

ANDERSON LAZARINI LIMA

**NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL E RELAÇÕES TREONINA:LISINA
DIGESTÍVEIS EM RAÇÕES PARA SUÍNOS MANTIDOS EM DIFERENTES
AMBIENTES TÉRMICOS**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2012

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

T

L732n
2012

Lima, Anderson Lazarini, 1980-

Níveis de lisina digestível e relações treonina : lisina digestíveis em rações para suínos mantidos em diferentes ambientes térmicos / Anderson Lazarini Lima. – Viçosa, MG, 2012.

xv, 46f. : il. ; 29cm.

Orientador: Rita Flávia Miranda de Oliveira Donzele
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Suíno - Nutrição. 2. Bioclimatologia. 3. Temperatura corporal - Regulação. 4. Aminoácidos na nutrição animal.
I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22. ed. 636.40852

ANDERSON LAZARINI LIMA

**NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL E RELAÇÕES TREONINA:LISINA
DIGESTÍVEIS EM RAÇÕES PARA SUÍNOS MANTIDOS EM DIFERENTES
AMBIENTES TÉRMICOS**

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

Aprovada: 31 de julho de 2012.

Prof. Juares Lopes Donzele
(Coorientador)

Dr. Francisco Carlos de Oliveira Silva
(Coorientador)

Prof. João Luís Kill

Prof. Douglas Haese

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

A DEUS

A meu filho Daniel Oliveira Lima

À minha esposa Alessandra Furtado de Oliveira Lima

Aos meus pais, Nathan Lima e Maria Aparecida Lazarini Lima

Aos amigos que me acompanharam nessa conquista.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso de Doutorado, e possibilidade de desenvolvimento da pesquisa no setor de suinocultura.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo suporte financeiro.

Em especial à professora Rita Flávia Miranda de Oliveira Donzele, pela amizade e confiança, pelos ensinamentos transmitidos, pelo incentivo e orientação durante o curso de pós-graduação e a execução deste trabalho.

Ao professor e conselheiro, Juarez Lopes Donzele e Francisco Carlos de Oliveira Silva, pelas críticas e sugestões para enriquecimento deste estudo. E aos membros da Banca Examinadora, Professores Douglas Haese e João Luís Kill.

A todos os irmãos de orientação que sempre estiveram ao meu lado auxiliando na condução desse trabalho.

Aos funcionários do Setor de Suinocultura da UFV, Vítor, Tãozinho, Sr. Bié, Marreco, Chico, Sr. Raimundo e em especial ao Dedeco, sem o qual esse trabalho seria muito mais árduo do que o necessário.

Aos meus pais, Nathan e Tuca, pelo incentivo, amor, apoio incondicional e, acima de tudo, pelo exemplo que me fizeram ser a pessoa que sou hoje.

À minha esposa, Alessandra e filho Daniel por estarem sempre ao meu lado em todos os momentos, pela paciência, amizade, companheirismo e amor dedicados.

Enfim, a todos que contribuíram para a conclusão deste trabalho.

Conquistei um dos maiores sonhos da minha vida.

Ri, chorei, tive raiva, e muita alegria.

Me conheci melhor.

Fiz um amigo que agora é meu irmão.

Desfrutei do companheirismo de uma esposa.

Recebi o dom de ser pai.

Aprendi com quem sabe.

E após tudo isso, agora posso dizer, estudei, aprendi, agi e venci...

BIOGRAFIA

ANDERSON LAZARINI LIMA, filho de Nathan Lima e Maria Aparecida Lazarini Lima, nasceu em São José do Calçado, Espírito Santo, em 30 de janeiro de 1980.

Em outubro de 2000, iniciou na Universidade Federal do Espírito Santo o curso de graduação em Zootecnia, concluindo-o em outubro de 2005.

Em outubro de 2006, ingressou no Programa de Pós-graduação em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, na área de Bioclimatologia Animal, submetendo-se à defesa de dissertação em 29 de julho de 2008.

E em agosto desse mesmo ano iniciou o curso de Doutorado também nesse Departamento, defendendo tese em 31 de julho de 2012.

ÍNDICE

RESUMO	vii
ABSTRACT	x
INTRODUÇÃO GERAL	xiii
CAPÍTULO 1.....	1
Níveis de lisina digestível em rações para suínos mantidos em diferentes ambientes térmicos	2
Resumo	2
Abstract	4
Introdução	6
Material e Métodos	7
Resultados e Discussão	10
Conclusões	21
Referências Bibliográficas	22
CAPÍTULO 2	27
Relações treonina:lisina digestíveis em rações para suínos mantidos em diferentes ambientes térmicos	28
Resumo	28
Abstract	29
Introdução	30
Material e Métodos	31
Resultados e Discussão	34
Conclusões	41
Referências Bibliográficas	43

RESUMO

LIMA, Anderson Lazarini, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2012. **Níveis de lisina digestível e relações treonina:lisina digestíveis em rações para suínos mantidos em diferentes ambientes térmicos.** Orientadora: Rita Flávia Miranda de Oliveira Donzele. Coorientadores: Juarez Lopes Donzele e Francisco Carlos de Oliveira Silva.

Este estudo foi conduzido para avaliar níveis de lisina digestível e relações treonina:lisina digestíveis para suínos em fase de crescimento, dos 15 aos 30 kg, mantidos em diferentes ambientes térmicos (22, 31 e 35 °C). Foram utilizados 420 animais, sendo 70 em cada experimento. Nos seis experimentos realizados, os animais foram distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco níveis de lisina digestível (0,945; 1,045; 1,145; 1,245 e 1,345%) ou cinco relações treonina:lisina digestível (0,53; 0,58; 0,63; 0,68; 0,73%) com sete repetições e dois animais por unidade experimental. As rações experimentais e a água foram fornecidas à vontade. Foram registradas as temperaturas e umidade relativa no interior dos galpões nos seis experimentos, que caracterizaram ambiente de conforto (22 °C) e calor (31 e 35 °C) de acordo com a proposta inicial de cada avaliação. O nível de lisina influenciou de forma linear crescente o ganho de peso diário dos animais em todos os ambientes térmicos estudados. Entretanto, nos animais mantidos a 35 e 31 °C o ganho de peso diário foi 27,26 e 7,09% menor, respectivamente, quando comparado com aqueles criados a 22 °C. O consumo diário de ração, 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 35 e a 31 °C foram, em média, 19,07 e 5,46%, respectivamente, menores que os observados nos mantidos a 22°C. O consumo diário de lisina dos animais mantidos a 22, 31 e 35 °C aumentou linearmente de acordo com os níveis de lisina da ração. O consumo diário de lisina dos animais mantidos no ambiente de 22 °C foi, em média, 18,51% maior que o daqueles mantidos a 35 °C e 4,44% dos a 31 °C. Também, a conversão alimentar piorou de forma linear nos três experimentos realizados para

avaliar níveis de lisina digestível. Apresentando os animais criados a 35 °C conversão alimentar 12,16% e os a 31 °C 8,99% pior que aqueles mantidos na termoneutralidade. Em todos os experimentos (níveis de lisina digestível), os níveis de lisina influenciaram a eficiência de utilização de lisina (EULG) para ganho de peso, que reduziu de forma linear, com piora de 10,80% no ambiente com temperatura mais elevada (35 °C). A deposição de gordura foi influenciada pelo nível de lisina da ração, de forma diferente de acordo com o ambiente avaliado. A 22 °C a deposição de gordura diminuiu linearmente, enquanto que a 31 °C diminuiu de forma quadrática até o nível estimado de 1,077%, e a 35 °C aumentou, também, de forma quadrática até o nível estimado de 1,173%. Os animais mantidos a 31 °C tiveram a maior deposição de gordura, 23,64% maior comparada a menor, observada nessa pesquisa. O nível de lisina digestível da ração influenciou a deposição de proteína (DP) na carcaça dos animais mantidos no ambiente com temperatura de 22 °C, que aumentou de forma quadrática até o nível estimado de 1,329%. Entretanto, nos ambientes com temperatura de 31 e 35 °C, a DP aumentou linearmente com os níveis de lisina da ração. A DP foi 26,50 e 24,08% maiores, respectivamente, a 22 e 31 °C do que a dos animais criados a 35 °C. Os animais mantidos a 35°C apresentaram, em média, aumento de 148% e os a 31 °C 44% na frequência respiratória em comparação aos mantidos no ambiente a 22°C. O estresse por calor também promoveu redução no peso da carcaça e vísceras dos animais mantidos a 31 e 35 °C. Em ambiente de 22 °C, o nível de 1,329% de lisina digestível na ração, que corresponde a um consumo diário de 15,8 g, proporciona maior deposição de proteína na carcaça de suínos em crescimento, e em ambientes de 31 e 35 °C, o nível de 1,345% de lisina digestível na ração, que corresponde a consumo diário de 8,9 e 7,0 g, respectivamente, atende ao ganho de peso diário e a deposição de proteína na carcaça de suínos em crescimento. Levando-se em consideração os experimentos realizados para avaliar as relações treonina:lisina digestíveis verificou-se que a mesma influenciou de forma quadrática a conversão alimentar dos animais mantidos no ambiente de 23 °C melhorando até a relação estimada de 66,0%. Nenhuma outra variável de desempenho ou as deposições de gordura e proteína foram influenciadas pela relação

treonina:lisina digestíveis das rações. No ambiente de 31 °C o consumo de ração dos animais aumentou de forma linear de acordo com a relação treonina:lisina digestíveis, e da mesma forma que a 21 °C foi a única variável influenciada pelos tratamentos. As relações treonina:lisina digestíveis não tiveram efeito sobre o desempenho ou deposições de gordura e proteína dos animais mantidos em ambiente de 35 °C. Avaliando-se o efeito do ambiente térmico nas variáveis de desempenho, deposições de gordura e proteína, verificou-se que em sua maioria os animais mantidos na termoneutralidade apresentaram melhores resultados para essas variáveis comparados aos desafiados por calor. Da mesma forma, verificou-se que os suínos mantidos em alta temperatura tiveram maiores temperaturas retal e frequências respiratória e conseqüente redução no peso das vísceras. Em suínos dos 15 aos 30 kg mantidos em ambiente a 22 °C, a relação estimada de 66,0% de treonina:lisina digestíveis na ração proporciona melhor conversão alimentar, enquanto que, em ambiente com temperatura de 31 e 35 °C, a relação 53,0% de treonina:lisina digestíveis na ração promove os melhores resultados de desempenho e deposições de proteína e gordura na carcaça.

ABSTRACT

LIMA, Anderson Lazarini, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July of 2012. **Digestible lysine levels and threonine:lysine relations in diets for pigs kept in different thermal environments.** Adviser: Rita Flávia Miranda de Oliveira Donzele. Co-advisers: Juarez Lopes Donzele and Francisco Carlos de Oliveira Silva.

This study was conducted to evaluate levels of digestible lysine and digestible threonine:lysine relations in diets for growing pigs from 15 to 30 kg, kept in different thermal environments (22, 31 and 35 °C). Were used 420 animals, 70 in each experiment. In six experiments the animals were distributed in randomized complete blocks design, with five levels of digestible lysine (0.945, 1.045, 1.145, 1.245 and 1.345%) or five relations of digestible threonine:lysine (0.53; 0.58; 0.63; 0.68; 0.73%), seven replicates and two animals per experimental unit. Diets and water were provided ad libitum. Were registered the temperatures and relative humidity inside the rooms in the six experiments, in order to characterize the thermal environment (22, 31 and 35 °C). The level of lysine influenced linearly, increasing the average daily gain (ADG) of animals in all thermal environments studied. However, in animals kept at 35 and 31 °C ADG was 27.26 and 7.09% lower, respectively, when compared with those created at 22 °C. The daily feed intake (DFI), regardless of the temperature at which the animals were kept, was not influenced by lysine levels of the diets, the values obtained with the animals kept at 35 and 31 °C were on average 19.07 and 5.46% lower than that observed at 22 °C. The daily intake of lysine (DIL) of the animals kept at 22, 31 and 35 °C increased linearly with the levels of lysine in diet. The daily intake of lysine of animals maintained under 22 °C was on average 18.51% higher than those kept 35 °C and 4.44% of the 31 °C. Also, the feed conversion (FC) linearly decreased in the three experiments. Featuring animals kept at 35 °C 12.16% FC to 31 °C and 8.99% worse than those kept in thermoneutrality. In all experiments, lysine levels influenced the efficiency of lysine utilization (ELU) for weight gain, which decreased linearly with worsening of 10.80% in the environment with

higher temperature (35 °C). The fat deposition (FD) was influenced by the level of lysine in a different way according to the thermal environment studied. At 22 °C FD decreased linearly, while the 31 °C decreased quadratically up to the level of 1.077% and 35 °C also increased quadratically to the estimated level of 1.173%. The animals kept at 31 °C had the highest FD, 23.64% higher compared to smaller, observed in this study. The level of dietary lysine influenced the protein deposition (PD) in the carcass of animals kept at 22 °C, which increased quadratically to the estimated level of 1.329%. However, at 31 and 35 °C, the PD increased linearly with the levels of lysine. The PD was 26.50 and 24.08% higher, respectively, the 22 and 31 °C than that of animals reared at 35 °C. The animals kept at 35 °C showed an average increase of 148% and 44% to 31 °C in respiratory rate compared to the environment kept at 22 °C. The heat stress also decreased the weight of the carcass and viscera of animals kept at 31 and 35 °C. In an environment of 22 °C, the level of 1.329% of digestible lysine, corresponding to a daily intake of 15.8 g, provides greater protein deposition in the carcass of growing pigs, and in environments of 31 and 35 °C, the level of 1.345% of digestible lysine, corresponding to a daily intake of 8.9 and 7.0 g, respectively, attended the daily weight gain and protein deposition in the carcass of growing pigs. Considering the experiments done to evaluate the effect of digestible threonine:lysine relations was observed a quadratic effect on a feed conversion of animals maintained under 23 °C improving until the calculated ratio of 0.66%. No other performance variable or the deposition of fat and protein were influenced by digestible threonine:lysine relation in the diet. At 31 °C the feed intake of animals linearly increased according to digestible threonine:lysine relation, and similarly at 21 °C was the only variable affected by treatments. The digestible threonine:lysine relation had no effect on performance neither protein and fat deposition in animals kept at 35 °C environment. Evaluating the effect of thermal environment in the performance variables, fat and protein deposition was found that in most of them the animals kept at thermoneutrality showed better results compared to those challenged by heat. Likewise, it was found that the pigs were maintained in high-temperature larger rectal temperatures and respiratory rate and consequent reduction in weight of viscera. In pigs

from 15 to 30 kg maintained at a temperature of 22 °C, the calculated ratio of 0.66% threonine:lysine relation provides better feed conversion, while at ambient temperature of 31 °C and 35 °C, the relation 0.53% of threonine:lysine relation permit the best performance results and deposition of protein and fat.

INTRODUÇÃO GERAL

A produção de suínos cresce mundialmente de forma acelerada exigindo cada vez mais animais melhorados, capazes de responder ao aumento da demanda por proteína animal.

O consumo mundial de carne suína cresceu nos últimos dez anos 12,4%. Só no Brasil, o crescimento foi de 35,2%, o que demonstra a importância desse setor no mercado de produção de carne (USDA/Abipecs, 2012).

A constante busca pela melhoria na qualidade da carcaça de suínos tem levado à seleção e produção de animais com alto potencial genético para desempenho, eficiência alimentar e deposição de carne. À medida que são introduzidas essas novas linhagens, cresce a preocupação com o ambiente térmico o qual são mantidos esses animais, haja vista, apresentarem maior taxa de deposição de carne na carcaça e isso estar associado a uma maior produção de calor metabólico (Lima et al., 2009).

Dessa forma, além de fatores como genótipo, sexo e fase de crescimento, a análise do ambiente térmico no qual a produção de suínos está inserida deve ser considerada durante a determinação das exigências nutricionais e formulação das dietas dos suínos, já que em temperaturas fora da faixa de termoneutralidade esses animais manifestam distintas respostas fisiológicas (Kiefer et al., 2009).

A taxa de crescimento muscular de um suíno é influenciada, entre outros fatores, por seu consumo de ração (Fialho et al., 2001). À medida que o consumo de energia aumenta o tecido muscular ou a deposição de proteína aumentam até atingir um platô (Schinckel, 2001), ou seja, o máximo que o potencial genético permite. Quando o limite genético de deposição de músculo é atingido, o consumo em excesso de energia irá promover a deposição de gordura na carcaça (Bellaver e Viola, 1997).

O crescimento de tecido muscular em função do consumo de energia pode ser eficiente desde que o aporte de aminoácidos, principalmente lisina, seja suficiente para permitir a expressão genética do animal. Entretanto, outros aminoácidos, como a treonina, ganha maior importância a cada dia, à medida que mais estudos são realizados e situações como a participação

desse aminoácido em processos como a síntese proteica e resposta imune de suínos é mais elucidada. Assim, suínos com altas taxas de deposição de proteína têm maiores necessidades de aminoácidos para expressar seu potencial genético para crescimento, eficiência de deposição de tecido muscular e conseqüentemente estado de saúde (Arouca et al., 2005).

A lisina é o primeiro aminoácido limitante em rações para suínos em crescimento, à base de milho e farelo de soja, e seu nível na dieta pode influenciar as respostas de desempenho e composição de carcaça dos animais (Tuitoek et al., 1997). Dessa forma, a determinação da exigência desse aminoácido seria necessária para definir os padrões de alimentação dos animais. Além disso, e considerando que existem diferenças no consumo, na taxa de eficiência de crescimento entre as categorias animais, submetidas a altas temperaturas, há a necessidade de se estabelecer a exigência de lisina para cada categoria animal.

A treonina normalmente é considerada o segundo ou terceiro aminoácido limitante em rações para suínos (Saraiva et al., 2007). É exigida para formação da proteína e manutenção do turnover proteico corporal, além de auxiliar na formação do colágeno e elastina e atuar na produção de anticorpos (Lelis & Calderano, 2011).

O muco intestinal é composto principalmente de água (95%) e mucinas (5%); essas últimas são glicoproteínas de alto peso molecular, especialmente ricas em treonina. Assim, a deficiência desse aminoácido pode comprometer a síntese proteica e a resposta imune (Nogueira, 2006; Grala et al., 1998; Lien et al., 1997).

O atendimento nutricional de treonina para suínos em crescimento é fundamental para permitir a estes manifestar seu potencial produtivo. Além disso, o fornecimento de dietas com uma relação treonina:lisina digestíveis adequada, tendo como objetivo atender o conceito da proteína ideal, diminui o impacto ambiental causado pela excreção desse aminoácido em excesso nas rações.

Assim, este estudo foi realizado para avaliar os efeitos do nível de lisina digestível e da relação treonina:lisina digestíveis da ração e da temperatura ambiental no desempenho, deposições de proteína e gordura, e

parâmetros fisiológicos de suínos de alto potencial genético para deposição de carne na carcaça, dos 15 aos 30 kg.

Esta tese foi escrita em artigos editorados com base nas exigências da Revista Brasileira de Zootecnia, publicada pela Sociedade Brasileira de Zootecnia, com adaptação às normas para elaboração de teses da Universidade Federal de Viçosa.

CAPÍTULO 1

NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES PARA SUÍNOS MANTIDOS EM DIFERENTES AMBIENTES TÉRMICOS

RESUMO - Este estudo foi conduzido para avaliar níveis de lisina digestível para suínos em fase de crescimento, dos 15 aos 30 kg, mantidos em diferentes ambientes térmicos (21,8, 30,5 e 35,2 °C). Foram utilizados 210 animais, sendo 70 em cada ambiente térmico estudado. Nos três experimentos realizados, os animais foram distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco níveis de lisina digestível (0,945; 1,045; 1,145; 1,245 e 1,345%), sete repetições e dois animais por unidade experimental. As rações experimentais e a água foram fornecidas à vontade. Os ambientes térmicos avaliados foram 21,8, 30,5 e 35,2 °C. O nível de lisina influenciou de forma linear crescente o ganho de peso diário dos animais em todos os ambientes térmicos estudados. Entretanto, nos animais mantidos a 35,2 e 30,5 °C o GPD foi 27,26 e 7,09% menor, respectivamente, quando comparado com aqueles criados a 21,8 °C. O consumo diário de ração, 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 35,2 e a 30,5 °C foram, em média, 19,07 e 5,46%, respectivamente, menores que os observados nos mantidos a 21,8 °C. O consumo diário de lisina dos animais mantidos a 21,8, 30,5 e 35,2 °C aumentou linearmente de acordo com os níveis de lisina da ração. O consumo diário de lisina dos animais mantidos no ambiente de 21,8 °C, foi em média, 18,51% maior que o daqueles mantidos 35 °C, e 4,44% dos a 30,5 °C. A conversão alimentar piorou de forma linear nos três experimentos realizados, apresentando os animais criados a 35,2 °C, conversão alimentar 12,16%, e os a 30,5 °C, 8,99% pior que aqueles mantidos na termoneutralidade. Em todos os experimentos a eficiência de utilização de lisina reduziu com o aumento dos níveis de lisina da ração. A 21,8 °C a deposição de gordura diminuiu linearmente, enquanto que a 30,5 °C diminuiu de forma quadrática até o nível estimado de 1,077% e, a 35,2 °C aumentou também de forma quadrática até o nível estimado de 1,173%. Os animais mantidos a 30,5 °C tiveram a maior deposição de

gordura, sendo 23,64% maior, comparada a menor determinada. A deposição de proteína na carcaça dos animais mantidos no ambiente termoneutro aumentou de forma quadrática até o nível estimado de 1,329%. Entretanto, a 30,5 e 35,2 °C, aumentou linearmente com os níveis de lisina da ração. A deposição de proteína foi 26,50 e 24,08% maiores, respectivamente, a 21,8 e 30,5 °C que a dos animais criados a 35,2 °C. Os animais mantidos a 35°C apresentaram em média aumento de 148% e os a 30,5 °C 44% na frequência respiratória em comparação aos mantidos no ambiente a 21,8 °C. O estresse por calor também promoveu redução no peso da carcaça e vísceras dos animais mantidos a 30,5 e 35,2 °C. Em ambiente de 21,8 °C, o nível de 1,329% de lisina digestível na ração, que corresponde a um consumo diário de 15,8 g, proporciona maior deposição de proteína na carcaça de suínos em crescimento, e em ambientes de 30,5 e 35,2 °C, o nível de 1,345% de lisina digestível na ração, que corresponde a consumo diário de 15,1 e 12,9 g, respectivamente, atende ao ganho de peso diário e a deposição de proteína na carcaça de suínos em crescimento.

DIGESTIBLE LYSINE LEVELS IN DIETS FOR PIGS KEPT IN DIFFERENT THERMAL ENVIRONMENTS

ABSTRACT - This study was conducted to evaluate levels of digestible lysine for growing pigs from 15 to 30 kg, kept in different thermal environments (21.8, 30.5 and 35.2 °C). Were used 210 animals, 70 in each thermal environment studied. In three experiments the animals were distributed in randomized complete blocks design, with five levels of digestible lysine (0.945, 1.045, 1.145, 1.245 and 1.345%), seven replicates and two animals per experimental unit. Diets and water were provided ad libitum. The thermal environments evaluated were 21.8, 30.5 and 35.2 °C. The level of lysine influenced linearly, increasing the average daily gain of animals in all thermal environments studied. However, in animals kept at 35.2 and 30.5 °C average dairy gain was 27.26 and 7.09% lower, respectively, when compared with those created at 21.8 °C. The daily feed intake, regardless of the temperature at which the animals were kept, was not influenced by lysine levels of the diets, the values obtained with the animals kept at 35.2 and 30.5 °C were on average 19.07 and 5.46% lower than that observed at 22 °C. The daily intake of lysine of the animals kept at 21.8, 30.5 and 35.2 °C increased linearly with the levels of lysine in diet. The daily intake of lysine of animals maintained under 21.8 °C was on average 18.51% higher than those kept 35.2 °C and 4.44% of the 30.5 °C. The feed conversion decreased linearly in all three experiments. Featuring animals kept at 35.2 °C 12.16% feed conversion to 30.5 °C and 8.99% worse than those kept in thermoneutrality. In all experiments, the efficiency of lysine utilization reduced with increasing lysine in diet. At 22 °C, the fat deposition decreased linearly, whereas at 30.5 °C decreased quadratically up to the level of 1.077% and 35.2 °C increased to the estimated level of 1.173%. The animals kept at 31 °C had the highest deposition fat, 23.64% higher compared to smaller. The protein deposition in the carcass of animals kept in thermoneutral environment increased quadratically to the estimated level of 1.329%. However, 30.5 and 35.2 °C, increased linearly with the levels of

lysine. The protein deposition was 26.50 and 24.08% higher, respectively, the 21.8 and 30.5 °C than that of animals reared at 35.2 °C. The animals kept at 35 °C showed an average increase of 148% and 44% to 30.5 °C in respiratory rate compared to the environment kept at 21.8 °C. The heat stress also decreased the weight of the carcass and viscera of animals kept at 30.5 and 35.2 °C. In an environment of 21.8 °C, the level of 1.329% of digestible lysine, corresponding to a daily intake of 15.8 g, provides greater protein deposition in the carcass of growing pigs, and in environments of 30.5 and 35.2 °C, the level of 1.345% of digestible lysine, corresponding to a daily intake of 15.1 and 12.9 g, respectively, attended the daily weight gain and protein deposition in the carcass of growing pigs.

INTRODUÇÃO

A constante busca pela melhoria na qualidade da carcaça de suínos tem levado à seleção e produção de animais com alto potencial genético para desempenho, eficiência alimentar e deposição de carne. À medida que são introduzidas essas novas linhagens, cresce a preocupação com o ambiente térmico o qual são mantidos esses animais, haja vista, apresentarem maior taxa de deposição de carne na carcaça e isso estar associado a uma maior produção de calor metabólico (Lima et al., 2009).

A taxa de crescimento muscular de um suíno é influenciada, entre outros fatores, por seu consumo de ração (Fialho et al., 2001). À medida que o consumo de energia aumenta o crescimento magro ou a deposição de proteína aumentam até atingir um platô (Schinckel, 2001), ou seja, o máximo que o potencial genético permite. Quando o limite genético de deposição de músculos é atingido, o consumo em excesso de energia irá promover a deposição de gordura na carcaça (Bellaver e Viola, 1997).

O crescimento muscular em função do consumo de energia pode ser eficiente desde que o aporte de aminoácidos, principalmente lisina, seja suficiente para permitir a expressão genética do animal. Assim, suínos com altas taxas de deposição de proteína têm maiores necessidades de aminoácidos para expressar seu potencial genético para crescimento e eficiência de deposição de tecido muscular (Arouca et al., 2005).

Dessa forma, além de fatores como genótipo, sexo e fase de crescimento, a análise do ambiente térmico no qual a produção de suínos está inserida deve ser considerada durante a determinação das exigências nutricionais e formulação das dietas dos suínos, já que em temperaturas fora da faixa de termoneutralidade o consumo de ração pode ser alterado (Kiefer et al., 2009).

A lisina é o primeiro aminoácido limitante em rações para suínos em crescimento, à base de milho e farelo de soja, seu nível na dieta pode influenciar as respostas de desempenho e composição de carcaça dos animais (Tuitok et al., 1997). Dessa forma, a determinação da exigência desse aminoácido seria necessária para definir os padrões de alimentação dos animais. Além disso, e considerando que existem diferenças no

consumo, na taxa de eficiência de crescimento entre as categorias animais, submetidas a altas temperaturas, há a necessidade de se estabelecer a exigência de lisina para cada categoria animal.

Este estudo foi realizado para avaliar os efeitos da temperatura ambiental e dos níveis de lisina digestível da ração no desempenho, deposições de proteína e gordura e parâmetros fisiológicos de suínos de alto potencial genético para deposição de carne na carcaça, dos 15 aos 30 kg.

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

MATERIAL E MÉTODOS

Três experimentos foram conduzidos no Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa. Foram utilizados 210 suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne na fase inicial de crescimento (15 a 30 kg).

Os animais foram mantidos em grupo de dois indivíduos, alojados em gaiolas de metal, com piso ripado, providas de comedouro semi-automático e bebedouro tipo chupeta, mantidos em salas climatizadas com temperatura e umidade relativa controladas, em ambientes de conforto (22°C) e de calor (31 e 35°C) para a referida categoria. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso. Foram feitas sete repetições e os tratamentos avaliados foram os cinco níveis de lisina digestível (0,945; 1,045; 1,145; 1,245; 1,345%) nas rações.

As temperaturas e umidades relativas foram monitoradas diariamente, três vezes ao dia (07; 12 e 17 h) por meio de termômetros de máxima e mínima, de bulbo seco e bulbo úmido e de globo negro. Esses dados foram posteriormente convertidos no índice bioclimático ITGU (Índice de Temperatura de Globo e Umidade), conforme Buffington et al. (1981).

As rações experimentais, isoenergéticas e isoproteicas (Tabela 1), preparadas à base de milho, farelo de soja e suplementadas com minerais e

vitaminas, foram formuladas para atender as exigências dos animais em energia, minerais, vitaminas e aminoácidos, de acordo com Rostagno et al. (2005), com exceção de lisina. Os níveis de lisina das rações foram obtidos a partir da inclusão de L-lisina HCL em substituição ao amido. Em todos os tratamentos foi checada a relação aminoacídica entre a lisina digestível e os demais aminoácidos essenciais digestíveis, os quais foram mantidos em níveis dois pontos percentuais acima do recomendado por Rostagno et al. (2005), a fim de se assegurar que nenhum outro aminoácido ficasse limitante nas rações.

As rações experimentais e a água foram fornecidas à vontade. Os animais foram pesados no início e no final do experimento, para determinação do ganho de peso. As rações foram pesadas sempre que fornecidas aos animais e as sobras pesadas diariamente, para determinação do consumo.

Foram feitas em cada experimento três aferições (5, 10 e 15 dias após o início do período experimental) da temperatura retal, por meio de termômetro clínico veterinário introduzido no reto dos animais, durante um minuto. Outro parâmetro fisiológico avaliado foi 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. Estas avaliações tiveram como objetivo a melhor caracterização do estresse térmico o qual os animais foram submetidos. O período experimental no experimento de 22 °C foi de 22 dias, no de 31 °C 19 dias e no de 35 °C de 21 dias.

Tabela 1 – Composição centesimal das rações experimentais

Ingredientes (%)	Níveis de lisina digestível				
	0,945	1,045	1,145	1,245	1,345
Milho	61,240	61,240	61,240	61,240	61,240
Farelo de soja 45%	32,750	32,750	32,750	32,750	32,750
Óleo de soja	1,150	1,150	1,150	1,150	1,150
Fosfato bicálcico	1,580	1,580	1,580	1,580	1,580
Calcário calcítico	0,614	0,614	0,614	0,614	0,614
Sal comum	0,456	0,456	0,456	0,456	0,456
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
Antioxidante ³	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Amido	1,750	1,576	1,314	0,993	0,640
L-Lisina HCl	---	0,129	0,259	0,388	0,517
DL-Metionina	---	0,031	0,090	0,149	0,209
L-Treonina	---	0,014	0,086	0,157	0,229
L-Triptofano	---	---	0,001	0,021	0,041
L-Valina	---	---	---	0,042	0,114
TOTAL	100	100	100	100	100
Composição calculada ⁴					
Proteína bruta (%)	19,91	19,91	19,91	19,91	19,91
EM (kcal/kg)	3.230	3.230	3.230	3.230	3.230
Lisina total (%)	1,054	1,155	1,257	1,358	1,459
Lisina digestível (%)	0,945	1,045	1,145	1,245	1,345
Met+cist. digestível (%)	0,576	0,606	0,664	0,722	0,781
Treonina digestível (%)	0,667	0,679	0,745	0,809	0,874
Triptofano digestível (%)	0,617	0,217	0,218	0,236	0,255
Valina digestível (%)	0,843	0,843	0,843	0,884	0,955
Cálcio (%)	0,720	0,720	0,720	0,720	0,720
Fósforo disponível (%)	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Sódio (%)	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200

¹ Contém em 1kg: ferro, 100g; cobre, 10g; cobalto, 1g; manganês, 40g; zinco, 100g; iodo, 1,5g e excipiente q.s.p., 1000g.

² Contém em 1kg: vitamina A, 6.000.000UI; vitamina D₃, 1.500.000UI; vitamina E, 15.000UI; vitamina B₁, 1,35g; vitamina B₂, 4g; vitamina B₆, 2g; ácido pantotênico, 9,35g; vitamina K₃, 1,5g; ácido nicotínico, 20,0g; vitamina B₁₂, 2,0g; ácido fólico, 0,6g; biotina, 0,08g; selênio, 0,3g e excipiente q. s. p., 1000g.

³ BHT – butil hidroxi tolueno

⁴ Composição calculada segundo Rostagno et al. (2005).

Ao atingirem o peso de 30 kg os animais receberam jejum alimentar pré-abate de 24 horas, sendo abatido um animal em cada gaiola. O abate foi realizado por insensibilização seguido de sangramento, depilação e evisceração. As carcaças inteiras, incluindo pés e cabeça, foram pesadas para determinação do rendimento de carcaça. Posteriormente, as meias-carcaças foram trituradas em "cutter" comercial de 30 HP e 1775 revoluções

por minuto. Após homogeneização, foram retiradas amostras, conforme metodologia descrita por Donzele et al. (1992), que foram conservadas em freezer a -12°C, para posterior determinação das composições das carcaças em proteína e gordura. Os órgãos (fígado, coração, rins, baço, pulmão, estômago e intestino), foram retirados e secados à sombra durante 15 minutos e posteriormente pesados, a fim de avaliar as alterações anatomofisiológicas (peso dos órgãos) ocorridas no animal frente ao estresse térmico.

Um grupo adicional de cinco animais, de mesmo sexo e genética, com peso de 15 kg foi abatido no início dos experimentos, para determinação da composição da carcaça dos animais (proteína e gordura).

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 do período experimental.

As análises bromatológicas dos ingredientes e das rações foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, de acordo com metodologia descrita por Silva (2004).

As análises estatísticas das variáveis de desempenho (ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar), das deposições de proteína e gordura nas carcaças e dos parâmetros fisiológicos foram realizadas utilizando-se o programa computacional SAEG - Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas, (UFV, 2000).

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, quadrática e/ou "Linear Response Plateau" - LRP, conforme melhor ajuste. Os parâmetros fisiológicos foram avaliados pelo teste de Student Newman Keuls a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura e umidade relativa registradas, e o ITGU calculado, nos três experimentos são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Temperaturas dos termômetros de bulbo seco, umidade relativa e Índice de Temperatura de Globo e Umidade

Experimentos	Parâmetros ambientais		
	Temperatura de bulbo seco (°C)	Umidade relativa (%)	ITGU
1	21,8 ± 0,9	79 ± 6,5	70,6 ± 1,3
2	30,5 ± 0,9	59 ± 12,6	80,6 ± 0,9
3	35,2 ± 0,7	59 ± 10,2	86,5 ± 1,2

Considerando que a zona de termoneutralidade para suínos na fase de crescimento é de 18 a 23°C (Perdomo et al., 1985) e que 72 é o limite superior de ITGU para suínos de início de estresse por calor (Campos et al., 2008) pode-se inferir que os animais estiveram dentro da faixa de termoneutralidade no experimento 1 e foram desafiados por calor nos demais ambientes térmicos avaliados (experimentos 2 e 3).

O nível de lisina das rações influenciou ($P < 0,05$) o ganho de peso diário (GPD) dos animais que aumentou de forma linear nos ambientes com 21,8, 30,5 e 35,2°C, respectivamente, segundo as equações: $\hat{Y} = 564,280 + 136,498X$, ($R^2 = 0,54$); $\hat{Y} = 348,213 + 278,832X$, ($R^2 = 0,82$) e $\hat{Y} = 275,788 + 220,004X$, ($R^2 = 0,82$) (Tabela 3). De forma semelhante, Fontes et al. (2005), Oliveira et al. (2006) e Abreu et al. (2006) observaram efeito linear crescente no ganho de peso de suínos com o aumento do nível de lisina digestível da ração.

Embora o ganho de peso diário dos animais tenha aumentado linearmente, independente da temperatura ambiental que foram expostos, foi constatado que nos mantidos na termoneutralidade (21,8 °C) o GPD foi 7,09% maior ($P < 0,01$) em relação aos expostos a estresse por calor de 30,5 °C e 27,2% maior em relação aos criados a 35,2 °C. Estes resultados estão consistentes com os de Collin et al. (2002), Manno et al. (2005) e Batista et al. (2011), que também verificaram diminuição na taxa de crescimento dos suínos em razão do aumento da temperatura ambiental.

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). Pode-se inferir que o efeito negativo dos ajustes metabólicos sobre o desempenho dos animais expostos a altas temperaturas varia com a duração e intensidade do estresse térmico.

Tabela 3 – Desempenho, eficiência de utilização de lisina para ganho (EULG) e taxas de deposições de gordura e proteína na carcaça de suínos alimentados com rações com diferentes níveis de lisina mantidos em diferentes ambientes térmicos

Variáveis	Níveis de lisina digestível (%)					CV (%)	Média
	0,945	1,045	1,145	1,245	1,345		
Ambiente – 21,8 °C							
Ganho de peso (g/dia) ¹	674	739	720	713	757	5,9	719 ^a
Consumo de ração (g/dia)	1169	1241	1209	1168	1160	5,3	1190 ^a
Conversão alimentar (g/g) ²	1,74	1,68	1,69	1,64	1,53	4,4	1,66 ^c
Consumo de lisina (g/dia) ¹	11	12	13	14	15	5,4	13,5 ^a
EULG (g/g) ¹	61	61	55	51	50	4,3	55,6 ^a
Deposição na carcaça (g/dia)							
Gordura ²	90	88	79	76	71	20,2	81,3 ^b
Proteína ³	71	85	91	80	94	8,3	84,9 ^a
Ambiente – 30,5 °C							
Ganho de peso (g/dia) ¹	606	651	649	711	717	8,7	668 ^b
Consumo de ração (g/dia)	1120	1096	1115	1146	1148	8,8	1125 ^b
Conversão alimentar (g/g) ¹	1,85	1,69	1,72	1,62	1,61	4,4	1,69 ^b
Consumo de lisina (g/dia) ¹	10	11	12	14	15	8,4	12,9 ^b
EULG (g/g) ¹	60	59	54	50	48	4,6	54,2 ^b
Deposição na carcaça (g/dia)							
Gordura ³	81	94	69	92	109	15,0	88,8 ^a
Proteína ¹	68	81	79	88	93	11,2	82,2 ^a
Ambiente – 35,2 °C							
Ganho de peso (g/dia) ²	506	476	520	550	565	13,2	523 ^c
Consumo de ração (g/dia)	977	908	982	975	973	11,9	963 ^c
Conversão alimentar (g/g) ¹	1,97	1,91	1,90	1,79	1,73	6,6	1,86 ^a
Consumo de lisina (g/dia) ¹	9	9	11	12	13	11,6	11,0 ^c
EULG (g/g) ¹	56	53	47	46	43	7,4	49,0 ^c
Deposição na carcaça (g/dia)							
Gordura ³	57	72	68	74	65	16,7	67,8 ^c
Proteína ¹	54	57	60	68	71	12,1	62,4 ^b

As médias (comparando-se a mesma variável nos diferentes ambientes) seguidas por letras diferentes, diferem estatisticamente entre si ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste de Newman Keuls.

¹ e ² Efeito Linear (P<0,01) e (P<0,05), respectivamente.

³ Efeito Quadrático (P<0,01).

EULG – quantidade de lisina (g) consumida para cada 1 unidade de ganho de peso.

Não se observou efeito ($P>0,05$) dos níveis de lisina digestível da ração sobre o consumo de ração (CR) dos animais nos diferentes ambientes térmicos. Estes dados corroboram com os de Ferreira et al. (2006), Orlando et al. (2006) e Haese et al. (2011) que também não verificaram variação significativa na ingestão voluntária de alimento, devido ao aumento do nível de lisina da ração.

Quanto ao ambiente térmico, foi constatado que o aumento da temperatura ambiente resultou em redução de 5,4 e 19,8 % no CR pelos leitões mantidos, respectivamente, nas temperaturas de 30,5 e 35,2 °C em relação aos do termoneutro. Diminuição do consumo de ração dos suínos em razão do aumento da temperatura ambiente acima da crítica máxima também foi verificada por Collin et al. (2002).

O padrão de resposta de CR dos leitões, observado nesse estudo, poderia estar associado a possíveis ajustes fisiológicos dos suínos para reduzir a produção de calor metabólico o que estaria em acordo com o relato de Renaudeau et al. (2012). 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.

De acordo com Tavares et al. (2000), Le Bellego et al. (2002) e Manno et al. (2006) a redução no consumo de ração à medida que a temperatura do ar aumenta é uma resposta fisiológica dos suínos na tentativa de manutenção da homeotermia.

A conversão alimentar (CA) dos animais nos ambientes de 21,8 , 30,5 e 35,2°C, melhorou ($P<0,05$) de forma linear, conforme as equações, respectivamente: $\hat{Y} = 2,18466 - 0,453803X$, ($R^2 = 0,86$); $\hat{Y} = 2,32843 - 0,547906X$, ($R^2 = 0,85$); e $\hat{Y} = 2,88025 - 0,866557X$, ($R^2 = 0,97$). Variação significativa na CA de suínos na fase de crescimento, em razão do aumento no nível de lisina da ração, também foi verificada por Abreu et al. (2006) e Gattás et al. (2012).

Observou-se efeito ($P<0,01$) da temperatura ambiente sobre a CA dos animais, sendo que os submetidos a temperatura de 30,5 °C apresentaram piora de 1,8%, enquanto os mantidos a 35,2 °C esta piora representou 12,0% em relação aos do ambiente termoneutro.

De forma semelhante Quiniou et al. (2000), Orlando et al. (2001) e Manno et al. (2006) também observaram que a conversão alimentar dos animais piorou com o aumento da temperatura ambiental.

Com base nos dados desse estudo ficou evidenciado que a influência negativa da alta temperatura sobre a eficiência de utilização do alimento para ganho de peso dos leitões pode variar de acordo com intensidade do estresse térmico. De forma semelhante com essa proposição, Batista et al. (2011) avaliando níveis de lisina para suínos na fase de crescimento, submetidos a ambientes de estresse por calor (30,0 e 34,0 °C), verificaram que os animais mantidos a 34,0 °C apresentaram piora de 5,0% na conversão alimentar.

As melhoras observadas na CA e no GP dos animais nos diferentes ambientes térmicos são indicativos de que pode ter ocorrido alteração na composição do ganho com aumento na proporção de proteína em relação ao de gordura depositada na carcaça.

Os níveis de lisina da ração influenciaram ($P < 0,01$) de forma linear o consumo diário de lisina dos animais mantidos a 21,8, 30,5 e 35,2°C, que aumentou de acordo com as seguintes equações, respectivamente: $\hat{Y} = 1,31196 + 10,7411X$, ($R^2 = 0,99$); $\hat{Y} = -1,51248 + 12,5891X$, ($R^2 = 0,99$); $\hat{Y} = 0,217591 + 9,61956X$, ($R^2 = 0,97$).

Aumento linear no consumo de lisina pelos suínos na fase de crescimento em razão da elevação da concentração de lisina da ração também foi observada por Haese et al. (2011) e Santos et al. (2011).

Como o consumo de ração dos leitões, independente do ambiente térmico que estavam submetidos não variou significativamente entre os tratamentos, pode-se inferir que o aumento verificado no consumo de lisina estaria diretamente relacionado a sua concentração na dieta.

Embora nesse estudo o padrão de resposta do consumo de lisina dos animais tenha sido similar nos diferentes ambientes térmicos avaliados, foi verificado que os expostos a 30,5 °C apresentaram 4,4% de redução no consumo de lisina, enquanto os mantidos a 35,2 °C esta redução correspondeu a 18,5%, em relação aos animais mantidos na termoneutralidade. Em conformidade com esses resultados Batista et al. (2011) observaram diminuição de 9,5% no consumo médio de lisina pelos

suínos na fase de crescimento com o aumento da temperatura de 30 para 34 °C.

Com os resultados dos efeitos da temperatura sobre o consumo de ração e de lisina, verificados nesse estudo, pode-se deduzir que embora a influência dos níveis de lisina nos diferentes ambientes térmicos para proporcionar os melhores resultados de desempenho (GP e CA) dos animais tenham sido similares, a demanda de lisina diária (g/dia) reduz gradativamente à medida que se eleva a temperatura ambiente acima da temperatura crítica máxima.

A eficiência de utilização de lisina para ganho de peso (EULG) foi influenciada ($P < 0,01$) pelos níveis de lisina da ração, tendo reduzido de forma linear, segundo as equações: $\hat{Y} = 91,2285 - 32,9709X$, ($R^2 = 0,94$); $\hat{Y} = 85,1722 - 28,6539X$, ($R^2 = 0,94$); $\hat{Y} = 70,5345 - 20,3226X$, ($R^2 = 0,99$), para os animais mantidos, respectivamente, nas temperaturas ambientes de 21,8; 30,5 e 35,2 °C. Em estudos conduzidos com suínos em crescimento desafiados por altas temperaturas, Batista et al. (2011) encontraram resultados similares ao desse trabalho quanto a redução significativa da EULG com o aumento do nível de lisina da ração.

Observou-se efeito ($P < 0,01$) da temperatura ambiente sobre a EULG com os animais submetidos à temperatura de 30,5 °C apresentando piora de 1,8%, e os mantidos a 35,2 °C esta piora representou 11,9% comparativamente aos expostos a temperatura ambiente na zona termoneutra. Resultados obtidos por Manno et al. (2005) e Batista et al. (2011) confirmam a diminuição na eficiência de utilização de lisina para ganho em razão do aumento da temperatura ambiente acima da temperatura crítica máxima. Assim, pode-se inferir que o efeito negativo da alta temperatura sobre a taxa de crescimento dos animais não estaria relacionada somente a redução do consumo de ração.

Esta evidência confirma o relato de Renaudeau et al. (2012) que afirmam ser parte da redução do desempenho um efeito direto da alta temperatura no metabolismo da energia e nas deposições de proteína e gordura corporal.

Observou-se que o efeito dos níveis de lisina sobre a taxa de deposição de gordura na carcaça (DG) dos leitões foi temperatura

dependente. Enquanto, no ambiente de termoneutralidade a DG diminuiu ($P < 0,05$) de forma linear, segundo a equação: $\hat{Y} = 137,999 - 49,6618X$, ($R^2 = 0,91$), nos ambientes de alta temperatura a DG variou ($P < 0,01$) de forma quadrática, tendo diminuído até o nível estimado de 1,077% (Figura 1) nos animais mantidos na temperatura de 30,5 °C e aumentado até o nível estimado de 1,173% (Figura 2) nos submetidos a 35,2 °C.

Efeito dos níveis de lisina sobre a taxa de deposição de gordura na carcaça de leitões dos 15 aos 30 kg também foi verificado por Fontes et al. (2005) que observaram comportamento quadrático desta variável estimando em 1,18% o nível de lisina em que ocorreu o menor valor de DG de leitões mantidos em ambiente em que a temperatura variou entre 22,4 a 26,1 °C.

Em estudos conduzidos com suínos de 30 a 60 kg, Batista et al. (2011) verificaram variação na taxa de deposição de gordura de forma similar a obtida nesse estudo com os leitões na temperatura de 31,0 °C apresentando redução quadrática até o ponto de mínima de 1,08%, e os mantidos a 34,0 °C aumento de forma quadrática até o nível estimado de 1,08%.

Com relação ao efeito da temperatura sobre a deposição de gordura foi constatado que os animais mantidos no ambiente de 30,5 °C apresentaram maior DG, que foi 8,4 e 23,6% maior em relação aos mantidos, respectivamente, nos ambientes termoneutro e 35,2 °C. Esses resultados corroboram os encontrados por Batista et al. (2011) que constataram que suínos expostos a temperatura de 30,0 °C apresentaram taxa de deposição de gordura 25,6% maior comparativamente aos mantidos a 34,0 °C.

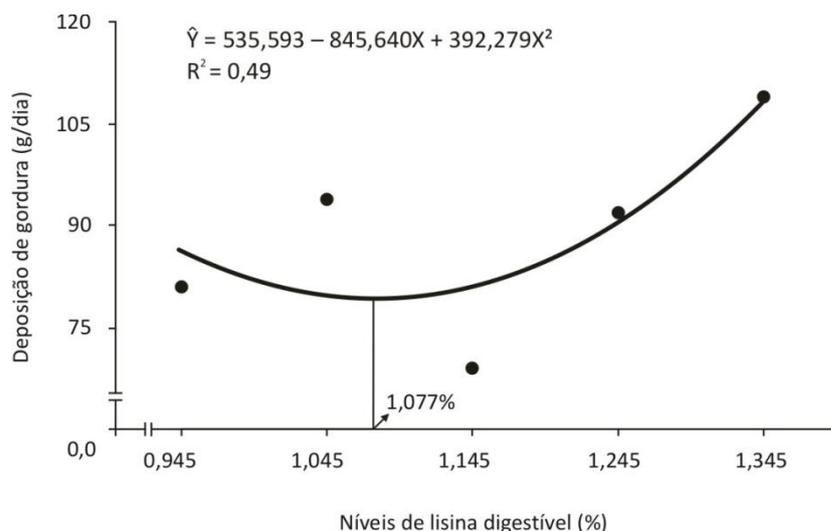


Figura 1 – Deposição de gordura em suínos dos 15 aos 30 kg mantidos em ambiente de 30,5 °C.

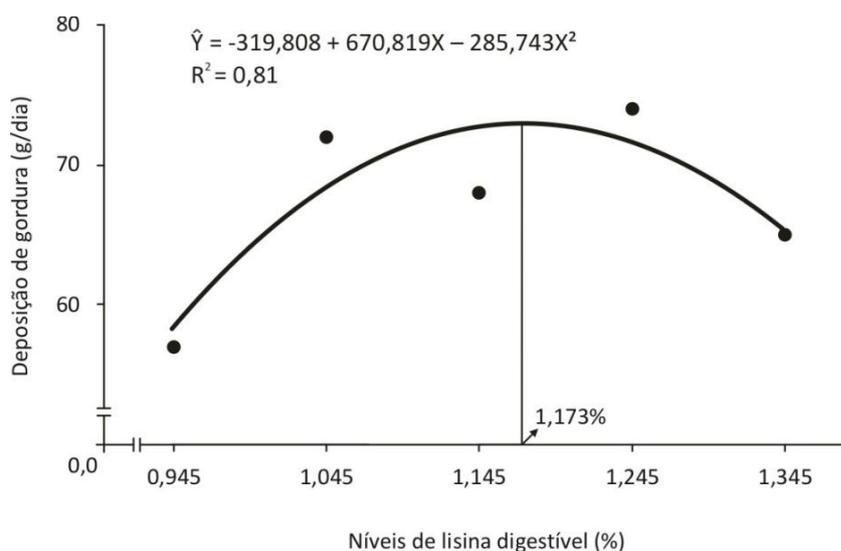


Figura 2 – Deposição de gordura em suínos dos 15 aos 30 kg mantidos em ambiente de 35,2 °C.

A taxa de deposição de proteína (DP) foi influenciada ($P < 0,01$) pelos níveis de lisina da ração, tendo variado de forma quadrática nos animais mantidos na termoneutralidade com a máxima DP tendo ocorrido no nível estimado de 1,329% (Figura 3) e aumentou de forma linear, segundo as equações: $\hat{Y} = 17,9065 + 56,1630X$, ($R^2 = 0,82$) e $\hat{Y} = 11,6263 + 44,4724X$,

($R^2 = 0,95$), nos animais mantidos nas temperaturas, respectivamente, de 30,5 e 35,2 °C.

Embora a melhor taxa de deposição de proteína verificada nos animais mantidos a 21,8 °C ocorreu em nível de lisina, cujo o valor foi abaixo dos que proporcionaram melhores respostas dos submetidos aos ambientes de calor (1,329 x 1,345%), a exigência de lisina (g/dia) dos animais do ambiente termoneutro ficou acima dos mantidos no calor, conforme anteriormente discutido.

Houve efeito ($P < 0,01$) da temperatura ambiente sobre a taxa de deposição de proteína na carcaça com os animais mantidos na temperatura de 35,2 °C apresentando redução de 26,5 e 24,1% em relação aos suínos mantidos, respectivamente, na termoneutralidade e a 30,5 °C.

Com esses resultados ficou evidenciado que a alta temperatura comprometeu a taxa de deposição de proteína na carcaça dos animais. Segundo relato de Le Bellego et al. (2002) suínos submetidos a altas temperaturas ambientes apresentam menor retenção de proteína corporal comparativamente aos animais mantidos em ambiente de conforto térmico recebendo a mesma quantidade de energia.

Considerando que a eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção e produção não é 100% e que esse valor varia de acordo com o produto depositado (Renaudeau et al., 2012) pode-se inferir que a redução verificada na DP dos animais submetidos as altas temperaturas pode estar relacionado ao fato de que a eficiência energética para deposição de proteína é muito menor que a de lipídeo (Van Milgen & Noblet, 2003).

Tendo como base os resultados de Collin et al. (2002) que verificaram redução significativa no nível plasmático de IGF-I de suínos de 15 a 30 kg, devido a alta temperatura, e o relato de Ren et al. (2007) que o nível plasmático de IGF-I é o principal fator que regula a retenção de N em suínos em crescimento, pode-se inferir que a menor taxa de deposição de proteína verificada nos animais submetidos a temperatura ambiente de 35,2 °C pode, também, estar associada a possível redução do nível plasmático de IGF-I.

Os dados de DP obtidos nos diferentes ambientes térmicos avaliados estão coerentes com a resposta de CA dos animais.

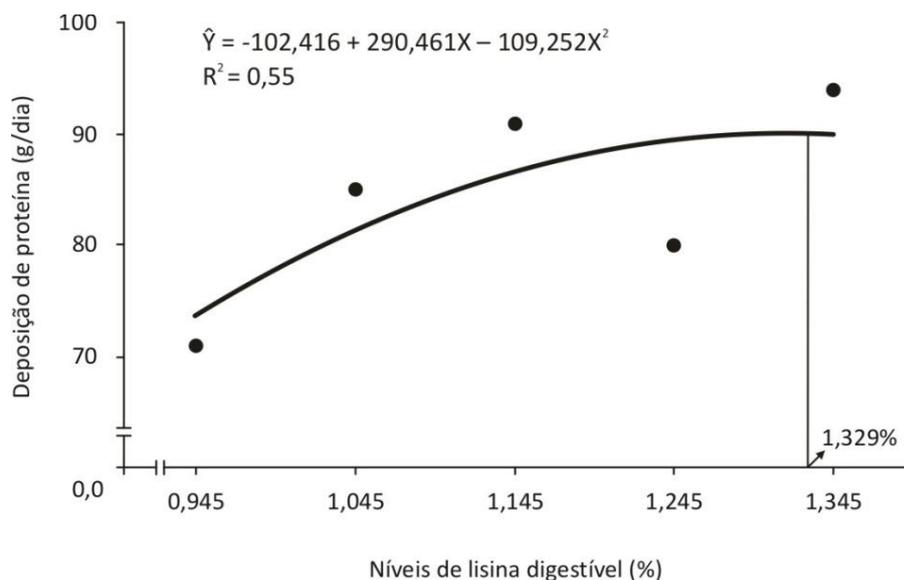


Figura 3 – Deposição de proteína em suínos dos 15 aos 30 kg mantidos em ambiente de 21,8 °C.

Na avaliação dos parâmetros fisiológicos verificou-se que o ambiente térmico não influenciou ($P > 0,05$) a temperatura retal dos suínos. Apesar disso, segundo Andersson & Jónasson (1996) a temperatura corporal normal de suínos pode variar de 38,7 a 39,9 °C. Dessa forma, de acordo com relato desses autores, pode-se inferir que os animais mantidos a 35,2 °C apresentaram temperatura retal acima da fisiológica.

Foi observado influência ($P < 0,05$) da temperatura ambiente na frequência respiratória, com a dos animais mantidos a 35,2 °C sendo 148,0 e 44,0% maior que a dos submetidos nas temperaturas, respectivamente, de 21,8 e 30,5 °C (Tabela 4). De acordo com Renaudeau et al. (2008) suínos desafiados por calor aumentam a frequência respiratória com objetivo de aumentar a perda de calor por evaporação e conseqüentemente manter a homeotermia.

Tabela 4 – Parâmetros fisiológicos de suínos dos 15 aos 30 kg mantidos em diferentes ambientes térmicos

Variável	Ambiente térmico			CV (%)
	21,8 °C	30,5 °C	35,2 °C	
Temperatura retal (°C)	39,7	39,5	40,0	4,5
Frequência respiratória (Mov./min.)	47 ^c	81 ^b	117 ^a	28,7

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

O ambiente térmico também promoveu alterações anatomofisiológicas nos animais avaliados nessa pesquisa (Tabela 5).

Os suínos mantidos no ambiente termoneutro tiveram, em média, peso de jejum, ao final do período experimental maior 5,4% em relação aos mantidos a 30,5 °C e 8,2% aos submetidos a 35,2 °C. O peso da carcaça também foi maior 4,6 e 7,6% nos animais mantidos a 21,8 °C comparativamente aos expostos a 30,5 e 35,2 °C, respectivamente. De acordo com relato de Souza et al. (2011) a exposição a ambientes quentes é um dos fatores que afetam negativamente o desempenho e, conseqüentemente, o peso e rendimento de carcaça de suínos.

Tabela 5 – Parâmetros de carcaça e pesos relativos dos órgãos de suínos dos 15 aos 30 kg mantidos em diferentes ambientes térmicos

Variável	Ambiente térmico			CV (%)
	21,8 °C	30,5 °C	35,2 °C	
Peso de jejum (kg)	27,60 ^a	26,10 ^b	25,33 ^b	6,3
Peso de carcaça (kg)	20,82 ^a	19,85 ^b	19,23 ^b	7,1
Rendimento de carcaça (%)	75,42 ^a	75,98 ^a	75,97 ^a	3,5
Peso do intestino (kg)	0,848 ^a	0,798 ^b	0,791 ^b	10,3
Comprimento do intestino (m)	17,39 ^a	16,89 ^b	16,58 ^b	7,0
Pesos relativos (% da carcaça)				
Intestino	4,08 ^a	4,04 ^a	4,13 ^a	11,7
Estômago	0,88 ^a	0,83 ^a	0,87 ^a	13,2
Fígado	4,19 ^a	4,00 ^a	4,14 ^a	10,4
Rins	0,78 ^a	0,72 ^b	0,72 ^b	10,3
Coração	0,62 ^a	0,61 ^a	0,59 ^a	9,2
Baço	0,22 ^a	0,21 ^a	0,21 ^a	19,6
Pulmão	1,33 ^a	1,28 ^b	1,18 ^b	16,6

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

O estresse provocado pelo desafio térmico estudado nessa pesquisa promoveu redução estatisticamente significativa no peso e comprimento do intestino e nos pesos relativos dos rins e pulmões nos suínos mantidos nas temperaturas de calor (30,5 e 35,2 °C) (Tabela 5). Dependendo da intensidade do desafio térmico vivenciado, os animais sofrem ajustes anatomofisiológicos, a fim de manter sua termorregulação (Oliveira et al., 2006; Baeta & Souza, 1998).

Os demais órgãos avaliados não foram influenciados ($P>0,05$) pelo ambiente térmico onde foram mantidos os suínos.

CONCLUSÃO

Em suínos dos 15 aos 30 kg mantidos em ambiente a 21,8 °C, o nível de 1,329% de lisina digestível na ração, correspondente a consumo diário de 15,8 g, proporciona maior deposição de proteína na carcaça, enquanto, em ambiente com temperatura de 30,5 °C e 35,2 °C, o nível de 1,345% de lisina digestível na ração, correspondente a um consumo diário de 15,1 e 12,9 g, respectivamente, promove os melhores resultados de ganho de peso diário e deposição de proteína na carcaça.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M.L.T.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M.; OLIVEIRA, A.L.S.; SILVA, F.C.O.; MOITA, A.M.S. Níveis de lisina digestível em rações, utilizando-se o conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados de alto potencial genético dos 15 aos 30 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1039-1046, 2006. Supl.3.

AROUCA, C.L.C.; FONTES, D.O.; VELOSO, J.A.F. et al. Exigências de lisina, com base no conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados dos 96 aos 120 kg, selecionados para eficiência de crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.1, p.104-111, 2005.

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais**: conforto animal. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1998. p.246.

BATISTA, R. M.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; et al. Lisina digestível para suínos machos castrados de alta deposição de carne submetidos a estresse por calor dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.9, p.1925-1932, 2011.

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.

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.

CAMPOS, J.A.; TINÔCO, I. F. F.; BAÊTA, F. C.; et al. Ambiente térmico e desempenho de suínos em dois modelos de maternidade e creche. **Revista Ceres**. v. 55(3), p.187-193, 2008.

COFFEY, R.D.; PARKER, G.R.; LAURENT, K.M. [2000]. **Feeding growing-finishing pigs to maximize lean grow rate**. Disponível em: <http://www.animalgenome.org/edu/PIH/prod_grow_finish.pdf>. Acesso em: 17/06/2012.

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.

COLLIN, A.; VAZ M. J.; LE DIVIDICH, J. Effect of high temperature on body temperature and hormonal adjustments in piglets. **Reproduction Nutrition Development**, v.42, p.45-53, 2002.

CURTIS, S.E. **Environmental management in animal agriculture**, 2.ed. Ames, Iowa: Iowa State University, 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.

FERREIRA, R. A. et al. Redução da Proteína Bruta da Ração para suínos Machos castrados dos 15 aos 30 kg mantidos em termoneutralidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1639-1646, 2003.

FERREIRA, R.A.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Redução da proteína bruta da ração e suplementação de aminoácidos para suínos machos castrados dos 15 aos 30 kg mantidos em ambiente de alta temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.1056-1062, 2006.

FIALHO, E. T.; OST, P. R.; OLIVEIRA, V. Interações ambiente e nutrição – estratégias nutricionais para ambientes quentes e seus efeitos sobre o desempenho e características de carcaça de suínos. In: 2ª CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 2001, Concórdia. **Anais...** Concórdia, 2001.

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

GATTÁS, G.; SILVA, F. C. O.; BARBOSA, F. F.; et al. Níveis de lisina digestível em dietas para suínos machos castrados dos 60 aos 100 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.1, p.91-97, 2012.

HAESE, D.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F. M.; et al. Digestible lysine for barrows of genetic lines selected for meat deposition from 60 to 100 days of age. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.9, p.1941-1946, 2011.

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.

KIEFER, C.; SANCHES, J.F. Metanálise dos níveis de ractopamina em dietas para suínos em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.6, p.1037-1044, 2009.

KLOAREG, M.; LE BELLEGO, L.; MOUROT, J. et al. Deposition of dietary fatty acids and of de novo synthesized fatty acids in growing pigs: effects of high ambient temperature and feeding restriction. **British Journal of Nutrition**, v.93, p.803-811, 2005.

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.

LEAL, P.M.; NÃÃS, I.A. AmbiÃncia animal. In: CORTEZ, L.A.B.; MAGALHÃES, P.S.G. (Org.). **Introdução à engenharia agrícola**. Campinas, SP: Unicamp. 1992, p.121-135.

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.

LIMA, A. L.; BATISTA, R. M.; OLIVEIRA, P. H.; et al. Níveis de lisina digestível em rações, para suínos machos castrados selecionados para deposição de carne na carcaça mantidos a 22 °C. In: XI CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA – ZOOTEC, 2009, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: ZOOTEC, 2009. CD-ROM.

MANNO, M.C.; OLIVEIRA, R.F.; DONZELE, J.L.; et al. Efeitos da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.471-477, 2006.

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.

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

OLIVEIRA, W. P.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; et al. Redução do nível de proteína bruta em rações para frangos de corte em ambiente de estresse por calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.5, p.1092-1098, 2010.

ORLANDO, U.A.D. et al. Níveis de proteína bruta e suplementação de aminoácidos em rações para leitoas mantidas em ambiente termoneutro dos 60 aos 100kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.478-484, 2006.

ORLANDO, U.A.D.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Nível de proteína bruta para leitoas dos 30 aos 60 kg mantidas em ambiente de alta temperatura (31°C). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1536-1543, 2001.

Perdomo CC, Kozen EA, Sobestiansky J, Silva AP, Correa NI. Considerações sobre edificações para suínos. In: Curso de Atualização sobre a Produção de Suínos, 4, 1985, Concórdia, SC. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA Suínos e Aves. 1985.

QUINIOU, N.; DUBOIS, S.; NOBLET, J. Voluntary feed intake and feeding behaviour of group-housed growing pigs are affected by ambient temperature

and body weight. **Livestock and Production Science**, v.41, p.245-253, 2000.

REN, J.B.; ZHAO, G.Y.; LI, Y.X.; MENG, Q.X. Influence of dietary lysine level on whole-body protein turnover, plasma IGF-I, GH, and insulin concentration in growing pigs. **Livestock Science**, v.110, p.126-132, 2007.

RENAUDEAU, D.; COLLIN, A.; YAHAV, S.; et al. Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. **Animal**, v.6, p.707-728, 2012.

RENAUDEAU, D.; KERDONCUFF, M.; ANAIS, C.; GOURDINE, J. L. Effect of temperature level on thermal acclimation in Large White growing pigs. **Animal**, v.2, n.11, p.1619-1626, 2008.

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, 2011. 252p.

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. Interacción nutrición-manejo en explotaciones para aves y porcino. 1. Introducción y factores ambientales. XX CURSO DE ESPECIALIZACION FEDNA. BARCELONA, 2004, p.151-210.

SANTOS, F. A.; DONZELE, J. L.; SILVA, F. C. O.; et al. Níveis de lisina digestível para suínos machos castrados de alto potencial genético dos 95 aos 125 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.5, p.1038-1044, 2011.

SCHINCKEL, A.P.; EINSTEIN, M.E. Concepts of pig growth and composition. www.anse.purdue.edu/swine/porkpage/growth/pubs, 2001. (Acessado em 17/06/2012).

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. 235p.

SOUZA, E. O.; HAESE, D.; KILL, J. L.; et al. Digestible lysine levels in diets supplemented with ractopamine. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.10, p.2186-2191, 2011.

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, n.1, p.199-205, 2000.

TUITOEK, J.K.; YOUNG, L.G.; LANGE, C.F. de; KERR, B.J. Body composition and protein and fat accretion in various body components in growing gilts fed diets with different protein levels but estimated to contain similar levels of ideal protein. **Journal of Animal Science**, v.75, p.1584-1590, 1997.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG**. Versão 8.0. Viçosa, MG, 2000. 142p.

Van MILGEN, J.; NOBLET, J. Partitioning energy intake to heat, protein, and fat in growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.81, p.86-93, 2003.

CAPÍTULO 2

RELAÇÕES TREONINA:LISINA DIGESTÍVEIS EM RAÇÕES PARA SUÍNOS MANTIDOS EM DIFERENTES AMBIENTES TÉRMICOS

RESUMO – Esta pesquisa foi realizada para avaliar relações treonina:lisina digestíveis para suínos em fase de crescimento, dos 15 aos 30 kg, criados em diferentes ambientes térmicos (22,3, 31,9 e 36,0 °C). Duzentos e dez leitões foram utilizados, sendo 70 em cada experimento. Os tratamentos consistiram de cinco relações treonina:lisina digestíveis (0,53; 0,58; 0,63; 0,68; 0,73%), distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com sete repetições e dois animais por unidade experimental. As rações experimentais e a água foram fornecidas à vontade. A relação treonina:lisina digestíveis influenciou de forma quadrática a conversão alimentar dos animais mantidos no ambiente de 22,3 °C melhorando até a relação estimada de 0,66%. Nenhuma outra variável de desempenho ou as deposições de gordura e proteína foram influenciadas pela relação treonina:lisina digestíveis das rações. No ambiente de 31,9 °C o consumo de ração dos animais aumentou de forma linear de acordo com a relação treonina:lisina digestíveis, e da mesma forma que a 22,3 °C foi a única variável influenciada pelos tratamentos. As relações treonina:lisina digestíveis não tiveram efeito sobre o desempenho ou deposições de gordura e proteína dos animais mantidos em ambiente de 36,0 °C. Avaliando-se o efeito do ambiente térmico nas variáveis de desempenho, deposições de gordura e proteína verificou-se que em sua maioria os animais mantidos na termoneutralidade apresentaram melhores resultados para essas, comparados aos desafiados por calor. Da mesma forma, verificou-se que os suínos mantidos em alta temperatura tiveram maiores temperaturas retal e frequências respiratória, e conseqüente, redução no peso das vísceras. Em suínos dos 15 aos 30 kg mantidos em ambiente a 22,3 °C, a relação estimada de 66,0% de treonina:lisina digestíveis na ração proporciona melhor conversão alimentar, enquanto, em ambiente com temperatura de 31,9 °C e 36,0 °C, a relação 53,0% de treonina:lisina digestíveis na ração promove os melhores resultados de desempenho e deposições de proteína e gordura na carcaça.

THREONINE:LYSINE RELATIONS IN DIETS FOR PIGS KEPT IN DIFFERENT THERMAL ENVIRONMENTS

ABSTRACT - This research was conducted to evaluate digestible threonine:lysine relations for pigs growing from 15 to 30 kg reared under different thermal environments (22.3, 31.9 and 36.0 °C). Two hundred and ten piglets were used, 70 in each experiment. Treatments consisted of five digestible threonine:lysine relations (0.53, 0.58, 0.63, 0.68, 0.73%), distributed in randomized complete blocks design, with seven replicates and two animals per experimental unit. Diets and water were provided ad libitum. The digestible threonine:lysine relation had a quadratic effect on a feed conversion of animals maintained under 22.3 °C improving until the calculated ratio of 0.66%. No other performance variable or the deposition of fat and protein were influenced by digestible threonine:lysine relation in the diet. At 31.9 °C the feed intake of animals linearly increased according to digestible threonine:lysine relation, and similarly at 22.3 °C was the only variable affected by treatments. The digestible threonine:lysine relation had no effect on performance neither protein and fat deposition in animals kept at 36.0 °C environment. Evaluating the effect of thermal environment in the performance variables, fat and protein deposition was found that in most of them the animals kept at thermoneutrality showed better results compared to those challenged by heat. Likewise, it was found that the pigs were maintained in high-temperature larger rectal temperatures and respiratory rate and consequent reduction in weight of viscera. In pigs from 15 to 30 kg maintained at a temperature of 22.3 °C, the calculated ratio of 0.66% threonine:lysine relation provides better feed conversion, while at ambient temperature of 31.9 °C and 36.0 °C, the relation 0.53% of threonine:lysine relation permit the best performance results and deposition of protein and fat.

INTRODUÇÃO

A produção de suínos cresce mundialmente de forma acelerada exigindo cada vez mais animais melhorados, capazes de responder ao aumento da demanda por proteína animal.

O consumo mundial de carne suína cresceu nos últimos dez anos 12,4%. Só no Brasil o crescimento foi de 35,2%, o que demonstra a importância desse setor no mercado de produção de carne (USDA/Abipecs, 2012).

O desenvolvimento de animais mais eficientes produtivamente exige a constante realização de estudos para determinar as exigências nutricionais destes, a fim de permitir maior desempenho.

A treonina normalmente é considerada o segundo ou terceiro aminoácido limitante em rações para suínos, podendo se tornar o primeiro em dietas suplementadas com lisina industrial (Saraiva et al., 2007). É exigida para formação da proteína e manutenção do turnover proteico corporal, além de auxiliar na formação do colágeno e elastina e atuar na produção de anticorpos (Lelis & Calderano, 2011).

O muco intestinal é composto principalmente de água (95%) e mucinas (5%), essas últimas são glicoproteínas de alto peso molecular, especialmente ricas em treonina. Assim, a deficiência desse aminoácido pode comprometer a síntese proteica e a resposta imune (Nogueira, 2006; Grala et al., 1998; Lien et al., 1997).

O atendimento nutricional de treonina para suínos em crescimento é fundamental para permitir a estes manifestar seu potencial produtivo. Além disso, o fornecimento de dietas com uma relação treonina:lisina digestível adequada, tendo como objetivo atender o conceito de proteína ideal, diminui o impacto ambiental causado pela excreção desse aminoácido em excesso nas rações.

Outro aspecto também importante reside no fato de que as exigências nutricionais de aminoácidos pelos suínos podem variar de acordo com o ambiente térmico onde são criados. Devido aos escassos estudos desenvolvidos e a influência que a exigência desse aminoácido sofre em função do status fisiológico apresentado pelo animal, a determinação da

melhor relação treonina:lisina digestível torna-se importante para permitir aos suínos manifestar seu potencial genético mesmo em condições de estresse por calor.

Assim, este estudo foi conduzido para avaliar diferentes relações treonina:lisina digestível em rações para suínos mantidos em diferentes ambientes térmicos dos 15 aos 30 kg.

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

MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos três experimentos no Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa. Utilizou-se 210 suínos de alto potencial genético para deposição de carne na fase inicial de crescimento (15 a 30 kg), distribuídos em blocos casualizados. Os tratamentos avaliados foram as cinco relações treonina:lisina digestíveis (0,53; 0,58; 0,63; 0,68; 0,73%) na ração em sete repetições.

Os animais foram mantidos em grupo de dois indivíduos, alojados em gaiolas de metal, com piso ripado, providas de comedouro semi-automático e bebedouro tipo chupeta, mantidos em salas climatizadas com temperatura e umidade relativa controladas, em ambientes de conforto (23°C) e de calor (31 e 35°C) para a referida categoria.

A fim de caracterização dos ambientes térmicos no qual os animais foram mantidos, as temperaturas e umidades relativas foram monitoradas diariamente, três vezes ao dia (07; 12 e 17 h) por meio de termômetros de máxima e mínima, de bulbo seco e bulbo úmido e de globo negro. Esses dados foram posteriormente convertidos no índice bioclimático ITGU (Índice de Temperatura de Globo e Umidade), conforme Buffington et al. (1981).

As rações experimentais, isoenergéticas e isoproteicas (Tabela 1), preparadas à base de milho, farelo de soja, suplementadas com minerais e vitaminas, foram formuladas para atender as exigências dos animais em

energia, minerais e vitaminas, de acordo com Rostagno et al. (2005). Manteve-se a relação entre os aminoácidos essenciais e a lisina, com exceção da treonina, considerando os níveis preconizados por Rostagno et al. (2005) para suínos de 15 a 30 kg. As diferentes relações treonina:lisina digestíveis foram obtidas pela inclusão de L-treonina em substituição ao ácido glutâmico e ajuste da energia com amido.

Tabela 1 – Composição centesimal das rações experimentais

Ingredientes (%)	Relações treonina:lisina digestível				
	0,53	0,58	0,63	0,68	0,73
Milho	66,595	66,595	66,595	66,595	66,595
Farelo de soja 45%	27,940	27,940	27,940	27,940	27,940
Óleo de soja	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Fosfato bicálcico	1,605	1,605	1,605	1,605	1,605
Calcário calcítico	0,625	0,625	0,625	0,625	0,625
Sal comum	0,457	0,457	0,457	0,457	0,457
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
Antioxidante ³	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Ácido glutâmico	0,350	0,269	0,189	0,109	0,025
Amido	0,365	0,382	0,399	0,416	0,437
L-Lisina HCl	0,403	0,403	0,403	0,403	0,403
DL-Metionina	0,130	0,130	0,130	0,130	0,130
L-Treonina	-----	0,064	0,127	0,190	0,253
L-Triptofano	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026
L-Valina	0,044	0,044	0,044	0,044	0,044
TOTAL	100	100	100	100	100
Composição calculada⁴					
Proteína bruta (%)	18,84	18,84	18,84	18,84	18,84
Lisina total (%)	1,249	1,249	1,249	1,249	1,249
Lisina digestível (%)	1,145	1,145	1,145	1,145	1,145
Met+cist. digestíveis (%)	0,664	0,664	0,664	0,664	0,664
Treonina digestível (%)	0,606	0,664	0,721	0,778	0,835
Triptofano digestível (%)	0,217	0,217	0,217	0,217	0,217
Valina digestível (%)	0,812	0,812	0,812	0,812	0,812
Cálcio (%)	0,720	0,720	0,720	0,720	0,720
Fósforo disponível (%)	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Sódio (%)	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200

¹ Contém em 1kg: ferro, 100g; cobre, 10g; cobalto, 1g; manganês, 40g; zinco, 100g; iodo, 1,5g e excipiente q.s.p., 1000g.

² Contém em 1kg: vitamina A, 6.000.000UI; vitamina D₃, 1.500.000UI; vitamina E, 15.000 UI; vitamina B₁, 1,35g; vitamina B₂, 4g; vitamina B₆, 2g; ácido pantotênico, 9,35g; vitamina K₃, 1,5g; ácido nicotínico, 20,0g; vitamina B12, 2,0g; ácido fólico, 0,6g; biotina, 0,08g; selênio, 0,3g e excipiente q. s. p., 1000g.

³ BHT – butil hidroxi tolueno.

⁴ Composição calculada segundo Rostagno et al. (2005).

As rações experimentais e a água foram fornecidas à vontade. Os animais foram pesados no início e no final de cada experimento, para determinação do ganho de peso. As rações foram pesadas sempre que fornecidas aos animais e as sobras pesadas diariamente, para determinação do consumo.

Foram feitas, em cada experimento, três aferições (5, 10 e 15 dias após o início do período experimental) da temperatura retal, por meio de termômetro clínico veterinário introduzido no reto dos animais, durante um minuto. No mesmo dia e horário foi registrada a frequência respiratória, por meio da contagem dos movimentos do flanco do animal, durante 15 segundos, corrigindo-se os valores para 1 minuto. Estas avaliações tiveram como objetivo a melhor caracterização do estresse térmico o qual os animais foram submetidos.

Ao final de cada experimento (experimento de 23 °C, 24 dias; 31 °C, 22 dias e 35 °C, 23 dias de duração), um animal de cada unidade experimental com peso mais próximo da média da gaiola foi escolhido para avaliação das deposições de proteína e gordura na carcaça. Após jejum de 24 horas, os animais foram insensibilizados, e abatidos por sangramento, depilados e eviscerados. As carcaças inteiras, incluindo cabeça e pés, foram pesadas para determinação do rendimento de carcaça. Posteriormente a metade direita foi triturada em *cutter* comercial de 30 HP e 1.775 rpm por 15 minutos. O material foi homogeneizado e amostras foram retiradas e conservadas em freezer a -12 °C, conforme descrito por Donzele et al. (1992), para posteriormente serem analisadas, a fim de determinar as deposições de proteína e gordura nas carcaças. As amostras das carcaças foram pré-desengorduradas e pré-secas em estufa de ventilação forçada a 60°C por 72 horas. Sequencialmente, foram trituradas em moinho de bola, acondicionadas em vidros e conservadas em freezer. A água e a gordura retiradas durante o preparo inicial das amostras foram consideradas nos cálculos dos teores de proteína e gordura das carcaças.

Os órgãos (fígado, coração, rins, baço, pulmão, estômago e intestino), foram retirados e secados à sombra durante 15 minutos e posteriormente pesados, a fim de avaliar as alterações anatomofisiológicas ocorridas no animal frente ao estresse térmico.

Um grupo adicional de cinco animais, de mesmo sexo e genética, com 15 kg foi abatido no início dos experimentos, para determinação da composição da carcaça dos animais (proteína e gordura).

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 do período experimental.

As análises bromatológicas dos ingredientes e das rações foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, de acordo com metodologia descrita por Silva (2004).

As análises estatísticas das variáveis de desempenho (ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar), das deposições de proteína e gordura nas carcaças e dos parâmetros fisiológicos foram realizadas utilizando-se o programa computacional SAEG - Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas, (UFV, 2000).

A estimativa da melhor relação treonina:lisina digestíveis 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, quadrática e/ou "Linear Response Plateau" - LRP, conforme melhor ajuste. Os parâmetros fisiológicos foram avaliados pelo teste de Student Newman Keuls a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização climática das salas nos três experimentos realizados está apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 – Temperaturas dos termômetros de bulbo seco, umidade relativa e Índice de Temperatura de Globo e Umidade

Experimentos	Parâmetros ambientais		
	Temperatura de bulbo seco (°C)	Umidade relativa (%)	ITGU
4	22,3 ± 0,7	83,2 ± 5,0	71,2 ± 1,0
5	31,9 ± 0,7	66,2 ± 7,8	81,7 ± 1,4
6	36,0 ± 0,8	63,0 ± 6,1	87,4 ± 1,2

Segundo Coffey et al. (1995) para suínos de 18 a 34 kg a faixa de conforto térmico encontra-se entre 18 a 27 °C. De acordo com Leal & Nããs (1992) pode-se considerar 27 °C como sendo a temperatura crítica máxima para suínos de 20 a 35 kg. Assim, pode-se inferir que no experimento quatro os animais foram mantidos em ambiente termoneutro e no cinco e seis em estresse por calor, cumprindo o proposto por esse estudo.

Os resultados de desempenho e deposições de gordura e proteína utilizados para determinação da melhor relação treonina:lisina digestíveis para suínos dos 15 aos 30 kg, em cada ambiente térmico avaliado, estão apresentados na Tabela 3.

O ganho de peso não foi influenciado ($P>0,05$) pelas relações treonina:lisina digestíveis em nenhuma das temperaturas ambientes estudadas. Bisinoto et al. (2007) e Berto et al. (2002) trabalhando com níveis de treonina muito semelhantes aos avaliados nessa pesquisa também não verificaram efeito dos tratamentos no ganho de peso de suínos dos 12 aos 23 kg. De forma semelhante, Pozza et al. (1999) avaliando níveis de treonina para suínos dos 15 aos 30 kg também não verificaram efeito desses no ganho de peso dos animais. Já Saraiva et al. (2006) e Saraiva et al. (2007), observaram efeito linear e quadrático do nível de treonina na dieta em ambiente de calor e conforto, respectivamente, no ganho de peso de suínos machos castrados dos 15 aos 30 kg. Essa divergência de resultados pode estar relacionada a fatores como genética, matéria prima e níveis de treonina avaliados.

O ganho de peso dos animais mantidos no conforto foi 6,1 e 10,5% maior ($P<0,01$) do verificado nos submetidos a 31,9 e 36,0 °C, respectivamente. Altas temperaturas ambientais promovem alterações comportamentais que influenciam diretamente o desempenho de suínos, diminuindo, por exemplo, a taxa de crescimento desses (Kouba et al., 2001; Verstegen & Close, 1994).

A relação treonina:lisina digestíveis das rações influenciou ($P<0,05$) o consumo de ração (CR) que aumentou de forma linear segundo a equação $\hat{Y} = 0,821824 + 0,436182X$ ($R^2 = 0,86$) dos animais desafiados por calor a 31,9 °C. Pozza et al. (1999) ressalta o mesmo comportamento para essa variável entre os níveis de treonina de 0,538 a 0,688% para suínos de 15 aos 30 kg

em sua pesquisa. Resultados que divergem de Saraiva et al. (2006) que não encontraram efeito do nível de treonina da dieta no CR de suínos de 15 aos 30 kg criados a 32 °C. Esta divergência de resultados pode estar relacionada a genética dos animais avaliados, pois as demais condições foram muito semelhantes, o que pode ser facilmente comprovado comparando-se o ganho de peso maior e conversão alimentar melhor verificados nessa pesquisa. Nos demais ambientes térmicos o CR não variou com os tratamentos. Vários outros autores também não observaram influencia do nível de treonina da dieta no consumo de ração de suínos de diferentes faixas de peso (Lima et al., 2010; Santos et al., 2010; Etle et al., 2004 e Pederson et al., 2003).

Os animais criados na zona de conforto apresentaram CR 7,5 e 7,0 % maior do observado nos expostos a temperatura ambiente, respectivamente, de 31,9 e 36,0 °C. Essa informação corrobora a encontrada para ganho de peso, pois animais criados em altas temperaturas reduzem o consumo de ração na tentativa de diminuir a produção de calor, o que conseqüentemente afeta negativamente o ganho de peso (Renaudeau et al., 2005).

Apenas no ambiente de conforto a conversão alimentar (CA) foi influenciada ($P < 0,05$) de forma quadrática pelas relações treonina:lisina digestíveis estudadas melhorando até o nível estimado de 66,0% (Figura 1). Paiano et al. (2009) testando relações treonina:lisina digestíveis (0,57 a 0,77%) para leitões de 15 a 30 kg também verificaram efeito quadrático na conversão alimentar destes animais. Este comportamento da CA pode ser justificado por uma melhora no perfil aminoacídico da dieta na relação estimada. Ainda segundo Saraiva et al. (2007) o nível de treonina para se obter a melhor eficiência de utilização do alimento é maior que aquele necessário para maximizar o ganho de peso. Apesar do resultado de CA não ter sido refletido no ganho de peso dos animais (ambiente de conforto), a relação treonina:lisina digestíveis estimada representa melhor aproveitamento da dieta e, conseqüente, menor impacto ambiental ocasionado pela excreção de aminoácidos.

Tabela 3 – Desempenho, eficiência de utilização de lisina para ganho (EULG) e deposições de proteína e gordura na carcaça de leitões mantidos em ambiente de conforto (22,3°C) e estresse por calor (31,9 e 36,0 °C) dos 15 aos 30 kg

Variáveis	Relações treonina:lisina digestível (%)					CV (%)	Média
	53	58	63	68	73		
Ambiente – 22,3 °C							
Ganho de peso (g/dia)	640	685	704	699	694	8,5	684 ^a
Consumo de ração (g/dia)	1156	1204	1179	1197	1191	7,4	1185 ^a
Conversão alimentar ²	1,81	1,77	1,68	1,71	1,72	2,9	1,73 ^b
Deposição na carcaça (g/dia)							
Gordura	97	97	100	101	98	8,5	98 ^a
Proteína	72	71	75	72	71	9,3	72 ^b
Ambiente – 31,9 °C							
Ganho de peso (g/dia)	604	661	639	661	649	6,4	642 ^b
Consumo de ração (g/dia) ¹	1030	1090	1122	1110	1129	6,6	1096 ^b
Conversão alimentar	1,70	1,65	1,77	1,68	1,74	5,0	1,70 ^b
Deposição na carcaça (g/dia)							
Gordura	89	76	94	91	101	10,9	90 ^b
Proteína	83	93	86	84	91	6,9	87 ^a
Ambiente – 36,0 °C							
Ganho de peso (g/dia)	605	626	586	626	618	4,5	612 ^c
Consumo de ração (g/dia)	1096	1100	1095	1085	1136	6,3	1102 ^b
Conversão alimentar	1,81	1,75	1,87	1,73	1,84	3,8	1,80 ^a
Deposição na carcaça (g/dia)							
Gordura	93	72	70	91	70	7,4	79 ^c
Proteína	82	88	76	86	85	5,9	83 ^a

As médias (comparando-se a mesma variável nos diferentes ambientes) seguidas por letras diferentes, diferem estatisticamente entre si ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste de Newman Keuls.

¹ Efeito Linear (P<0,05); ² Efeito Quadrático (P<0,05).

EULG – quantidade de lisina (g) consumida para cada 1 unidade de ganho de peso.

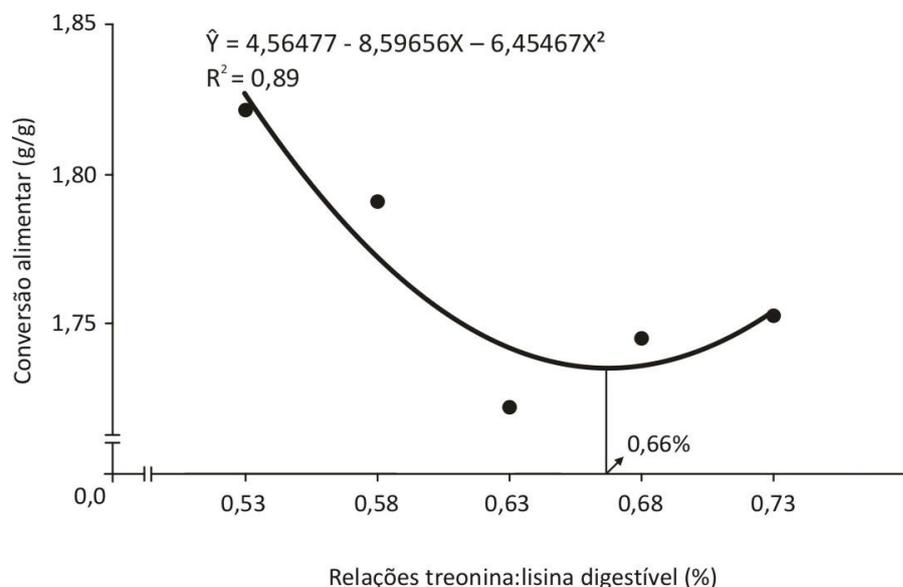


Figura 1 – Conversão alimentar de suínos dos 15 aos 30 kg mantidos em ambiente de 22,3 °C.

A temperatura ambiente influenciou ($P < 0,01$) a conversão alimentar dos suínos, tendo os animais mantidos a 36,0 °C apresentado piora de 5,8 e 4,0% na CA em relação aos expostos a temperatura ambiente, respectivamente, de 31,9 e 22,3 °C. Um dos principais efeitos verificados pelo estresse térmico (frio ou calor) é a piora na eficiência de conversão de alimento em produto, pois fora da zona de termoneutralidade o animal tem seu metabolismo alterado, a fim de manter sua homeotermia modificando o conteúdo de energia líquida de produção (Kerr et al., 2003; Curtis, 1983).

Os tratamentos não influenciaram ($P > 0,05$) a deposição de gordura na carcaça dos suínos em nenhuma temperatura ambiental avaliada. Da mesma forma que nesse estudo Saraiva et al. (2006), Santos et al. (2010) e Rodrigues et al. (2001) não observaram efeito do nível de treonina da dieta na deposição de gordura na carcaça de diferentes categorias de suínos. Entretanto, considerando a deposição de gordura nas diferentes temperaturas, as verificadas a 36,0 e 31,9 °C foram 19,3 e 8,1%, respectivamente, menores que a observada a 22,3 °C. Analisando os trabalhos de Paiano et al., 2008 e 2007 verifica-se o mesmo comportamento de redução, apesar de menor intensidade (2,3%), na deposição de gordura de suínos dos 15 aos 30 kg desafiados por calor.

Em suínos expostos ao calor verifica-se redução na síntese de lipídios (Kouba et al., 1999; Le Dividich et al., 1998). Essa redução deve-se principalmente a diminuição da atividade da acetil-CoA-carboxilase (catalisa o primeiro passo da biossíntese dos ácidos graxos) e da esteroil-CoA-dessaturase (gera ácidos graxos monoinsaturados a partir dos saturados) (Kouba et al., 2001).

As relações treonina:lisina digestíveis não influenciaram ($P>0,05$) as deposições de proteína a 22,3, 31,9 e 36,0 °C. Lima et al. (2010), Saraiva et al. (2006) e Rodrigues et al. (2001) também não verificaram efeito do nível de treonina da dieta na deposição de proteína na carcaça de suínos na fase inicial e de crescimento. A relação treonina:lisina digestíveis para maior deposição de proteína em suínos não é constante podendo variar com fatores como, categoria, taxa de deposição de carne, nível de alimentação, composição da dieta e ambiente térmico (NRC, 1998; Moughan, 1999), o que dificulta o conhecimento da melhor relação para esta variável (Lange, et al., 2001).

O ambiente térmico influenciou ($P<0,01$) a deposição de proteína na carcaça dos suínos, tendo os animais mantidos a 31,9 °C apresentado a maior taxa de deposição de proteína (87 g/dia) que foi 17,2 e 4,5% maior que a verificada nos animais mantidos a 22,3 e 36,0 °C.

Os resultados de frequência respiratória e temperatura retal dos animais registrados nos três experimentos realizados encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4 – Parâmetros fisiológicos de suínos dos 15 aos 30 kg mantidos em diferentes ambientes térmicos

Variável	Ambiente térmico			CV (%)
	22,3 °C	31,9 °C	36,0 °C	
Temperatura retal (°C)	39,7 ^c	39,9 ^b	40,0 ^a	0,7
Frequência respiratória (Mov./min.)	47 ^c	93 ^b	119 ^a	28,7

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

A temperatura retal e a frequência respiratória dos suínos foram influenciadas ($P<0,05$) de acordo com o ambiente térmico o qual foram mantidos, aumentando diretamente com a elevação da temperatura do ar.

De forma semelhante, Kiefer et al. (2010), Kiefer et al. (2009) e Manno et al. (2005) também verificaram aumentos dessas variáveis em suínos de diferentes categorias quando avaliaram o efeito do ambiente térmico na fisiologia desses animais. De acordo com Andersson & Jónasson (1996) a temperatura corporal normal de suínos pode variar de 38,7 a 39,9 °C. Dessa forma, analisando os valores de temperatura retal observados nos animais estressados por calor é possível inferir que esses ultrapassaram o limite superior indicado pelos autores acima, não sendo capazes de manter eficientemente sua homeotermia. Essa afirmação pode ser apoiada com os valores de frequência respiratória que também foram altos nos ambientes de calor.

Suínos respondem a altas temperaturas fazendo ajustamentos fisiológicos, a fim de manter sua homeotermia (Renaudeau et al., 2008). Acima da temperatura crítica máxima para manter a temperatura corporal relativamente constante, os suínos precisam intensificar as perdas evaporativas, ganhando mais importância o processo de ventilação pulmonar (Renaudeau et al., 2005).

Os valores referentes às avaliações de carcaça e pesos relativos de órgãos, verificados nos animais nas diferentes temperaturas ambientais estudadas, estão apresentados na Tabela 5.

O peso de jejum e o rendimento de carcaça foram influenciados ($P < 0,05$) pela temperatura do ar, apresentando os animais criados em ambiente termoneutro maior peso de jejum e os mantidos a 36,0 °C o maior rendimento de carcaça.

O maior rendimento de carcaça verificado nos animais mantidos em ambientes de alta temperatura pode estar associado ao menor peso relativo das vísceras observado em suínos mantidos em estresse por calor (Kiefer et al., 2010). Entretanto, quando se avalia o peso final dos animais, verifica-se que apesar de menor rendimento tem-se maior produção de carne em animais criados na termoneutralidade.

Tabela 5 – Parâmetros de carcaça e pesos relativos dos órgãos de suínos dos 15 aos 30 kg mantidos em diferentes ambientes térmicos

Variável	Ambiente térmico			CV (%)
	22,3 °C	31,9 °C	36,0 °C	
Peso de jejum (kg)	28,51 ^a	27,39 ^b	27,26 ^b	3,2
Peso de carcaça (kg)	21,36 ^a	20,65 ^a	21,01 ^a	4,7
Rendimento de carcaça (%)	74,96 ^b	75,38 ^{ab}	77,06 ^a	3,8
Peso do intestino (kg)	0,951 ^a	0,850 ^b	0,762 ^c	11,5
Comprimento do intestino (m)	17,48 ^a	17,17 ^a	16,75 ^a	7,3
Pesos relativos (% da carcaça)				
Intestino	4,46 ^a	4,12 ^b	3,63 ^c	12,2
Estômago	0,87 ^a	0,83 ^{ab}	0,79 ^b	10,1
Fígado	3,98 ^a	3,86 ^a	3,36 ^b	9,5
Rins	0,72 ^a	0,68 ^a	0,67 ^a	10,7 ^a
Coração	0,59 ^a	0,56 ^a	0,56 ^a	9,5 ^a
Baço	0,21 ^a	0,21 ^a	0,21 ^a	25,8
Pulmão	1,23 ^a	1,25 ^a	1,31 ^a	16,1

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

Observou-se redução estatisticamente significativa no peso do intestino (absoluto e relativo), estômago e fígado (relativo). E dos demais órgãos (rins, coração e baço) redução numérica. O mesmo comportamento de redução no peso de órgãos de suínos estressados por calor foi verificado por diversos autores (Kiefer et al., 2010; Kiefer et al., 2009; Manno et al., 2006; Manno et al., 2005; Tavares et al., 1999). Diferentemente dos demais órgãos foi verificada elevação numérica no peso dos pulmões dos animais mantidos a 31,9 e 36,0 °C, valores que podem ser justificados pelo também aumento da frequência respiratória observada nessas mesmas temperaturas, ou seja, a maior utilização desse órgão pode ter contribuído para seu maior peso.

A redução no peso dos órgãos é verificada como uma tentativa de diminuir a produção de calor e garantir a termorregulação (Oliveira et al., 1997).

CONCLUSÃO

Em suínos dos 15 aos 30 kg mantidos em ambiente a 22,3 °C, a relação estimada de 66,0% de treonina:lisina digestíveis na ração, proporciona melhor conversão alimentar, conseqüente melhor eficiência de

utilização do alimento e menor impacto ambiental pela excreção de aminoácidos, enquanto, em ambiente com temperatura de 31,9 °C e 36,0 °C, a relação 53,0% de treonina:lisina digestíveis na ração promove os melhores resultados de desempenho e deposições de proteína e gordura na carcaça.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSSON, B.E. E H. JÓNASSON. 1996. **Regulação da temperatura e fisiologia ambiental**. Em: Swenson, M.J., Reece, W.O. Dukes. Fisiologia dos animais domésticos. Editora Guanabara Koogan S.A. Rio de Janeiro, R.J. p.681-841.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA. **Estatísticas sobre a produção mundial de carne suína**. Relatório técnico, 2012.

BERTO, D.A.; WECHSLER, F.S.; NORONHA, C.C. Exigências de treonina de leitões dos 7 aos 12 e dos 12 aos 23kg. **Rev. Bras. Zootec.**, v.31, p.11761183, 2002.

BISINOTO, Kátia Sardinha et al. Relação treonina: lisina para leitões de 6 a 11kg de peso vivo em rações formuladas com base no conceito de proteína ideal. **Ciência Rural**. 2007, vol.37, n.6, pp. 1740-1745.

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.

COFFEY, R.D. et.al. 1995. **Feeding growing-finishing pigs to maximize lean growth rate**. Lexington: University of Kentucky, College of Agriculture. 7p. (ASC, 147).

CURTIS, S.E. **Environmental management in animal agriculture**, 2.ed. Ames, Iowa: Iowa State Universty, 1983. 407p.

De LANGE, C.F.M.; GILLIS, A.M.; SIMPSON, G.J. Influence of threonine intake on whole-body protein deposition and threonine utilization in growing pigs fed purified diets. **Journal of Animal Science**, v.79, p.3087-3095, 2001.

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.

ETTLE, T.; ROTH-MAIER, D.A.; BARTELT, J. et al. Requirement of true ileal digestible threonine of growing and finishing pigs. **Journal Animal Physiologic Nutrition**, v.88, p.211-222, 2004.

GRALA, W., VERSTEGEN, M.W.A.; JANSMAN, A.J.M.; et al. Ileal apparent protein and amino acid digestibility's and e endogenous nitrogen losses in pigs fed soybean and rapeseed products. **Journal of Animal Science**, 76:557-568. 1998.

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.; MEIGNEN, B.C.G.; SANCHES, J.F. y CARRIJO, A.S.. Resposta de suínos em crescimento mantidos em diferentes temperaturas. **Arch. zootec.** 2009, vol.58, n.221, pp. 55-64.

KIEFER, C.; MOURA, M. S.; SILVA, E. A.; et al. Respostas de suínos em terminação mantidos em diferentes ambientes térmicos. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, v.11, n.2, p.496-504, 2010.

KOUBA, M., D. HERMIER, AND J. LE DIVIDICH. 1999. Influence of a high ambient temperature on stearoyl-CoA-desaturase activity in the growing pig. **Comp. Biochem. Physiol.** 124B:7-13.

KOUBA, M.; HERMIER, D.; LE DIVIDICH, J. Influence of a high ambient temperature on lipid metabolism in the growing pig. **Journal of Animal Science**, v.79, p.81-87, 2001.

LE DIVIDICH, J.; NOBLET, J.; HERPIN, P.; VAN MILGEN, J.; QUINIOU, N. 1998. **Thermoregulation: Progress in Pig Science**. Nottingham: Nottingham University Press. p.229-263.

LEAL, P.M.; NÃÃS, I.A. Ambiência animal. In: CORTEZ, L.A.B.; MAGALHÃES, P.S.G. (Org.). **Introdução à engenharia agrícola**. Campinas, SP: Unicamp. 1992, p.121-135.

LELIS, G. R.; CALDERANO, A. A. Proteína ideal para poedeiras semipesadas: treonina e valina. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.8, n.2, p.1482-1488, 2011.

LIEN, K. A., W. C. SAUER, R. MOSENTHIN, et al. Evaluation of the 15N-isotope dilution technique for determining the recovery of endogenous protein in ileal digesta of pigs: Effect of dilution in the precursor pool for endogenous nitrogen secretion. **Journal of Animal Science**. V.75. P.148-158. 1997.

LIMA, A. L.; SILVA, A. D.; JACOB, R. F., et al. Relações treonina:lisina digestível para suínos machos castrados mantidos a 23°C dos 15 aos 30 kg. In: 47a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2010, Salvador. **Anais...** Salvador, 2010.

MANNO, M.C.; OLIVEIRA, R.F.; DONZELE, J.L.; et al. Efeitos da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.471-477, 2006.

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.

MOUGHAN, P.J. Protein metabolism in the growing pig. In: KYRIAZAKIS, L. (Ed.). **A quantitative biology of the pig**. Wallingford: CAB International, 1999. p.199-332.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirement of swine**. 10.ed. Washington: National Academy of Sciences, 1998. 189p.

NOGUEIRA, E. **Nutrição de Aminoácidos para Frangos de Corte**. V Seminário Internacional de Aves e Suínos – AveSui 2006/ Avicultura, 25, 26, 27 de abril de 2006 - Florianópolis – SC.

OLIVEIRA, R.F.M., J.L. DONZELE E R.T.F. FREITAS. Efeito da temperatura sobre o desempenho e sobre os parâmetros fisiológicos e hormonais de leitões consumindo dietas com diferentes níveis de energia. **Rev. Bras. Zootecn.**, 26: 1174-1182. 1997.

PAIANO, D. **Relações treonina: lisina digestíveis e níveis de energia líquida para suínos**. Maringá, PR: UEM, 71f. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual de Maringá, 2007.

PAIANO, D., MOREIRA, I., SILVESTRIN, N., CARVALHO, P.L.O., SILVA, M.A.A., & PERDIGÃO, L.S.. (2009). Relações treonina:lisina digestíveis para suínos na fase inicial, alimentados com rações de baixa proteína, calculadas de acordo com o conceito de energia líquida. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 61(1), 211-218.

PAIANO, D.; MOREIRA, I.; FURLAN, A. C.; et al. Relações treonina:lisina digestíveis e níveis de energia líquida para suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.12, p.2147-2156, 2008.

PEDERSEN, G.; LINDBERG, J.E.; BOISEN, S. Determination of the optimal dietary threonine:lysine ratio for finishing pigs using three different methods. **Livest. Prod. Sci.**, v.82, p.233243, 2003.

POZZA, P.C.; GOMES, P.C.; DONZELE, J.L. et al. Exigência de treonina digestível para suínos machos castrados dos 15 aos 30 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.560-568, 1999.

RENAUDEAU, D. Effects of short-term exposure to high ambient temperature and relative humidity on thermoregulatory responses of European (Large White) and Caribbean (Creole) restrictively-fed growing pigs. **Anim. Res.**, v.54, p.81-93, 2005.

RENAUDEAU, D.; KERDONCUFF, M.; ANAIS, C.; GOURDINE, J. L. Effect of temperature level on thermal acclimation in Large White growing pigs. **Animal**, v.2, n.11, p.1619-1626, 2008.

RODRIGUES, N.E.B.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Níveis de treonina em rações para leitoas com alto potencial genético para a deposição de carne magra dos 30 aos 60kg. **Rev. Bras. Zootec.**, v.30, p.2039-2045, 2001.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186p.

SANTOS, F. A.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F. M.; et al. Níveis de treonina digestível em rações para suínos machos castrados de alto potencial genético na fase dos 95 aos 125 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p.526-531, 2010.

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, n.2, p.485-490, 2006.

SARAIVA, E.P.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Exigências de treonina digestível para leitoas mantidas em ambiente termoneutro dos 15 aos 30 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1861-1867, 2007.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. 235p.

TAVARES, S. L. S.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F. M.; et al. Níveis de Energia Digestível para Suínos Machos Castrados dos 30 aos 60 kg Mantidos em Ambiente de Alta Temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.577-582, 1999.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG**. Versão 8.0. Viçosa, MG, 2000. 142p.

VERSTEGEN, M.W.A. AND W.H. CLOSE. **The environment and the growing pig**. In: Cole, D.J.A., Wiseman, J., Varley, M.A. Principles of pig science. Nottingham University. Loughborough. 1994. 472 p.