando que a zona de termoneutralidade para suínos na fase de crescimento é de 18 a 23°C (Perdomo, 1994), as temperaturas registradas no interior dos galpões durante ambos os experimentos caracterizaram ambiente de estresse por calor para os animais (Tabela 2).

Tabela 2 – Temperaturas dos termômetros de bulbo seco, umidade relativa e índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) por experimento

	Parâmetros ambientais		
	Temperatura de bulbo seco (°C)	Umidade relativa (%)	ITGU
Experimento 1	30,0 ± 0,86	80 ± 7,6	80,9 ± 1,3
Experimento 2	34,2 ± 0,86	77 ± 5,5	86,8 ± 1,2

Os níveis de lisina digestível tiveram efeito quadrático ($P < 0,07$) sobre o ganho de peso diário (GPD) dos animais mantidos em ambiente com calor moderado (30°C), que aumentou até o nível estimado de 1,04% (Tabela 3; Figura 1). De forma similar, Warnants et al. (2003) avaliaram níveis de lisina digestível para suínos machos castrados dos 30 aos 49 kg e constataram que o nível de 1,09% proporcionou o melhor ganho de peso diário.

Os níveis de lisina não influenciaram ($P > 0,10$) o ganho de peso dos animais mantidos em ambiente com temperatura de 34°C. Esse resultado corrobora os obtidos por Fontes et al. (2000), que também não observaram efeito

dos níveis de lisina digestível (0,89 até 1,19%) sobre o ganho de peso de leitões em fase de crescimento.

Tabela 3 – Desempenho de suínos dos 30 aos 60 kg mantidos em ambiente de estresse por calor

Variável	Nível de lisina digestível (%)					CV (%)	Média
	0,83	0,93	1,03	1,13	1,23		
Ambiente 30°C							
Ganho de peso (g/dia) ²	877	945	961	933	903	8,06	924 ^a
Consumo de ração (g/dia)	2014	1988	2084	2014	1933	7,26	2007 ^a
Conversão alimentar ³	2,32	2,11	2,18	2,16	2,17	3,81	2,19 ^b
Consumo de lisina digestível (g/dia) ¹	17	19	22	23	24	7,28	21 ^a
EULG (g/g) ¹	51	50	44	40	37	4,02	45 ^a
Deposição na carcaça (g/dia)							
Gordura ³	219	191	194	187	198	14,29	199 ^a
Proteína ³	109	129	130	120	114	11,12	120 ^a
Ambiente 34°C							
Ganho de peso (g/dia)	769	865	765	782	804	10,24	800 ^b
Consumo de ração (g/dia)	1783	1884	1761	1813	1879	8,80	1831 ^b
Conversão alimentar	2,34	2,18	2,33	2,32	2,35	6,20	2,30 ^a
Consumo de lisina digestível (g/dia) ¹	15	18	18	20	23	8,88	19 ^b
EULG (g/g) ¹	52	50	42	38	35	6,32	43 ^b
Deposição na carcaça (g/dia)							
Gordura ³	133	146	154	165	143	10,75	148 ^b
Proteína	111	119	107	107	116	11,59	112 ^b

Médias (para a mesma variável nos diversos ambientes) seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente entre si a 1% de probabilidade pelo teste de Newman Keuls.

¹ Efeito linear (P<0,01).

^{2 e 3} Efeito quadrático (P<0,07) e (P<0,01), respectivamente.

O ganho de peso diário dos animais mantidos no ambiente com temperatura de 34°C foi em média 13,4% menor (P<0,01) que o daqueles mantidos no ambiente de 30°C. De forma semelhante, Manno et al. (2005) e Saraiva et al. (2006), comparando o desempenho de suínos machos de 15 a 30 kg mantidos em ambiente de 34 e 30°C, respectivamente, ao desempenho de animais mantidos em ambiente termoneutro, constataram redução de 22 e 8% no ganho de peso diário. A redução do ganho de peso verificada neste estudo confirma a hipótese de que animais mantidos em ambiente com temperatura acima da faixa de termoneutralidade utilizam ajustes comportamentais e fisiológicos para favorecer o balanço de calor, o que pode comprometer seu desempenho (Tavares et al., 2000; Orlando et al., 2001; Kiefer et al., 2005; Kerr et al., 2003; Collin et al., 2001b). No entanto, de acordo com os resultados de ganho

de peso obtidos, o efeito negativo dos ajustes metabólicos sobre o desempenho dos animais expostos a alta temperatura varia com a intensidade do estresse.

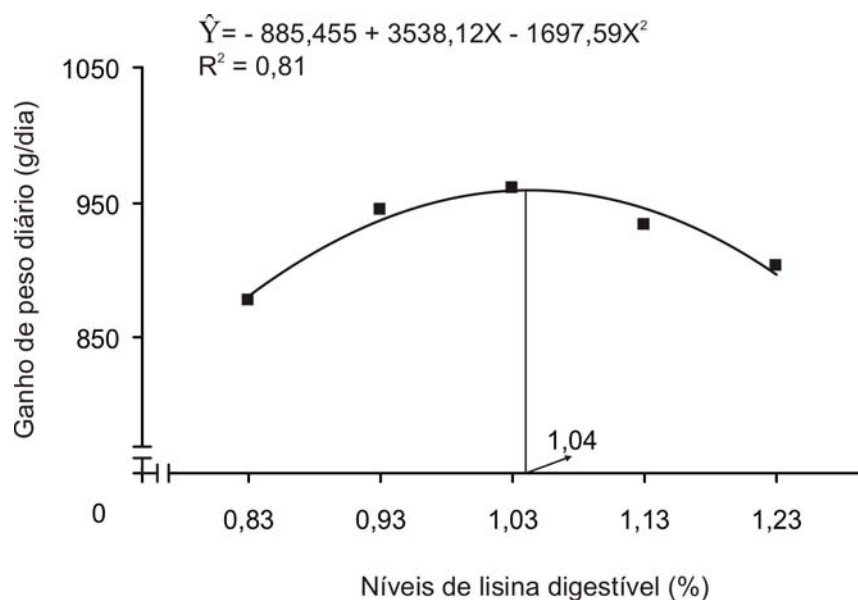


Figura 1 – Ganho de peso diário de suínos dos 30 aos 60 kg mantidos em ambiente de 30°C.

O consumo diário de ração (CDR), independentemente da temperatura em que os animais foram mantidos, não foi influenciado ($P>0,10$) pelos níveis de lisina digestível das rações. De forma similar, Cline et al. (2000) e Fontes et al. (2000) também não observaram efeito dos níveis de lisina sobre o consumo de ração em suínos em crescimento. Entretanto, Chen et al. (1999), King et al. (2000) e Fontes et al. (2005) constataram efeito dos níveis de lisina sobre o consumo diário de ração em suínos em crescimento.

A diferença de resultados entre essas pesquisas pode estar relacionada a fatores como composição da ração, níveis de lisina digestível avaliados e temperatura ambiente.

Na avaliação do ambiente térmico, o consumo de ração dos animais mantidos a 34°C foi em média 9,0% menor ($P<0,01$) que o daqueles mantidos a 30°C. Efeito negativo da alta temperatura sobre o consumo diário de ração de

suínos em crescimento foi verificado também por Tavares et al. (2000), Collin et al. (2001 a), Le Belego et al. (2002) e Manno et al. (2005).

Os efeitos negativos de altas temperaturas sobre a ingestão de alimentos permitem inferir que a redução no consumo é um dos principais ajustes metabólicos do animal para reduzir a produção de calor corporal. Esta hipótese está coerente com o relato de Santomá & Pontes (2004) de que o padrão de redução do consumo de ração aumenta de forma direta com a intensidade do estresse por calor, embora em uma relação não-linear. No entanto, isoladamente, a redução do consumo diário de ração ocasionada pela alta temperatura não explicaria o menor ganho de peso pelos animais (Collin et al., 2001b).

Os níveis de lisina influenciaram de forma linear ($P < 0,01$) o consumo diário de lisina dos animais mantidos a 30 e 34°C, que aumentaram, respectivamente, segundo as equações: $\hat{Y} = 1,84732 + 18,2640X$ ($R^2 = 0,98$) e $\hat{Y} = - 1,83325 + 19,9960X$ ($R^2 = 0,98$). Como o consumo de ração não variou com o nível de lisina em ambos os ambientes avaliados, o aumento no consumo diário de lisina esteve diretamente relacionado à concentração desse aminoácido na ração. No ambiente de 34°C, o consumo diário de lisina foi em média 9,5% menor ($P < 0,01$) que o observado no ambiente com temperatura mais baixa (30°C), o que reflete a variação do consumo de ração entre as duas temperaturas ambientes.

O efeito dos níveis de lisina sobre a conversão alimentar (CA) variou de acordo com a temperatura ambiente. Enquanto no ambiente de 34°C a conversão alimentar dos animais não foi influenciada ($P > 0,10$) pelos níveis de lisina, no ambiente de 30°C, a conversão melhorou ($P < 0,01$) de forma quadrática até o nível estimado de 1,07% (Figura 2). Efeito do nível de lisina sobre a conversão alimentar de suínos em crescimento também foi observado por Fontes et al. (2000) e Abreu et al. (2007), que obtiveram, respectivamente, os melhores valores nos níveis de 0,90 e 1,10% de lisina digestível na ração.

Os valores de conversão alimentar obtidos nos animais mantidos a 34°C foram em média 5,0% maiores ($P < 0,01$) que os encontrados nos animais mantidos a 30°C ($2,30 \times 2,19$).

A piora na conversão alimentar dos animais mantidos a 34°C foi ocasionada pela redução do ganho de peso, que foi mais acentuada (13,4%) que a redução do consumo diário de ração (9,0%). Desta forma, os piores resultados de desempenho (GPD e CA) nos animais mantidos no ambiente a 34°C indicam

que o aumento na temperatura ambiente de 30 para 34°C promoveu ajustes metabólicos e endócrinos (Brown-Brandl et al., 2001; Le Dividich et al., 1992), que provavelmente comprometeram mais acentuadamente a capacidade de crescimento dos animais.

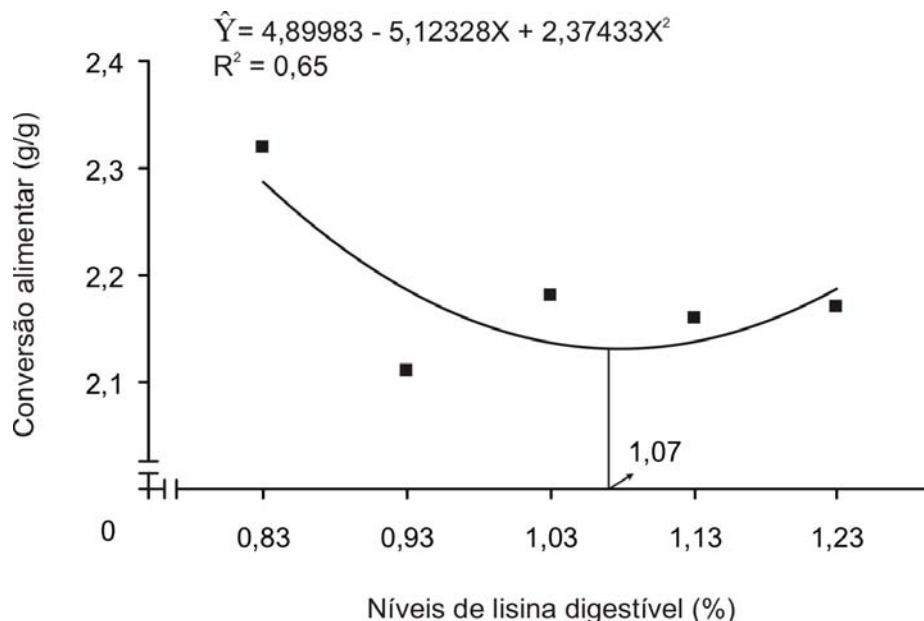


Figura 2 – Conversão alimentar de suínos dos 30 aos 60 kg mantidos em ambiente de 30°C.

Independentemente da temperatura ambiental, os níveis de lisina influenciaram ($P < 0,01$) a eficiência de utilização de lisina para ganho de peso (EULG), que reduziu de forma linear segundo as equações: $\hat{Y} = 85,3624 - 38,7633X$ ($R^2 = 0,97$) e $\hat{Y} = 89,3179 - 44,7848X$ ($R^2 = 0,98$), respectivamente, nos ambientes de 30 e 34°C. Em experimento realizado por Lee et al. (1996) com suínos em crescimento, a eficiência de utilização de lisina (ganho de peso/lisina consumida) reduziu quando a porcentagem de lisina em relação à de PB da ração aumentou de 5,2 para 6,7%. Considerando os resultados obtidos por esses autores, pode-se deduzir que, entre outros fatores, a elevação da relação lisina:proteína de 4,6 até 6,8% entre os níveis de lisina digestível neste trabalho pode ter contribuído para a redução na eficiência de utilização de lisina para ganho de peso dos suínos em ambos os ambientes avaliados.

Os animais mantidos no ambiente com temperatura mais elevada (34°C) apresentaram piora de 4,5% (45 × 43) na eficiência de utilização de lisina. Redução na eficiência de utilização da lisina para ganho de peso com o aumento da temperatura ambiente também foi observada por Manno et al. (2005) em suínos em crescimento alimentados à vontade.

O menor valor de eficiência de utilização da lisina verificado nos animais mantidos em ambiente com temperatura de 34°C pode estar relacionado ao menor consumo diário de ração (9,0%) nesses animais. Conforme relato de Kerr et al. (2003), a intensidade de redução no consumo diário de ração está inversamente relacionada à eficiência de utilização da lisina. O nível de lisina digestível influenciou ($P < 0,01$) a deposição de proteína (DP) na carcaça dos animais mantidos no ambiente com temperatura de 30°C, que aumentou de forma quadrática até o nível estimado de 1,05%, correspondente a consumo diário estimado de 21 g de lisina digestível (Figura 3). Entretanto, nos animais mantidos em ambiente de 34°C, a deposição de proteína não variou ($P > 0,10$) entre os níveis de lisina da ração.

A diferença de resposta aos níveis de lisina digestível entre os animais mantidos nos ambientes de 30 e 34°C pode ser um indicativo de que a capacidade de retenção de nitrogênio dos animais mantidos no ambiente com temperatura mais elevada (34°C) foi mais comprometida, diminuindo a exigência de lisina. Confirmando essa hipótese, a deposição de proteína dos animais mantidos a 34°C foi em média 6,5% menor ($P < 0,01$) que a daqueles mantidos em ambiente com temperatura mais baixa (30°C). De acordo com Kloareg et al. (2005), a alta temperatura ambiente limita a deposição de proteína na carcaça.

A deposição de gordura (DG) na carcaça dos animais mantidos a 30°C variou ($P < 0,01$) de forma quadrática até o nível estimado de 1,08% de lisina digestível (Figura 4). Nos animais mantidos a 34°C, a deposição de gordura aumentou ($P < 0,01$), também de forma quadrática, até o nível de 1,08% de lisina digestível (Figura 5). Esses resultados diferem dos obtidos por Fontes et al. (2000) e Abreu et al. (2007), que não observaram efeito dos níveis de lisina sobre a deposição de gordura de suínos em crescimento.

Neste trabalho, a deposição de gordura dos animais mantidos a 34°C foi, em média, 25,6% menor ($P < 0,01$) que a daqueles mantidos a 30°C. Estes resultados corroboram os obtidos por Collin et al. (2001b), que atribuíram a menor

retenção de energia na forma de proteína e gordura nos animais ao menor consumo de ração.

Os níveis plasmáticos dos hormônios triiodotironina (T3) e tiroxina (T4) dos animais foram 35 e 30%, respectivamente, menores ($P < 0,05$) nos animais mantidos a 34°C (Tabela 4). Redução dos níveis dos hormônios tireoidianos em suínos submetidos o estresse por calor tem sido observada por diversos autores (Fialho, 1994; Oliveira & Donzele, 1999). Este padrão de resposta é justificado pelo fato de os hormônios da tireóide estarem envolvidos na atividade metabólica dos animais (Curtis, 1983; Gass & Kaplan, 1982) e, conseqüentemente, na produção de calor corporal, que foi mais acentuada nos animais mantidos no ambiente de 34°C .

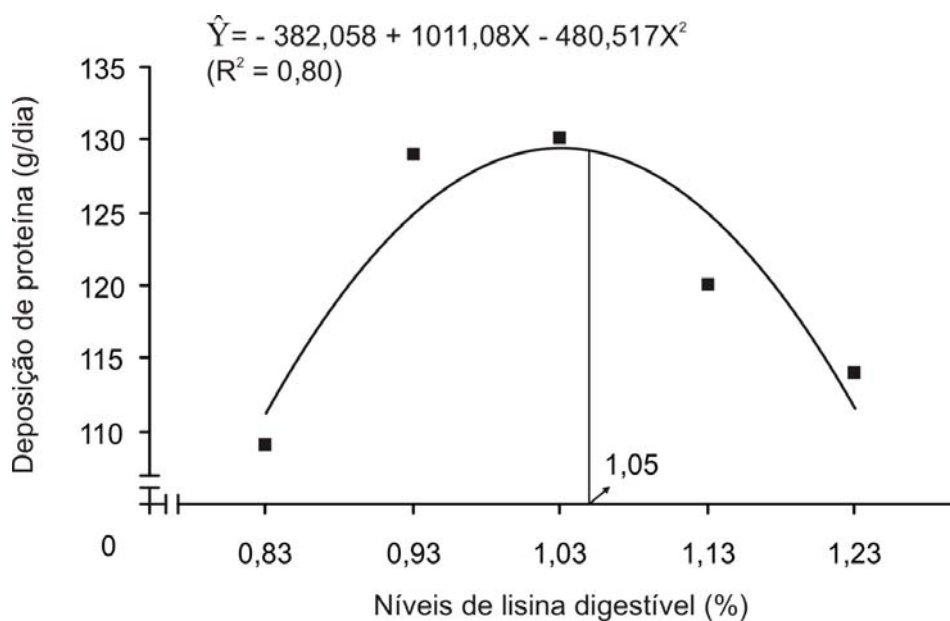


Figura 3 – Deposição de proteína em suínos dos 30 aos 60 kg mantidos em ambiente de 30°C .

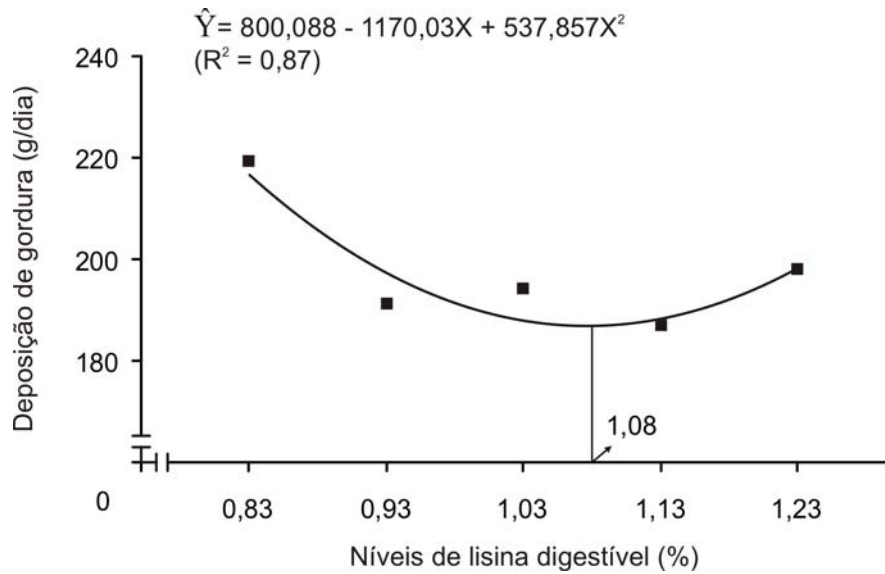


Figura 4 – Deposição de gordura em suínos dos 30 aos 60 kg mantidos em ambiente de 30°C.

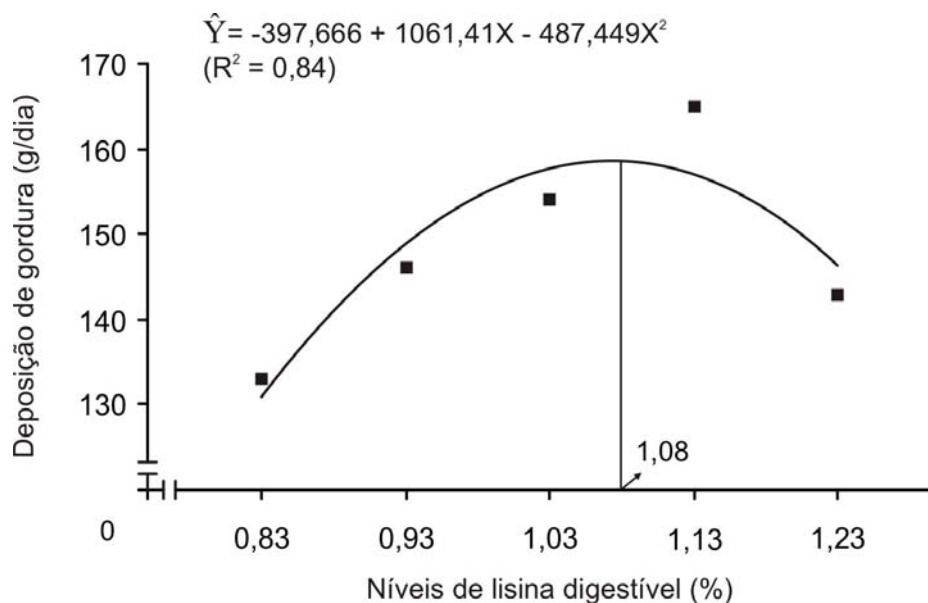


Figura 5 – Deposição de gordura em suínos dos 30 aos 60 kg mantidos em ambiente de 34°C.

Na avaliação dos parâmetros fisiológicos, os animais mantidos em ambiente de 34°C apresentaram frequência respiratória (FR) em média 42% maior que a observada nos animais mantidos em ambiente de 30°C. De acordo com Lopez et al. (1991), suínos sob estresse por calor aumentam a frequência respiratória como forma de intensificar a perda de calor evaporativa.

Tabela 4 – Parâmetros fisiológicos de suínos dos 30 aos 60 kg mantidos em ambiente de estresse por calor

Variável	Temperatura		CV (%)
	30°C	34°C	
Freqüência respiratória (mov/mim)	87,57 ^b	124,57 ^a	8,1
Temperatura retal (°C)	39,80 ^b	40,17 ^a	0,6
Triiodotironina (µ/dL)	34,35 ^a	22,31 ^b	34,6
Tiroxina (ng/dL)	6,27 ^a	4,37 ^b	27,3

Médias seguidas pela mesma letra na mesma linha não diferem entre si pelo teste F a 5% de significância.

Apesar dos menores níveis plasmáticos dos hormônios tireoidianos e da maior freqüência respiratória, os animais mantidos no ambiente de 34°C apresentaram maior ($P < 0,02$) temperatura retal em comparação aos mantidos no ambiente de 30°C. De forma semelhante, Patience et al. (2005) também observaram aumento na temperatura retal de suínos expostos a temperatura ambiente muito elevada (38°C).

Considerando que a temperatura corporal de suínos é de 39,2°C (Bengt & Hallgrímur, 1996), pode-se inferir que os ajustes fisiológicos (FR) e hormonais (T3 e T4) nos animais mantidos a 34°C não foram eficientes para manter sua homeotermia. Esse aumento da temperatura corporal dos animais mantidos a 34°C pode ter sido o principal fator para a redução do potencial de crescimento, o que justifica a ausência de efeito dos níveis de lisina digestível na deposição de proteína na carcaça dos animais neste ambiente.

CONCLUSÕES

Em suínos machos castrados dos 30 aos 60 kg mantidos em ambiente a 30°C, o nível de 1,05% de lisina digestível na ração, correspondente a consumo diário de 21 g, proporciona melhor ganho de peso diário e maior deposição de proteína na carcaça, enquanto, em ambiente com temperatura de 34°C, o nível de 0,83% de lisina digestível na ração, correspondente a consumo diário de 15 g, promove os melhores resultados de ganho de peso diário e deposição de proteína na carcaça.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, M.L.T.; DONZELE, J.L.; SUIDA, D. et al. Nutrição de suínos em climas quentes. In: I CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE SUINOCULTURA, Foz do Iguaçu, **Anais...** Foz do Iguaçu, 2002, p.200-217.
- ABREU, M.L.T.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Níveis de lisina digestível em rações, utilizando-se o conceito de proteína ideal, para suínos machos de alto potencial genético, dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.62-67, 2007.
- BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais, conforto animal**. Viçosa, MG: UFV, 1997. 246p.
- BAKER, D.H. Problems and pitfalls in animal experiments designed to establish dietary requirements for essential nutrients. **Journal Nutrition**, v.116, p.2339-2348, 1986.
- BELLAVER, C; VIOLA, E.S. Qualidade de carcaça, nutrição e manejo nutricional. In: VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 1997, Foz do Iguaçu-PR. **Anais...** Foz do Iguaçu: ABRAVES, 1997. p.152-158.
- BENATI, M. Níveis nutricionais utilizados nas dietas de suínos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1996, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG:UFV, 1996. p.447-454.
- BENGT E.A.; HALLIGRÍMUR, J. Regulação da temperatura e fisiologia ambiental. In: Swenson M. J.; W.O. Reece. **Dukes Fisiologia dos animais domésticos**. p.805-813, 1996.
- BOYD, R.D.; JOHNSTON, M.E.; CASTRO, G. Feeding to Achieve Genetic Potential. **Advances in Pork Production**, v.11, p.97-115, 2000.
- BUFFINGTON, D.E.; COLAZZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H. et al. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transaction of the American Society of Agricultural Engineering**, v.24, p.711-714, 1981.
- BROWN-BRAN

- DL, T.M.; EIGENBERG, R.A.; NIENABER, J.A. et al. Thermoregulatory profile of a newer genetic line of pigs. **Livestock Production Science**, v.71, p.253-260, 2001.
- CAMPABADAL, C.; NAVARRO, H. Importancia de la nutrición en la producción de canales magras de cerdo. Asociación Americana de Soya. Medellín: Colombia. **SOYANOTICIAS**, enero-marzo. 1997.
- 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.
- CHEN, H.Y.; LEWIS, A.J.; MILLER, P.S. et al. 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.
- CHRISTIAN, L.L.; STROCK, K.L.; CARLSON, J.P. Effects of protein, breed cross, Sex and slaughter weight on swine performance and carcass traits. **Journal of Animal Science**, v.51, p.51-58, 1980.
- CLINE, T. R.; CROMWELL, G. L.; CRENSHAW, T. D. et al. Further assessment of the dietary lysine requirement of finishing gilts. **Journal of Animal Science**, v.78, p. 987-992, 2000.
- COFFEY, R.D.; PARKER, G.R.; LAURENT, K.M. Feeding growing-finishing pigs to maximize lean growth rate. www.ca.uky.edu/agc/pubs/asc/asc147/asc147.htm, 2001, acessado em 23/02/2001.
- COLLIN, A.; VAN MILGEN, J.; DUBOIS, S. et al. Effect of high temperature on feeding behaviour and heat production in group-housed young pigs. **British Journal of Nutrition**, v.86, p.63-70, 2001a.
- COLLIN, A.; VAN MILGEN, J.; DUBOIS, S. et al. Effect of high temperature and feeding level on energy utilization in piglets. **Journal of Animal Science**, v.79, p.1849-1857, 2001b.
- CRITSER, D.J.; MILLER, P.S.; LEWIS, A.J. The effects of dietary protein concentration on Compensatory growth in barrows and gilts. **Journal of Animal Science**, v.73, p.3376-3383, 1995.
- CROMWELL, G.L.; CLINE, T.R.; CRENSHAW, J.D. The dietary protein and (or) lysine requirements of barrows and gilts. **Journal of Animal Science**, v.71, p.1510-1519, 1993.
- CURTIS, S.E. **Environmental management in animal agriculture**, 2.ed. Ames, Iowa: Iowa State Universty, 1983. 407p.
- DONZELE, J.L.; COSTA P.M.A.; ROSTAGNO, H.S. et al. Efeitos de níveis de energia digestíveis na composição da carcaça de suínos de cinco a quinze quilos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.21, p.1100-1106, 1992.
- DONZELE, J.L.; FREITAS, R.T.F.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Níveis de lisina para suínos machos castrados dos 30 aos 60 kg de peso vivo. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.23, p.974-982, 1994a.

- DONZELE, J.L.; FREITAS, R.T.F.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Níveis de lisina para leitões de 30 a 60 kg de peso vivo. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.23, p.967-973, 1994 b.
- EASTER, R.A.; BAKER, D.H. Lysine and protein levels in corn-soybean meal diets for growing-finishing swine. **Journal of Animal Science**, v.50, p.467-471, 1980.
- EGGERT, J.M.; SHEISS, E.B.; SCHINCKEL, A.P. et al. Effects of genotype, sex, slaughter weight, and dietary fat on pig growth, carcass composition, and pork quality. www.ansc.purdue.edu/swine/swineday/sday96/psd12-96.htm, 2001. (acessado em 20/03/2001).
- EKSTRON, K.E. Genetic and sex considerations in swine nutrition. In: MILLER, E.R., ULLREY, D.E., LEWIS, A.J. **Swine Nutrition**, Butterworth-Heinemann, USA, p.415-424, 1991.
- FERGUSON, N.S.; ARNOLD, G.A.; LAVERS, G. et al. The response of growing pigs to amino acids as influenced by environmental temperature. **Animal Science**, v.70, p.299-306, 2000.
- FERREIRA, A.S.; PUPA, J.M.R.; SOUZA, A.M. Exigências nutricionais para suínos determinadas no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1996, Viçosa. **Anais... Viçosa, MG:UFV, 1996. p.419-434.**
- FONTES, D.O.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Níveis de lisina para leitões selecionadas geneticamente para deposição de carne magra, dos 30 aos 60 kg, mantendo constante a relação entre lisina e metionina + cistina, treonina, triptofano, isoleucina e valina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.776-783, 2000.
- FONTES, D.O.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Níveis de lisina para leitões selecionadas geneticamente para deposição de carne magra na carcaça, dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.81-89, 2005.
- FIALHO, E.T. Influência da temperatura ambiental sobre a utilização da proteína e energia em suínos em crescimento e terminação. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS, 1994, São Paulo. **Anais... São Paulo: CBNA, 1994. p.63-83.**
- 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.**
- GASPAROTTO, L.F.; MOREIRA, I.; FURLAN, A.C. et al. Exigência de lisina, com base no conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados de dois grupos genéticos, na fase de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, p.1664-1671, 2001.
- GASS, G.H.; KAPLAN, H.M. **Handbook of endocrinology**. Florida: CRC Press, 1982. 375p.
- HAHN, J.D.; BIEHL, R.R.; BAKER, D.H. Ideal digestible lysine for early-finishing and late-finishing swine. **Journal of Animal Science**, v.73, p.773-784, 1995.

- HANNAS, M.I.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Efeito da temperatura ambiente sobre parâmetros fisiológicos e hormonais de leitões dos 15 aos 30 kg. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999, Porto Alegre, RS. **Anais...** Porto Alegre, RS: SBZ, 1999. 226p.
- JOHNSTON, L.J.; PETTIGREW, J.E.; RUST, J.W. Response of maternal-line sows to dietary protein concentration during lactation. **Journal of Animal Science**, v.71, p.2151-2156, 1993.
- KATSUMATA, M.; KAJI, Y.; SAITOH, M. Growth and carcass fatness responses of finishing pigs to dietary fat supplementation at a high ambient temperature. **Journal of Animal Science**, v.62, p.591-598, 1996.
- KERR, B.J.; YEN, J.T.; NIENABER, J.A. et al. Influence of dietary protein level, amino acid supplementation on environmental temperature on performance, body composition, organ weights and total heat production of growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.81, p.1998-2007, 2003.
- KIEFER, C.; FERREIRA, A. S.; OLIVEIRA, R. F. M. et al. Exigência metionina mais cistina digestíveis para suínos machos castrados mantidos em ambiente de alta temperatura dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.104-111, 2005.
- KING, R.H.; CAMPBELL, R.G.; SMITS, R.J. et al. Interrelationships between dietary lysine, sex, and porcine somatotropin administration on growth performance and protein deposition in pigs between 80 and 120 kg live weight. **Journal of Animal Science**, v.78, p.2639-2651, 2000.
- KNABE, D.A. Optimizing the protein nutrition of growing-finishing pigs. **Animal Feed Science Technology**, v.60, p.331-341, 1996.
- LE BELLEGO, I.; VAN MILGEN, J.; DUBOIS, S. et al. Effect of high temperature and low-protein on the performance of growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.80, p.691-701, 2002.
- LE DIVIDICH, J.L.; HERPIN, P.; GERARERT, P.A. et al. Cold stress. In: **Farm animal and the environment**. Wallingford: CAB International, p.3-25, 1992.
- LEE, K.U.; BOYD, D.; AUSTIC, R.E. Metabolic efficiency of dietary protein and lysine utilization by growing pigs. (file:///C:/AAANPPC/96LEE~1.HTM), 1996.
- LOPEZ, J.; JESSE, G.W., BECKER, B.A. et al. Effect of temperature on the performance of finishing swine: effects of a hot, diurnal temperature on average daily gain, feed intake and feed efficiency. **Journal of Animal Science**, v.69, p.1843-1849, 1991.
- LOPEZ, J.; GOODBAND, R.D.; ALLEE, G.W. et al. The effects of diets formulated on ideal protein basis on growth performance, carcass characteristics, and thermal balance of finishing gilts housed in a hot, diurnal environment. **Journal of Animal Science**, v.72, p.367-379, 1994.
- LUCE, W.G. Protein needs of high lean gain pigs. www.ansi.okstate.edu/exten/swine/F-3509.PDF, 2001 (acessado em 16/10/2001).
- MANNO, M.C.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos dos 15 aos 30 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1963-1970, 2005.

- MARTINEZ, G.M.; KNABE, D.A. Digestible lysine requirement of starter and grower pigs. **Journal of Animal Science**, v.68, p.2748-2755, 1990.
- MASSABIE, P.; GRANIER, R.; LE DIVIDICH, J. Effects os environmental conditions on the performance of growing-finishing pigs. In: **Proceedings of the 5th International Livestock Environment Symposium, Bloomington**, p.1010-1016, 1997.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. Committee Animal Nutrition. Subcommittee of Swine Nutrition. Washington, EUA. **Nutrient requirements of swine**. 10.ed., Washington, D.C. National Academy Press. 1998, 189p.
- NIENABER, J.A.; HAHN G.L.; McDONALD T.P. et al. Feeding patterns and swine performance in hot environments. **Transaction of the American Society of Agricultural Engineering**, v.39, p.195-202, 1996.
- NOBLET, J.; QUINIOU, N. Principais fatores de variação das necessidades de aminoácidos dos suínos em crescimento. In: I WORKSHOP LATINO-AMERICANO AJINOMOTO BIOLATINA. 2001, **Anais...** Foz do Iguaçu,PR-Brasil, p.134-142, 2001.
- NOBLET, J.; LE BELLEGO, L.; VAN MILGEN, J. et al. Effects of reduced dietary protein level and fat addition on heat production and nitrogen and energy balance in growing pigs. **Animal Production**, v.50, p.227-238, 2001.
- OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. Temperatura sobre o desempenho e sobre os parâmetros fisiológicos e hormonal de leitões consumindo dietas com diferentes níveis de energia digestível. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.26, p.1173-1182, 1997.
- OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. Effect of environmental temperature on performance ando n physiological and hormonal parameters of gilts fed different levels of digestible energy. **Animal Feed Science and Technology**, v.81, p.319-331, 1999.
- ORLANDO, U.A.D.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Nível de proteína bruta para leitões dos 30 aos 60 kg mantidas em ambiente de alta temperatura (31°C). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1536-1543, 2001.
- PARSONS, C.M.; BAKER, D.H. The concept and use of ideal proteins in the feeding of nonruminants. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE NÃO RUMINANTES, 1994. Maringá. **Anais...** Maringá, 1994. p.119-128.
- PATIENCE, J.F.; UMBOH, J.F.; CHAPLIN, R.K. et al. Nutritional and physiological responses of growing pigs rposed to a diurnal pattern of heat stress. **Livestock Production Science**, v.96, p.205-214, 2005.
- PERDOMO, C.C. Conforto ambiental e produtividade de suínos. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS, 1994, São Paulo. **Anais...** São Paulo: CBNA, 1994. p.19-26.
- QUINIOU, N.; NOBLET, J.; DOURMAD, J.Y. et al. Influence of energy supply on growth characteristics in pigs and consequences for growth modelling. **Livestock Production Science**, v.60, p.317-328, 1999.

- QUINIOU, N.; NOBLET, J.; VAN MILGEN, J. et al. Modeling heat production and energy balance in group-housed growing pigs exposed to low or high ambient temperatures. **British Journal of Nutrition**, v.85, p.97-106, 2001.
- RINALDO, D.; LE DIVIDICH, J. Assessment of optimal temperature for performance and chemical body composition of growing pigs. **Livestock Production Science**, v.29, p.61-75, 1991.
- RINALDO, D.; Le DIVIDICH, J.; NOBLET, J. Adverse effects of tropical climate on voluntary feed intake and performance of growing pigs. **Livestock Production Science**, v.66, p.223-234, 2000.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186p.
- SANTOMÁ, G.; PONTES, M. Interaccion nutricion-manejo en explotacione para aves y porcino. 1. Introduccion y factores ambientales. XX CURSO DE ESPECIALIZACION FEDNA. BARCELONA, 2004, p.151-210.
- SARAIVA, E.P.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de treonina Digestível em rações para leitoas dos 15 aos 30 kg mantidas em ambiente de alta temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.485-490, 2006.
- SCHENCK, B.C.; STAHLY, T.S.; CROMWELL, G.L. interactive effects of thermal environmental and dietary lysine and fat levels on rate and efficiency, and composition of growth of weaning pigs. **Journal Animal Science**, v.70, p.3791-3802, 1992.
- SCHINCKEL, A.P.; EINSTEIN, M.E. Concepts of pig growth and composition. www.anse.purdue.edu/swine/porkpage/growth/pubs, 2001. (Acessado em 22/0/2001).
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa-MG: UFV, Impr. Univ., 166p. 1990.
- STAHLY, T. Nutrition effects lean growth, carcass composition. **Feedstuffs**, v.65, p.12, 1993.
- STAHLY, T.S.; CROMWELL, G.L. Effects of environmental temperature and dietary fat supplementation on the performance and carcass characteristics of growing and finishing swine. **Journal of Animal Science**, v.49, p.1478-1485, 1979.
- 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**, v.69, p.165 (Suppl.1), 1994.
- TAVARES, S.L.S.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Influência da temperatura ambiente sobre o desempenho e os parâmetros fisiológicos de suínos machos castrados dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.199-205, 2000.

- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (UFV). 2000. **SAEG (Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas)**. Viçosa, MG (Versão 8.0).
- ZAVIEZO, D. Proteína ideal – Novo conceito nutricional na formulação de rações para aves e suínos. **Avicultura Industrial**. Outubro, 1998.
- WAGNER, J.R.; SCHINCKEL, A.P.; CHEN, W. et al. Analysis of body composition changes of swine during growth and development. **Journal of Animal Science**, v.77, p.1442-1466, 1999.
- WARNANTS, N.; Van OECKEL, M.J.; PAEPE, M. Response of growing pigs to different levels of ileal standardized digestible lysine using diets balanced in threonine, methionine and tryptophan. **Livestock Production Science**, v.82, p.201-209, 2003.
- WHITTE, D.O.; ELLIS, M.; McKEITH, F.K. et al. Effect of dietary lysine level and environmental temperature during the finishing phase on the intramuscular fat content of pork. **Journal of Animal Science**, v.78, p.1272-1276, 2000.
- XUE, J.L.; DIAL, G.D.; PETTIGREW, J.E. Performance, carcass, and meat quality advantages of boars over barrow: a literature review. **Swine Health and Production**, v.5, p.21-28, 1997.
- YEN, H.T.; COLE, D.J.A.; LEWIS, D. Amino acid requirements of growing pigs. 7. The response of pigs from 25 to 55 kg live weight to dietary ideal protein. **Animal Production**, v.43, p.141-154, 1986.