

RODRIGO DE FREITAS JACOB

**NÍVEIS E PLANOS NUTRICIONAIS DE LISINA DIGESTÍVEL PARA  
SUÍNOS MACHOS CASTRADOS EM CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO  
CRIADOS EM AMBIENTE TERMONEUTRO**

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

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2017

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

J15n  
2017 Jacob, Rodrigo Freitas, 1991-  
Níveis e planos nutricionais de lisina digestível para suínos machos castrados em crescimento e terminação criados em ambiente termoneutro / Rodrigo Freitas Jacob. – Viçosa, MG, 2017.  
x, 47f. : il. ; 29 cm.

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

1. Suínos - Alimentação e rações. 2. Aminoácidos na nutrição animal. 3. Lisina. 4. Carcaças. 5. Suínos - Registros de desempenho. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-graduação em Zootecnia.  
II. Título.

CDD 22. ed. 636.40855

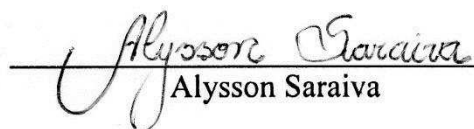
RODRIGO DE FREITAS JACOB

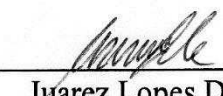
**NÍVEIS E PLANOS NUTRICIONAIS DE LISINA DIGESTÍVEL PARA  
SUÍNOS MACHOS CASTRADOS EM CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO  
CRIADOS EM AMBIENTE TERMONEUTRO**

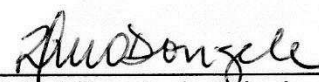
Dissertação apresentada à Universidade  
Federal de Viçosa, como parte das exigências  
do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia,  
para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 15 de Março de 2017.

  
Francisco Carlos de Oliveira Silva

  
Alysson Saraiva

  
Juarez Lopes Donzele  
(Coorientador)

  
Rita Flávia Miranda de Oliveira Donzele  
(Orientadora)

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus pais Marcos Antônio Jacob e Sônia Maria Ladeira de Freitas,

Ao meu irmão Marcos Henrique de Freitas Jacob,

Aos meus avós Sebastião Lopes de Freitas e Venância Ladeira de Freitas,

A todos os demais familiares e amigos.

**“Almejo grandes conquistas e é por isso que seguirei em busca dos meus sonhos. Tudo que conquistei até aqui foi porque lutei e agradeço sempre a Deus, pois sem ele nada eu conseguiria.”**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, por sempre fortalecer minha fé, por ser o alicerce para que eu pudesse me apoiar nos maus e bons momentos e, conseqüentemente, me guiado até esta conquista.

À minha mãe Sônia, por ser uma guerreira, sempre lutando por mim e pelo meu irmão, pelas orações, pela paciência, por sempre estar ao meu lado, por depositar sua confiança em mim e por acreditar na minha competência. Mãe, amo-a muito!

Ao meu pai Marcos Antônio, por me conduzir aos caminhos corretos da vida, por ser exemplo de sobriedade, força, por estar sempre procurando o meu bem. Pai, amo-o muito!

Ao meu irmão Marcos Henrique, por ser meu principal exemplo de luta e perseverança e por me fazer acreditar no meu potencial com sua determinação em buscar aquilo que almeja. “Ike”, amo-o!

A todos os meus demais familiares, em especial ao meu Avô Sebastião “Tatão Paraíso”, por ser exemplo de bondade, humildade, generosidade e por conseguir manter uma família tão grande sempre unida.

À Professora Rita Flávia Miranda de Oliveira Donzele, por ser uma ótima orientadora desde o momento que me acolheu logo que entrei na Zootecnia, iniciando o estágio ainda no primeiro período de 2009. Por isso, merece agradecimento especial, pois suas críticas, sugestões e seus conselhos foram fundamentais para me tornar não somente um zootecnista, mas também um homem.

Ao Professor Juarez Lopes Donzele, por ser um ótimo coorientador, pela atenção e dedicação para comigo, por ter depositado sua confiança em mim para realizar um experimento deste porte. Por sempre insistir conosco na importância de estar sempre buscando e aperfeiçoando nossos trabalhos científicos. Enfim, por me ajudar a ser um melhor zootecnista, ou melhor, como o próprio professor diz: “com maior noção de minha ignorância”.

Ao Dr. Francisco C. de Oliveira Silva, pela disposição e pelos grandes ensinamentos, que contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos Professores Gabriel Cipriano Rocha e Márcio de Souza Duarte, pelos conselhos e sugestões durante a realização desta tese.

Ao Professor Márcio de Souza Duarte, pela ajuda nas análises.

Ao Professor Alysson Saraiva, por participar da banca examinadora.

Aos meus amigos de equipe, por terem me proporcionado momentos de alegrias e muitos ensinamentos que me ajudaram na minha formação. Em especial, a Eric, Anderson e Cínthia, por terem depositado confiança em mim quando eu estava apenas começando a minha trajetória no Curso de Zootecnia e por hoje serem meus grandes amigos.

Aos meus amigos Amanda, Tarciso, Leonardo, Jéssica, Érika, Jorge, Mariane e Joseane, por terem sido de fundamental importância na minha formação e pelos ensinamentos. Pessoas que levarei para a vida toda, pois foram os meus exemplos durante parte da graduação e na pós-graduação.

Ao Dr. Bruno Oliver Rosa, por ter-me recebido de braços abertos durante meu estágio na Agrocere Multimix.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do Curso.

Aos funcionários da Fazenda Experimental Vale do Piranga da EPAMIG, pelo apoio durante os experimentos. Em especial, ao meu amigo José Carlos “Salame”, pela dedicação, pelo companheirismo, pela presteza e pelo auxílio na execução deste trabalho.

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

A todos os meus amigos de Viçosa, pela torcida.

À Turma de Zootecnia 2009, pelos bons momentos.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho. Meus sinceros agradecimentos.

## **BIOGRAFIA**

RODRIGO DE FREITAS JACOB, filho de Marcos Antônio Jacob e Sônia Maria Ladeira de Freitas, nasceu em 30 de julho de 1991, em Viçosa, Minas Gerais.

Em março de 2009, iniciou o Curso de Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, graduando-se em julho de 2014.

Em outubro de 2013, ingressou no Programa de Estágio da empresa Agroceres Multimix, concluindo-o em janeiro de 2014.

Em janeiro de 2015, ingressou no Programa de Pós-Graduação, em nível de Mestrado, em Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG, submetendo-se à defesa da Dissertação em 17 de março de 2017.

## SUMÁRIO

|                                                                                                                  |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| RESUMO.....                                                                                                      | vii |
| ABSTRACT .....                                                                                                   | ix  |
| INTRODUÇÃO GERAL .....                                                                                           | 1   |
| Níveis de lisina digestível para suínos machos castrados em fase de crescimento .....                            | 4   |
| RESUMO.....                                                                                                      | 4   |
| ABSTRACT.....                                                                                                    | 5   |
| INTRODUÇÃO .....                                                                                                 | 6   |
| MATERIAL E MÉTODOS .....                                                                                         | 8   |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO.....                                                                                      | 11  |
| CONCLUSÃO .....                                                                                                  | 15  |
| REFERÊNCIAS.....                                                                                                 | 16  |
| Planos nutricionais de lisina digestível para suínos machos castrados em fases de crescimento e terminação ..... | 22  |
| RESUMO .....                                                                                                     | 22  |
| ABSTRACT.....                                                                                                    | 24  |
| INTRODUÇÃO .....                                                                                                 | 25  |
| MATERIAL E MÉTODOS .....                                                                                         | 27  |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO.....                                                                                      | 35  |
| CONCLUSÃO .....                                                                                                  | 42  |
| REFERÊNCIAS.....                                                                                                 | 43  |

## RESUMO

JACOB, Rodrigo de Freitas, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2017. **Níveis e planos nutricionais de lisina digestível para suínos machos castrados em crescimento e terminação criados em ambiente termoneutro.** Orientadora: Rita Flávia Miranda de Oliveira Donzele. Coorientador: Juarez Lopes Donzele

Este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar níveis de lisina digestível (Ld) para suínos machos castrados em crescimento (65 a 105 dias ou 26 a 66 kg) e planos nutricionais de lisina digestível para suínos machos castrados do crescimento à terminação (65 a 160 dias ou 26 a 123 kg). Foram utilizados 80 suínos machos castrados com 65 dias de idade, sendo distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso composto de cinco planos nutricionais de Ld (8-7-6; 9-8-7; 10-9-8; 11-10-9; e 12-11-10 g de lisina digestível por kg de ração, respectivamente), nas fases dos 65 aos 105, dos 106 aos 135 e dos 136 aos 160 dias de idade, oito repetições e dois animais por unidade experimental (baia). As dietas experimentais e a água foram fornecidas à vontade aos animais ao longo de todo o experimento, que teve duração de 95 dias. A dieta basal para cada fase (65 a 105, 106 a 135 e 136-160 dias) foi formulada à base de milho e farelo de soja, sem adição de aminoácidos industriais. As outras quatro dietas foram suplementadas com L-lisina HCl 78% e, quando necessário, com DL-metionina 99%, L-treonina 98%, L-triptofano 98% e L-valina 96,5%, em substituição ao amido. Aos 105, 135 e 160 dias de idade dos suínos, os animais foram pesados, e a quantidade de ração fornecida em cada baia (descontados as sobras e os desperdícios) foi calculada para determinação do consumo de ração e de lisina digestível, do ganho de peso e da conversão alimentar dos animais em cada período experimental (65 a 105, 65 a 135 e 65 a 160 dias). Aos 105 e 160 dias de vida dos suínos, a área de olho de lombo (*Longissimus dorsi*) e a espessura de toucinho foram medidas por meio de ultrassom. Ao final do período experimental (160 dias), os animais foram pesados, e após o abate as carcaças foram avaliadas individualmente com o auxílio de pistola tipificadora, para avaliação da porcentagem e quantidade de carne na

carcaça e da espessura de toucinho. Na fase de crescimento (65 a 105 dias), os tratamentos corresponderam aos níveis de lisina digestível de 8,0; 9,0; 10,0; 11,0; e 12,0 g de lisina digestível por kg de ração, tendo influenciado, de forma linear, a conversão alimentar dos animais. O nível de lisina digestível estimado para mínima conversão alimentar foi de 12 g de lisina digestível por kg de ração. Do crescimento à terminação (65 a 160 dias), os tratamentos corresponderam aos planos nutricionais de lisina digestível de 8,0-7,0-6,0; 9,0-8,0-7,0; 10,0-9,0-8,0; 11,0-10,0-9,0; e 12,0-11,0-10,0 g de lisina digestível por kg de ração e foram fornecidos aos suínos, respectivamente, dos 65 aos 105, dos 106 aos 135 e dos 136 aos 160 dias. Os planos nutricionais de lisina digestível não influenciaram ( $P>0,05$ ) o desempenho, as características de carcaça e a qualidade de carne de suínos machos castrados do crescimento à terminação. Conclui-se que suínos machos castrados em crescimento (65 a 105 dias ou 26 a 66 kg) exigem no mínimo 12 g de lisina digestível por kg de ração de lisina digestível para melhor conversão alimentar; e que o plano nutricional composto pela sequência de dietas contendo níveis de lisina digestível de 8, 7 e 6 g/kg, fornecidos, respectivamente, dos 65 aos 105, dos 106 aos 135 e dos 136 aos 160 dias, atende às exigências de suínos machos castrados do crescimento à terminação (65 a 160 dias ou 26 a 123 kg).

## ABSTRACT

JACOB, Rodrigo de Freitas, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, March, 2017. **Levels and nutritional plans of digestible lysine for growing-finishing barrows maintained in a thermoneutral environment.** Adviser: Rita Flávia Miranda de Oliveira Donzele. Co-Adviser: Juarez Lopes Donzele

The experiment was conducted aiming to evaluate the digestible lysine requirement for growing castrated male pigs (65 to 105 days or 26 to 66 kg) and to evaluate nutritional plans of lysine for growing-finishing castrated male pigs (65 to 160 days or 26 to 123 kg). Were used eighty castrated male pigs weighing  $26.6 \pm 1.7$  kg and 65 days old allocated in a randomised block design, with five nutritional plans of DLys (8,0-7,0-6,0; 9,0-8,0-7,0; 10,0-9,0-8,0; 11,0-10,0-9,0 e 12,0-11,0-10,0 g of digestible lysine per kg of feed, from 65 to 105, 106 to 135 and 136 to 160 days of age, respectively), eight replicates and two pigs per pen (experimental unit). The experimental diets and water were provided *ad libitum* to the animals throughout the trial that lasted 95 days. The basal diet for each phase (65 to 105, 106 to 135 and 136 to 160 days) contained corn, soybean meal and no supplemental industry amino acids. Four diets (each phase) were formulated by adding L-Lysine HCl 78% and when necessary DL- Methionine 99%, L-Threonine 98%, L-Tryptophan 98% and L-Valine 96.5% replacing the starch. At 105, 135 and 160 days pigs were weighed and the amount of feed provided in each pen (discounted leftovers and wastes) was calculated to determine feed and digestible lysine intake, weigh gain and feed conversion ratio in each experimental period (65 to 105; 65 to 135 and 65 to 160 days old). Pig *Longissimus* muscle loin eye area and back fat depth were measured by ultrasound at 105 and 135 days old. At the end of the experimental period (160 days) the animals were weighed and after slaughter, carcasses were evaluated individually using a typifying pistol to evaluate the percentage and the content of carcass meat and backfat thickness. In the grower phase (65 to 105 days old), the treatments corresponded to the digestible lysine levels of 8,0; 9,0; 10,0;

11,0 and 12,0 g of digestible lysine per kg of feed, and influenced linearly, the feed conversion ratio ( $P<0.05$ ). The predicted level of digestible lysine for minimum feed conversion ratio was 12 g of digestible lysine per kg of feed. In the growing-finishing phase (65 to 160 days old), treatments corresponded to the nutritional plans of digestible lysine of 8-7-6, 9-8-7, 10-9-8, 11-10-9 and 12-11-10, and were fed to pigs from 65 to 105, 106 to 135 and 136 to 160 days, respectively. The nutritional plans of digestible lysine had no effect on the performance, the carcass parameters and meat quality of growing-finishing castrated male pigs. In conclusion, growing castrated male pigs (65 to 105 days or 26 to 66 kg) require at least 12 g of digestible lysine per kg of feed of digestible lysine for minimum feed conversion ratio; and that, the nutritional plan with a sequence of diets containing 8,0; 7,0 and 6,0 g/kg of digestible lysine, fed from 65 to 105, 106 to 135 and 136 to 160 days, respectively, meets the requirements of growing-finishing castrated male pigs (65 to 160 days or 26 to 123 kg).

## INTRODUÇÃO GERAL

O desenvolvimento de pesquisas na área de suinocultura, principalmente no que diz respeito à nutrição, tem atraído grande interesse de pesquisadores, produtores, empresas e indústrias, e as pesquisas desenvolvidas nessa área visam, em sua grande maioria, à produção de suínos com melhor eficiência alimentar e características de carcaça com reduzidos custos de produção.

Na nutrição animal, a alimentação constitui fator de suma importância, sendo este o fator que mais onera o custo de produção dos animais. Nas fases de crescimento e terminação, a redução de custos da alimentação apresenta grande impacto na cadeia, pois 70% do rebanho de uma unidade produtiva de suínos se encontra nessa fase (SCRAMIM; BATALHA, 2004). Devido ao alto custo de fontes proteicas normalmente utilizadas nessas dietas, o conhecimento e atualização das exigências de aminoácidos para suínos são fundamentais para otimizar o uso dessas fontes (SCHNEIDER et al., 2010).

A lisina tem sido considerada o primeiro aminoácido essencial limitante em rações à base de milho e farelo de soja e é o nutriente que mais influencia a deposição de proteína pelos suínos, em razão de sua constância na proteína corporal e de sua destinação metabólica preferencial para a deposição de tecido muscular (KESSLER, 1998). O suprimento inadequado de lisina na dieta dos suínos reduz a eficiência produtiva e, conseqüentemente, a lucratividade do sistema. Por exemplo, dietas deficientes em lisina podem limitar a deposição de proteína na carcaça dos suínos. Além disso, o excesso de lisina aumenta a excreção de nitrogênio, o que é indesejável do ponto de vista ambiental. Nesse sentido, conhecer as exigências de lisina de suínos machos castrados em crescimento e terminação pode auxiliar os suinocultores a maximizarem a produção desses animais com custo competitivo e mínimo impacto ambiental. As exigências de lisina para suínos em crescimento têm sido estudadas extensivamente (ROSTAGNO et al., 2011), porém a maioria desses estudos tem sido realizada por fases independentes.

Tendo em vista a limitação desses estudos, tem sido sugerida a importância de se trabalhar com planos nutricionais interdependentes nas fases de crescimento e

terminação, pelo fato de serem mais eficientes e precisos na determinação das exigências nutricionais dos suínos (KILL et al., 2003; SOUZA, 2009). Além disso, uma das grandes vantagens dos planos nutricionais nas fases interdependentes está ligada, principalmente, à influência metabólica que o nível de determinado nutriente nas fases iniciais de crescimento pode exercer em sua exigência nas fases posteriores (MAIN et al., 2008).

Um fator determinante para o crescimento dos suínos e que pode influenciar os planos nutricionais é o genótipo do animal. Esse crescimento também resulta do consumo de nutrientes por meio da alimentação e de uma série de processos biológicos (DONZELE et al., 2001). Porém, sabe-se que existem grandes diferenças no potencial dos animais para crescimento e conversão eficiente dos nutrientes em ganho de carcaça (CLOSE, 1994) e que as linhagens disponíveis hoje no mercado apresentam elevado ritmo de crescimento e alta taxa de deposição de carne magra. Assim, a composição corporal dos suínos é dependente da genética e pode ser influenciada pela nutrição, sendo a qualidade da carcaça, a taxa de crescimento e a conversão alimentar os componentes de maior impacto econômico na produção desses animais; por isso se torna fundamental a interferência nesses fatores. Desse modo, como a busca por carcaças de melhor qualidade tem resultado na seleção de suínos com alto potencial genético para desempenho e crescimento de tecido muscular, esses animais apresentam exigência diferenciada de aminoácidos, principalmente de lisina, para a melhor eficiência alimentar e características de carcaça (MAHAN; SHIELDS, 1998). Assim, os níveis de lisina preconizados pela literatura podem não atender às exigências de aminoácidos essenciais dos diferentes genótipos de suínos presentes nos dias atuais, evidenciando que a formulação de dietas para suínos deve ser periodicamente reavaliada (ROCHA et al., 2014).

A classe sexual também pode influenciar a exigência de lisina dos suínos (GRANDHI; NYACHOT, 2002) e, conseqüentemente, os planos nutricionais. A exigência de lisina de machos castrados para maximizar a eficiência de ganho é inferior à de fêmeas e machos inteiros e também menor que as outras duas categorias, no que se refere à deposição de proteína na carcaça (QUINIOU et al., 2010). Dessa forma, as classes sexuais podem responder de forma diferenciada aos planos nutricionais constituídos por níveis de lisina (O'CONNEL et al., 2005).

As exigências nutricionais de suínos com diferentes genótipos e sexos para a produção de carne magra são muito dinâmicas devido à intensidade de seleção genética. Desse modo, faz-se necessária a avaliação das exigências nutricionais desses animais, especialmente a de lisina, determinada a partir de planos de nutrição. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de níveis de lisina digestível e de planos de nutrição baseados em níveis de lisina digestível para suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne magra no desempenho, características de carcaça e qualidade de carne de suínos nas fases de crescimento e terminação.

Esta dissertação foi escrita em capítulos, conforme as normas para feitura de tese da Universidade Federal de Viçosa, optando-se pela apresentação dos objetivos em capítulos separados.

## **CAPÍTULO I**

### **Níveis de lisina digestível para suínos machos castrados em fase de crescimento criados em ambiente termoneutro**

#### **RESUMO**

O experimento foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito dos níveis de lisina digestível em suínos machos castrados em crescimento dos 65 a 105 dias de idade. Oitenta suínos machos castrados com peso inicial de  $26,6 \pm 1,7$  kg e 65 dias de idade foram distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco tratamentos (8, 9, 10, 11 e 12 g de lisina digestível por kg de ração), oito repetições e dois animais por unidade experimental (baia). As dietas e a água foram fornecidas à vontade aos animais durante todo o período experimental, que teve duração de 40 dias. A temperatura do ar média observada no interior do galpão durante o período experimental foi de 21,4 °C. Aos 105 dias de idade, os animais foram pesados, e a quantidade de ração fornecida em cada baia foi calculada para determinação dos consumos de ração e de lisina digestível, do ganho de peso e da conversão alimentar no período (65 a 105 dias). No final do período experimental, os animais também foram submetidos à análise de ultrassom, para avaliação da área de olho de lombo (AOL) e espessura de toucinho (ET). Os níveis de lisina digestível influenciaram ( $P < 0,05$ ), de forma linear, a conversão alimentar. O nível de lisina digestível estimado para mínima conversão alimentar foi de 12,0 g de lisina por kg de ração. Os demais parâmetros de desempenho (peso final, ganho de peso diário e consumo de ração) e de carcaça (área de olho de lombo e espessura de toucinho) não foram influenciados pelos níveis de lisina digestível. Conclui-se que o nível 12,0 g de lisina digestível por kg de ração atende às exigências de suínos machos castrados mantidos em ambiente termoneutro dos 65 aos 105 dias, para melhor resposta de conversão alimentar.

**Palavras-chave:** Aminoácido, carcaça, desempenho, exigência nutricional, machos castrados.

## **ABSTRACT**

### **Digestible lysine levels for growing barrows maintained in a thermoneutral environment**

This trial was carried out aiming to evaluate the digestible lysine effects for growing barrows (65 to 105 days old or 26 to 66 kg). Eighty castrated male pigs weighing  $26.6 \pm 1.7$  kg and 65 days old were allocated in a randomised block design with five treatments (8,0; 9,0; 10,0; 11,0 e 12,0 g of digestible lysine per kg of feed), eight replicates and two pigs per pen (experimental unity). Diets and water were provided *ad libitum* to the animals throughout the experimental period that lasted 40 days (65 to 105 days old). The mean air temperature observed inside of the shed during the experimental period was 21.4°C. At 105 days old, were weighed and the amount of feed provided in each pen (discounted leftovers and wastes) was calculated to determine pigs feed and lysine intake, weigh gain and feed conversion ratio in the experimental period. At the ending of the experimental period, barrows were scanned by ultrasound to measure loin area, as well as fat depth. The digestible lysine levels influenced linearly the feed conversion ratio. The predicted level of digestible lysine for minimum feed conversion ratio and was 12 g of digestible lysine per kg of feed. The dietary digestible lysine levels had no effect on the other performance (final body weight, feed intake and weigh gain) and carcass parameters (*Longissimus* muscle loinarea and back fat depth) evaluated from 65 to 105 days. In conclusion, growing barrows (65 to 105 days or 26 to 66 kg) require, at least 11 g/kg of digestible lysine for minimum feed conversion ratio, corresponding to a digestible lysine daily intake of 22,6 g.

**Key words:** Amino acid, carcase, performance, requirement, castrated.

## INTRODUÇÃO

A determinação mais precisa das exigências nutricionais dos suínos permite o adequado balanço de aminoácidos, bem como de outros nutrientes essenciais, otimizando a produção de rações. Além disso, o alto custo de fontes proteicas utilizadas em rações para suínos faz que o conhecimento e a atualização das exigências de aminoácidos para esses animais sejam fundamentais para otimizar o uso dessas fontes (SCHNEIDER et al., 2010). Nesse sentido, têm-se realizado pesquisas em nutrição de suínos utilizando aminoácidos industriais. Isso tem permitido destacar a importância nutricional dos aminoácidos para síntese de proteínas corporais e formulação de rações empregando o conceito de proteína ideal.

Em estudos com aminoácidos, a lisina é considerada o nutriente mais importante para deposição de carne na carcaça de suínos em crescimento devido à sua constância na proteína corporal e à sua destinação metabólica preferencial para a deposição de tecido muscular (KESSLER, 1998). A lisina é considerada referência nutricional, isso porque em rações à base de milho e farelo de soja, ingredientes comuns à alimentação de suínos no Brasil, a lisina é considerada o primeiro aminoácido limitante para a síntese e deposição proteica dos animais (NRC, 1998). Segundo Yen et al. (1986), a mudança na concentração de lisina da ração deve ser acompanhada por alteração proporcional dos demais aminoácidos essenciais, pois o balanço ideal dos aminoácidos essenciais com a lisina evitaria possíveis variações nas respostas dos animais, o que ocasionaria erros na estimativa da exigência de lisina dos animais.

Os suínos possuem diferentes potenciais para deposição de carne e gordura na carcaça que podem variar em função da genética, idade e sexo dos animais. Nesse contexto, tem sido relatado que suínos de alto potencial genético para deposição de carne têm suas exigências em aminoácidos, principalmente lisina, aumentadas. No que se diz respeito à influência do sexo dos animais no desempenho e características de carcaça, tem sido relatado que suínos machos castrados apresentam menor taxa de deposição proteica e maior consumo de ração em comparação aos machos inteiros e

às fêmeas (QUINIOU et al., 1999), e esse maior consumo voluntário pode proporcionar ingestão de energia superior à sua exigência, e esse excesso de energia acaba sendo depositado como gordura (AROUCA et al., 2004). Além disso, é importante destacar que, independentemente do potencial genético e do sexo dos suínos, o fornecimento de rações limitantes em lisina tem impacto negativo na deposição proteica e, conseqüentemente, no crescimento e eficiência produtiva dos animais (REYNOLDS; O'DOHERTY, 2006). No entanto, o fornecimento de lisina em excesso nas rações, além de antieconômico, aumenta a excreção de nitrogênio pelos suínos, os quais são biologicamente incapazes de armazenar a fração excedente de lisina na dieta (BSAS, 2003). Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de níveis de lisina digestível no desempenho e nas características de carcaça de suínos machos castrados na fase de crescimento.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Granja de Suínos da Fazenda Experimental Vale do Piranga, da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), localizada no município de Oratórios, MG, Brasil.

Foram utilizados 80 suínos machos castrados, híbridos comerciais (AGPIC 425 x Camborough 25), com 65 dias de idade, distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, composto de cinco tratamentos (níveis de lisina digestível de 8,0; 9,0; 10,0; 11,0; e 12,0 g de lisina por kg de ração), oito repetições e dois animais por baia, que foi considerada a unidade experimental. Na formação dos blocos, levou-se em consideração o peso dos animais.

As dietas experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja e suplementadas com minerais, vitaminas e aminoácidos (Tabela 1) para atender às exigências nutricionais de suínos machos castrados de alto potencial genético com desempenho superior em fase de crescimento (30 a 60 kg), exceto para a Ld. Os tratamentos foram constituídos por uma dieta basal isenta de aminoácidos industriais e outras quatro dietas obtidas pela suplementação dessa dieta com L-lisina HCl 78% e, quando necessário, com DL-metionina 99%, L-treonina 98%, L-triptofano 98% e L-valina 96,5%, em substituição ao amido, mantendo-se as relações aminoacídicas mínimas entre a lisina e os demais aminoácidos essenciais, de acordo com o padrão de proteína ideal proposto por Rostagno et al. (2011), resultando em dietas com níveis de 8,0; 9,0; 10,0; 11,0; e 12,0 g de lisina digestível (Ld) por kg de ração.

Os animais foram alojados em galpão de alvenaria com piso de concreto, coberto com telhas de amianto. As baias continham comedouros semiautomáticos e bebedouros tipo chupeta e dispunham de área de 1,87 m<sup>2</sup> por animal. As condições ambientais no interior do galpão experimental foram monitoradas e registradas quatro vezes ao dia (7, 10 e 13 16 h), por meio de termômetro de máxima e mínima, termômetro de globo negro, termômetro de bulbo seco e termômetro de bulbo úmido, que foram mantidos em uma baia vazia no centro do galpão. Os valores registrados foram convertidos no índice de temperatura de globo e

umidade (ITGU), segundo Buffington et al. (1981), para a caracterização do ambiente.

As rações e a água foram fornecidas à vontade aos animais durante o período experimental. As rações, as sobras e os desperdícios foram pesados periodicamente durante a fase de crescimento e os animais, pesados individualmente no início e no final (105 dias de idade) do experimento, para determinação do Consumo de Ração Diário (CRD), Consumo de Lisina Digestível Diário (CLdD), Ganho de Diário (GPD) e Conversão Alimentar (CA).

Ao final do período experimental, após a pesagem dos animais foram feitas a avaliação da área de olho de lombo (AOL) e a espessura de toucinho (ET), por meio de aparelho de ultrassom (Aloka SSD 500). As imagens foram coletadas entre a décima e a décima primeira costela, por técnico devidamente treinado, conforme preconizado pelo National Swine Improvement Federation Guidelines. A partir das imagens, a AOL e a ET foram calculadas utilizando o programa computacional Biosoft Toolbox for Swine (Biotronics Inc.).

As variáveis avaliadas foram CRD, CLdD, GPD, CA, AOL e ET. Para verificar o ajuste das equações, considerou-se a menor soma dos quadrados dos desvios, a significância do teste F sob a hipótese  $H_0: \beta_0 = \beta_1 = \beta_2 = 0$  e os coeficientes de determinação ( $R^2 = \text{SQ regressão} / \text{SQ tratamentos}$ ).

As variáveis estudadas (consumos de ração e de lisina digestível, ganho de peso, conversão alimentar, área de olho de lombo e espessura de toucinho) foram submetidas à análise de variância em nível de 5% de significância, sendo os dados analisados por meio do procedimento GLM do SAS (Statistical Analysis System Institute, Inc., Cary, NC, USA). A unidade experimental foi representada pela baia para as variáveis de desempenho e pelo indivíduo (suíno) para as variáveis de ultrassom. A exigência de lisina digestível foi obtida por meio de análises de regressão do ganho de peso, conversão alimentar, área de olho de lombo.

Tabela 1 - Composições centesimais e nutricionais calculadas das rações experimentais para suínos machos castrados em fase de crescimento

| Ingredientes                                  | Lisina digestível, g/kg |        |        |        |        |
|-----------------------------------------------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|
|                                               | 8,0                     | 9,0    | 10,0   | 11,0   | 12,0   |
| Composições centesimais                       |                         |        |        |        |        |
| Milho grão moído                              | 68,061                  | 68,061 | 68,061 | 68,061 | 68,061 |
| Farelo de soja 45%                            | 26,645                  | 26,645 | 26,645 | 26,645 | 26,645 |
| Óleo de soja                                  | 0,980                   | 0,980  | 0,980  | 0,980  | 0,980  |
| Fosfato monobásico                            | 1,100                   | 1,100  | 1,100  | 1,100  | 1,100  |
| Amido                                         | 1,069                   | 0,914  | 0,649  | 0,350  | 0,000  |
| Calcário calcítico                            | 0,865                   | 0,865  | 0,865  | 0,865  | 0,865  |
| Sal comum                                     | 0,420                   | 0,420  | 0,420  | 0,420  | 0,420  |
| Premix vitamínico <sup>1</sup>                | 0,250                   | 0,250  | 0,250  | 0,250  | 0,250  |
| Premix mineral <sup>2</sup>                   | 0,200                   | 0,200  | 0,200  | 0,200  | 0,200  |
| L-Lisina HCl 78%                              | 0,000                   | 0,128  | 0,258  | 0,387  | 0,518  |
| DL-Metionina 99%                              | 0,000                   | 0,039  | 0,072  | 0,131  | 0,192  |
| L-Treonina 98%                                | 0,000                   | 0,017  | 0,090  | 0,159  | 0,233  |
| L-Triptofano 98%                              | 0,000                   | 0,010  | 0,000  | 0,017  | 0,036  |
| L-Valina 96,5%                                | 0,000                   | 0,000  | 0,000  | 0,014  | 0,090  |
| Sulfato de colistina 8%                       | 0,400                   | 0,400  | 0,400  | 0,400  | 0,400  |
| Butil-hidroxitolueno – BHT                    | 0,010                   | 0,010  | 0,010  | 0,010  | 0,010  |
| Composição nutricional calculada <sup>3</sup> |                         |        |        |        |        |
| E. metabolizável (kcal/kg)                    | 3.230                   | 3.230  | 3.230  | 3.230  | 3.230  |
| Proteína bruta (%)                            | 18,09                   | 18,22  | 18,42  | 18,64  | 18,92  |
| Lisina digestível (%)                         | 0,800                   | 0,900  | 1,000  | 1,100  | 1,200  |
| Met + Cis digestível (%)                      | 0,522                   | 0,531  | 0,600  | 0,650  | 0,709  |
| Treonina digestível (%)                       | 0,572                   | 0,587  | 0,653  | 0,715  | 0,782  |
| Triptofano digestível (%)                     | 0,183                   | 0,183  | 0,183  | 0,199  | 0,216  |
| Valina digestível (%)                         | 0,746                   | 0,746  | 0,746  | 0,759  | 0,830  |
| Isoleucina digestível (%)                     | 0,675                   | 0,675  | 0,675  | 0,675  | 0,675  |
| Cálcio (%)                                    | 0,634                   | 0,634  | 0,634  | 0,634  | 0,634  |
| Fósforo disponível (%)                        | 0,315                   | 0,315  | 0,315  | 0,315  | 0,315  |
| Sódio (%)                                     | 0,180                   | 0,180  | 0,180  | 0,180  | 0,180  |

<sup>1</sup>Contendo no mínimo por quilograma: 2.000.000 UI de vitamina A; 300.000 UI de vitamina D3; 5.000 UI de vitamina E; 625 mg de vitamina K3; 5.000 mcg de vitamina B12; 1.000 mg de vitamina B2; 12,5 mg de biotina; 2.500 mg de ácido pantotênico; 6.250 mg de niacina; 500 mg de butil-hidroxitolueno; 250 mg de vitamina B1; 500 mg de vitamina B6; 150 mg de ácido fólico; 60 g de colina; e 12,5 g de vitamina C.

<sup>2</sup>Contendo no mínimo por quilograma 125 mg de cobalto; 125 mg de selênio; 17,5 g de ferro; 5.000 mg de cobre; 10 g de manganês; 20 g de zinco; 200 mg de iodo; e veículo q.s.p. 1.000 g.

<sup>3</sup>Composição nutricional calculada com base nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período experimental, a temperatura no interior do galpão foi de  $21,4 \pm 3,2$  °C, com o Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) calculado, correspondente a  $70,1 \pm 3,1$ . Considerando que Coffey et al. (2000) estabeleceram a faixa de 18 a 24 °C e que Manno et al. (2006) definiram o valor de ITGU de 72,3 como de ambiente de termoneutralidade para suínos em crescimento, pode-se afirmar que, neste estudo, os animais foram mantidos em ambiente de termoneutralidade.

Os resultados de desempenho e características de carcaça estão apresentados na Tabela 2.

Os níveis de lisina digestível (Ld) não influenciaram ( $P > 0,05$ ) o consumo de ração diário dos suínos. Este resultado está consistente com os obtidos por Corassa et al. (2013), Rocha et al. (2014) e Alebrante et al. (2015), que, utilizando, respectivamente, suínos machos castrados, fêmeas e suínos machos inteiros, também não observaram variação significativa na ingestão voluntária do alimento, em razão da variação do nível de Ld da ração. Dessa forma, ficou evidenciado que, independentemente do sexo dos animais, o possível excesso ou deficiência de lisina não interfere com o padrão de consumo voluntário de ração dos animais. Coerente com esse relato, Edmonds e Baker (1987) concluíram que suínos podem tolerar consideráveis excessos de aminoácidos, principalmente lisina, sem apresentar variações significativas no consumo de ração. A incapacidade dos suínos de diferentes sexos nas diferentes fases de desenvolvimento em aumentar o consumo de ração em razão da deficiência de lisina na dieta também ficou evidenciada em estudos realizados por Ruiz-Ascacibar et al. (2017).

Tendo como base o relato (D'MELLO, 1993) de que o desbalanço de aminoácidos na ração pode resultar na diminuição do consumo voluntário de ração pelos suínos, pode-se inferir que nesse estudo o perfil de aminoácidos nas rações estava ajustado à demanda dos animais.

O consumo de lisina digestível diário (CLdD) aumentou ( $P < 0,05$ ) de forma linear à medida que se elevou o seu nível na dieta, conforme a equação:  $\hat{Y} = 1,62 +$

19,2 Ld ( $r^2 = 0,98$ ). O aumento do consumo de lisina em razão da sua concentração na dieta também foi verificado por Kiefer et al. (2010), Rocha et al. (2014) e Alebrante et al. (2015). O fato de o consumo de ração não ter variado entre os tratamentos justifica os resultados de consumo diário de Ld.

Tabela 2 - Desempenho e características de carcaça de suínos machos castrados dos 65 aos 105 dias, em função dos níveis de lisina digestível na dieta

| Variáveis                        | Nível de lisina digestível, g/kg |       |       |       |       | CV(%) |
|----------------------------------|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                  | 8,0                              | 9,0   | 10,0  | 11,0  | 12,0  |       |
| Peso final (kg)                  | 66,1                             | 66,3  | 66,5  | 67,6  | 66,8  | 3,27  |
| Consumo de ração diário (g)      | 2.161                            | 2.100 | 2.038 | 2.090 | 1.994 | 6,40  |
| Consumo de Ld (g/dia)            | 17,3                             | 18,8  | 20,4  | 22,6  | 25,0  | 7,21  |
| Ganho de peso diário (g)         | 996                              | 967   | 1003  | 1021  | 1016  | 5,35  |
| Conversão alimentar <sup>1</sup> | 2,17                             | 2,16  | 2,05  | 2,01  | 2,06  | 3,69  |
| Área de olho de lombo (cm)       | 31,9                             | 31,7  | 31,3  | 31,3  | 31,2  | 5,65  |
| Espessura de toucinho (mm)       | 9,6                              | 9,5   | 8,8   | 8,7   | 8,7   | 12,32 |

<sup>1</sup>Efeito Linear ( $P < 0,05$ ).

Não se observou efeito ( $P > 0,05$ ) dos níveis de lisina digestível no ganho de peso diário (GPD) dos suínos. Resultados semelhantes foram obtidos por Abreu et al. (2007) e Alebrante et al. (2015), que também não verificaram influência dos níveis de lisina digestível que variaram, respectivamente, entre 8,0 e 11,0 g de Ld por kg de ração e 9,0 e 13,0 g de Ld por kg de ração, no ganho de peso diário de suínos machos em crescimento. Corroborando esses resultados, Corassa et al. (2013), em trabalho com suínos machos castrados e leitoas, também não verificaram influência do aumento dos níveis de Ld de 8,0 a 10,5 g de Ld por kg de ração no ganho de peso diário dos animais. Entretanto, em estudos conduzidos com suínos em crescimento mantidos em ambiente de alta temperatura, Kiefer et al. (2010) e Gattás et al. (2012)

verificaram variação significativa na taxa de crescimento dos animais, em razão do aumento do nível de Ld da dieta. Rocha et al. (2014) também verificaram influência significativa dos níveis de Ld da ração no GPD de fêmeas suínas em crescimento mantidas em ambiente de alta temperatura. Assim, ficou evidenciado que a temperatura ambiente é fator que pode influenciar o padrão de resposta de crescimento dos animais em função dos níveis de Ld da dieta. De acordo com Kerr et al. (2003), a ativação do sistema termorregulatório de suínos, em ambiente de alta temperatura, pode influenciar a exigência em aminoácidos, o que justifica o relato anterior. Além da temperatura, fatores como padrão sanitário e genótipo podem contribuir para alterar a exigência de lisina dos suínos.

A conversão alimentar (CA) dos animais melhorou ( $P < 0,05$ ) de forma linear, segundo a equação  $\hat{Y} = 2,482 - 0,39Ld$ ;  $R^2 = 0,70$ , à medida que se elevou o nível de Ld na ração. A influência positiva dos níveis de Ld da dieta de suínos de diferentes sexos na eficiência de utilização do alimento para ganho de peso dos animais também foi verificada por Kiefer et al. (2010), Rocha et al. (2014) e Ruiz-Ascacibar et al. (2017). Apesar da melhora linear, foi constatada piora de 2,5% no valor absoluto da CA quando o nível de Ld aumentou de 11 g de Ld por kg de ração para 12,0 g de Ld por kg de ração, evidenciando que o nível de 11,0 g de Ld por kg de ração atenderia à demanda dos animais para expressar a máxima eficiência alimentar.

O nível de 11,0 g de Ld por kg de ração correspondente ao consumo de 22,6 g/dia de Ld, que proporcionou melhor resposta de CA dos animais neste estudo, ficou acima da recomendação de 19,6 g/dia preconizada por Rostagno et al. (2011). Isso pode ser indicativo de que o nível recomendado por esses autores pode não atender às exigências para maximizar o desempenho dos suínos machos castrados na fase de crescimento.

A melhora significativa ocorrida na CA dos animais neste estudo seria indicativo de que ocorreu variação na composição de ganho dos animais, com possível aumento na proporção de proteína depositada. Conforme Millet et al. (2011), a melhora na conversão alimentar dos suínos pode estar associada à mudança na composição corporal, com aumento na proporção de proteína em relação à de gordura na carcaça. Portanto, a melhora na eficiência alimentar pode ser justificada pela maior deposição de carne na carcaça, conforme relatado por Abreu et al. (2007), Nunes et al. (2008) e Alebrante et al. (2015).

Não foi verificado efeito ( $P>0,05$ ) dos níveis de Ld da ração na área de olho de lombo. Considerando que os resultados de CA ficaram evidenciados uma provável alteração na composição de ganho com aumento proporcional na deposição de proteína, pode-se inferir que os dados de AOL obtidos neste estudo não estão consistentes. A correlação positiva da melhora na CA dos animais com o aumento da taxa de deposição de proteína foi relatada por Moreira et al. (2005). Em estudos conduzidos por Nunes et al. (2008) com suínos machos castrados dos 6 aos 60 kg e por Rocha et al. (2014) com leitoas na fase de crescimento, foi verificada melhora da CA com consequente aumento da AOL.

Nesses termos, com os resultados de AOL ficou evidenciado que esta variável não pareceu ser sensível o suficiente para comprovar possíveis diferenças na proporção de proteína depositada na carcaça dos animais.

Os níveis de lisina digestível não influenciaram ( $P>0,05$ ) a espessura de toucinho dos animais. De forma consistente com esses resultados, Gattás et al. (2012) e Rocha et al. (2014), trabalhando, respectivamente, com suínos machos castrados e leitoas em fase de crescimento, também não observaram efeito dos níveis de lisina digestível na espessura de toucinho dos animais. Os resultados encontrados neste estudo contrastam com os de Chiba et al. (1999) e de Fabian et al. (2004), que verificaram redução linear da espessura de toucinho em razão do aumento do nível de Ld da ração de suínos em crescimento. A divergência de resultados entre esses estudos pode estar relacionada, entre outros fatores, à diferença na composição da ração experimental, em que aqueles autores obtiveram os níveis de lisina por meio do aumento da proteína bruta da dieta, influenciando, consideravelmente, o nível de energia líquida disponível da ração.

## **CONCLUSÃO**

O nível de 12,0 g de Ld por kg de ração, correspondente ao consumo de 25,0 g de lisina digestível, proporcionou os melhores resultados de conversão alimentar para suínos machos castrados em fase de crescimento (65 aos 105 dias de idade).

## REFERÊNCIAS

ABREU, M.L.T.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Níveis de lisina digestível em rações, utilizando-se o conceito da proteína ideal, para suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça, dos 30 a 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil, v. 36, p. 62-67, 2007.

ALEBRANTE, L.; DONZELE, J.L.; DONZELE, R.F.M. et al. Lysine requirement for growing-finishing immunocastrated male pigs. **Trop Anim Health Prod.**, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil, v. 47, p. 1531-1537, 2015.

AROUCA, C.L.C.; FONTES, D.O.; FERREIRA, W.M. et al. Exigências de lisina, com base no conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados, de 95 a 122 kg, selecionados para deposição de carne magra. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Lavras, MG, Brasil, v. 56, p. 773-781, 2004.

AROUCA, C.L.C.; FONTES, D.O.; BAIÃO, N.C. et al. Níveis de Lisina para suínos machos castrados selecionados geneticamente para deposição de carne magra na carcaça, dos 95 aos 122 kg. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, MG, Brasil, v. 31, p. 531-539, Mar./Abr. 2007.

BUFFINGTON, D.E.; COLAZZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H. et al. Black globelumidity index (BGHI) as confort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v. 24, p. 711-714, 1981.

CHIBA, L.I.; IVEY, H.W.; CUMMINS, K.A. et al. Growth performance and carcass traits of pigs subjected to marginal dietary restrictions during the grower phase. **Journal of Animal Science**, Auburn University, Alabama, USA, v. 77, p. 1769-1776, 1999.

CISNEROS, F.; ELLIS, M.; MILLER, K.D. et al. Comparison of transverse and longitudinal real-time ultrasound scans for prediction of lean cut yields and fat-free lean content in live pigs. **Journal of Animal Science**, v. 74, p. 2566-2576, 1996.

CORASSA, A.; KIEFER, C.; GONÇALVES, L.M.P. et al. lysine nutritional plans for swine from initial to finishing phase. **Arch. Zootec.**, Bom Jesus, SC, Brasil, v. 62, p. 533-542, 2013.

DE LA LLATA, M.; DRITZ, S.S.; TOKACH, M.D. et al. Effects of increasing lysine to calorie ratio and added fat for growing-finishing pigs reared in a

commercial environment: I. Growth performance and carcass characteristics. **Professional Animal Scientist**, Kansas State University, Manhattan, USA, v. 23, p. 417-428, 2007.

D'MELLO, J.P.F. Amino acid supplementation of cereal-based diets for non-ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, Scottish Agricultural College, West Mains Road, Edinburgh, UK, v. 45, p. 1-18, 1993.

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

FABIAN, J.; CHIBA, L.I.; FROBISH, L.T. et al. Compensatory growth and nitrogen balance in grower-finisher pigs. **Journal of Animal Science**, Auburn University, Alabama, USA, v. 82, p. 2579-2587, 2004.

FERREIRA, R.A.; OLIVEIRA, R.F.M.D.; DONZELE, J.L. et al. Redução do nível de proteína bruta e suplementação de aminoácidos em rações para suínos machos castrados mantidos em ambiente termoneutro dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil, v. 34, p. 548-556, 2005.

FONTES, D.O.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Níveis de lisina para leitoas selecionadas geneticamente para deposição de carne magra, dos 30 aos 60 kg, mantendo constante a relação entre lisina e metionina+cistina, treonina, triptofano, isoleucina e valina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil, v. 29, p. 776-783, 2000.

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**, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil, v. 34, p. 81-89, 2005.

FRIESEN, K.G.; NELSEN, J.L.; UNRUH, J.A. et al. Effects of the interrelationship between genotype, sex, and dietary lysine on growth performance and carcass composition in finishing pigs fed to either 104 or 127 kilograms. **Journal of Animal Science**, v. 72, p. 946-954, 1994a.

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. **R. Bras. Zootec.**, Rio Verde, Goiás, Brasil, v. 41, p. 91-97, 2012.

HAESE, D.; DONZELE, J.L.; DONZELE, R.F.M. et al. Digestible lysine for barrows of genetic lines selected for meat deposition from 60 to 100 days of age. **R.**

**Bras. Zootec.**, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil, v. 40, p. 1941-194, 2011.

KENDALL, D.C.; ALLEE, G.L.; USRY, J.L. Evaluation of synthetic L-lysine use in finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 65, 2001.

KERR, B.J.; YEN, J.T.; NIENABER, J.A. et al. Influences of dietary protein level, amino acid supplementation and environmental temperature on performance, body composition, organ weights and total heat production of growing pigs. **Journal of Animal Science**, Ames, USA, v. 81, p. 1998-2007, 2003.

KIEFER, C.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M.D. et al. Lisina digestível para suínos machos não castrados de alto potencial genético em fase de crescimento. **Ciência Rural**, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil, v. 40, p. 1630-1635, 2010.

KIEFER, C.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M.D. et al. Planos nutricionais de lisina digestível para suínos machos imunocastrados em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil, v. 40, p. 1955-1960, 2011.

KIEFER, C.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M.D. et al. Nutritional plans for boars. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil, v. 41, p. 1448-1453, 2012.

KILL, J.L.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Níveis de lisina para leitoas com alto potencial genético para deposição de carne magra dos 65 aos 95 kg. **R. Bras. Zootec.**, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil, v. 32, p. 1647-1656, 2003a.

KESSLER, A.M. Exigências nutricionais para máximo rendimento de carne em suínos. In: SIMPÓSIO SOBRE RENDIMENTO E QUALIDADE DA CARNE SUÍNA, 1998, Concórdia. **Anais...** Concórdia, SC: EMBRAPA-CNPSA, 1998. p. 18-25.

MAHAN JR., D.C.; SHIELDS, R.G. Essential and nonessential amino acid composition of pigs from birth to 145 kilograms of body weight, and comparison to other studies. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 513-521, 1998.

MAIN, R.G.; DRITZ, S.S.; TOKACH, M.D. et al. Determining an optimum lysine:calorie ratio for barrows and gilts in a commercial finishing facility. **Journal of Animal Science**, Kansas State University, Manhattan, USA, v. 86, p. 2190-2207, 2008.

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

MILLET, S.; ALUWÉ, M.; DE PAEPE, M. et al. Effect of decreasing ideal protein levels on performance results and nitrogen efficiency of growing finishing gilts. **Archives of Animal Nutrition**, Scheldeweg, Melle, Belgium, v. 64, p. 1-11, 2010.

MILLET, S.; GIELKENS, K.; DE BRABANDER, D. et al. Considerations on the performance of immunocastrated male pigs. **Animal**, Scheldeweg, Melle, Belgium, v. 5, p. 1119-1123, 2011.

NATIONAL RESEACH COUNCIL – NRC. **Nutrients requirements of swine**. 10. ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 1998. 189 p.

NUNES, C.G.V.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de lisina digestível para leitões dos 6 aos 15 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil, v. 37, p. 84-88, 2008.

O'CONNELL, M.K.; LYNCH, P.B.; O'DOHERTY, J.V. Determination of the optimum dietary lysine concentration for growing pigs housed in pairs and in groups. **Animal Science**, Irlanda, v. 81, p. 249-255, 2005.

O'CONNELL, M.K.; LYNCH, P.B.; O'DOHERTY, J.V. Determination of the optimum dietary lysine concentration for boars and gilts penned in pairs and in groups in the weight range 60 to 100 kg. **Animal Science**, Irlanda, v. 82, p. 65-73, 2006.

OLIVEIRA, A.L.S.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. 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**, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil, v. 35, p. 2338- 2343, 2006.

QUINIOU, N.; NOBLET, J.; DOURMAD, J.Y. et al. Influence of energy supply on growth characteristics in pigs and consequences for growth modelling. **Livestock Production Science**, Le Rheu, França, v. 60, p. 317-328, 1999.

QUINIOU, N. et al. Impact of the non castration of male pigs on growth performance and behavior-comparison with barrows and gilts. In: ANNUAL MEETING OF THE EUROPEAN ASSOCIATION FOR ANIMAL PRODUCTION, 8., 2010, Herakilion. **Abstracts...** Herakilion, Crete Island, Greece, 2010. p. 61.

REYNOLDS, A.M.; O'DOHERTY, J.V. The effect of amino acid restriction during the grower phase on compensatory growth, carcass composition and nitrogen utilization in grower-finisher pigs. **Livestock Science**, Dublin, Irlanda, v. 104, p. 112- 120, 2006.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2005. 186 p.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa, MG, Editora UFV, 2011. 252 p.

ROCHA, G.C.; DONZELE, J.L.; SILVA, F.C.O. et al. Nutritional plans of digestible lysine for growing-finishing gilts. **R. Bras. Zootec.**, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil, v. 43, n. 9, p. 457-463, 2014.

SAMPAIO, C.A.P.; CRISTANI, J.; DUBIELA, J.A. et al. Avaliação do ambiente térmico em instalações para crescimento e terminação de suínos utilizando os índices de conforto térmico nas condições tropicais. **Ciência Rural**, Lages, SC, Brasil, v. 34, p. 785-790, 2004.

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**, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil, v. 40, n. 5, p. 1038-1044, 2011.

STAHLY, T.S.; CROMWELL, G.L.; TERHURNE, D. Responses of high, medium and low lean growth genotypes to dietary amino acid regimen. **J. Anim. Sci.**, v. 69, p. 364, 1991.

STAHLY, T.S.; WILLIAMS, N.H.; SWENSON, N.H. et al. Impact of genotype and dietary regimen on growth of pigs from 6 to 25 kg. **Journal of Animal Science**, v. 72, p. 165, 1994.

UNRUH, J.A.; FRIESEN, K.G.; STUEWE, S.R. et al. The influence of genotype, sex, and dietary lysine on pork subprimal cut yields and carcass quality of pigs fed to either 104 or 127 kilograms. **Journal of Animal Science**, v. 74, n. 6, p. 1274-1283, 1996.

WILLIAMS, N.H.; STAHLY, T.S.; ZIMMERMAN, D.R. et al. Effect of chronic immune system activation on the rate, efficiency, and composition of growth and

lysine needs of pigs fed from 6 to 27 kg. **Journal of Animal Science**, Iowa State University, Ames, USA, v. 75, p. 2463-2471, 1997.

ZANGERONIMO, M.G.; FIALHO, E.T.; LIMA, J.A.F. et al. Performance and carcass characteristics of swine from 20 to 50 kg receiving diets with reduced crude protein and different levels of true digestible lysine. **Ciência Rural**, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil, v. 39, p. 1507-1513, 2009.

## **CAPÍTULO II**

### **Planos nutricionais de lisina digestível para suínos machos castrados em crescimento e terminação criados em ambiente termoneutro**

#### **RESUMO**

O experimento foi realizado com o objetivo de avaliar planos nutricionais de lisina digestível (Ld) para suínos machos castrados em fase de crescimento e terminação. Oitenta animais ( $26,6 \pm 1,7$  kg) foram distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso para avaliar cinco planos nutricionais de Ld (8,0-7,0-6,0; 9,0-8,0-7,0; 10,0-9,0-8,0; 11,0-10,0-9,0; 12,0-11,0-10,0 g de lisina digestível por kg de ração, respectivamente, nas fases dos 65 aos 105, dos 106 aos 135 e dos 136 aos 160 dias de idade), com oito repetições e dois animais por unidade experimental (baia). A ração e a água foram fornecidas à vontade aos animais durante todo o período experimental, que teve duração de 95 dias. Aos 135 dias de vida dos suínos, os animais foram pesados, receberam a quantidade de ração em cada baia (descontadas as sobras e desperdícios) e, também, foram submetidos à análise de ultrassom para avaliação da área de olho de lombo e da espessura de toucinho. Ao final do período experimental (160 dias), os animais foram pesados, e após o abate as carcaças foram avaliadas individualmente, com o auxílio de pistola tipificadora, para avaliação da porcentagem e quantidade de carne na carcaça e da espessura de toucinho. A temperatura do ar média observada no interior do galpão durante o período experimental foi de 21,6 °C. Os planos nutricionais não influenciaram ( $P>0,05$ ) o consumo diário de ração, variáveis de desempenho e características de carcaça e qualidade de carne no período total do experimento. O plano nutricional de lisina digestível correspondente aos níveis sequenciais de 8,0-7,0-6,0 g de Ld por kg de ração fornecidos, respectivamente, dos 65 aos 105, dos 106 aos 135 e dos 136 aos 160 dias atende às exigências de lisina digestível para melhores resultados de desempenho, características de carcaça e qualidade de carne.

**Palavras-chave:** Aminoácidos, carcaça, desempenho, suínos.

## ABSTRACT

### **Nutritional plans of digestible lysine for growing-finishing barrows maintained in a thermoneutral environment**

This trial was conducted aiming to evaluate nutritional plans for growing-finishing barrows. Eighty barrows with 65 days of age and initial weight of  $26,6 \pm 1,7$  kg were allocated in a randomised block design with five nutritional plans of digestible lysine (8,0-7,0-6,0; 9,0-8,0-7,0; 10,0-9,0-8,0; 11,0-10,0-9,0 e 12,0-11,0-10,0 g of digestible lysine per kg of feed, from 65 to 105, 106 to 135 and 136 to 160 days of age, respectively) with eight replicates and two pigs per pen (experimental unity). Diets and water were provided *ad libitum* to the animals throughout the experimental period that lasted 90 days. At 135 days old, pigs were weighed and the amount of feed provided in each pen (discounted leftovers and wastes) and subjected to analysis of ultrasound for evaluation of loin eye area as well as backfat thickness. The mean air temperature observed inside of the shed during the experimental period was 21.6°C. At the end of the experimental period (160 days) the animals were weighed and after slaughter, carcasses were evaluated individually using a typifying pistol to evaluate the percentage and the content of carcass meat and backfat thickness. For the whole period (65 to 160 days), it was not observed influence of the nutritional plans on the daily feed intake, performance variables, carcass characteristics and meat quality. It was conclude that the nutritional plan containing 8,0-7,0-6,0 g of digestible lysine per kg of feed of digestible lysine fed from 65 to 105, 106 to 135 and 136 to 155 days, respectively, meets the requirements of digestible lysine for better performance, carcass characteristics and meat quality.

**Keywords:** Amino acid, carcass, performance, swine.

## INTRODUÇÃO

A alta demanda de consumidores e indústria por carne suína de pouca gordura tem feito com que as grandes empresas suinícolas adotem programas de melhoramento genético, preocupando-se em produzir suínos de linhagens que possam ser abatidos mais pesados sem afetar o desempenho, visando à obtenção de animais que maximizem a deposição de carne em detrimento da produção de gordura.

Desse modo, para obtenção de progênies que apresentem carcaças magras com maior quantidade de carne é importante a utilização de suínos híbridos comerciais de alto potencial genético de deposição de carne magra na carcaça (KILL et al., 2003). Dentro desse contexto, é importante destacar que suínos de elevado potencial genético para produção de carne magra necessitam de níveis mais elevados de lisina na ração, em relação aos de baixo e de médio potencial, para maximizar seu desempenho e a taxa de deposição de proteína na carcaça, principalmente nas fases de crescimento e terminação (FRIESEN et al., 1995). E para maximizar a deposição de carne na carcaça são necessárias dietas devidamente balanceadas em aminoácidos (FORTES et al., 2011).

Constata-se, assim, que, por apresentar maior influência na deposição de proteína pelos suínos, a lisina aparece como grande destaque, sendo por isso o primeiro aminoácido limitante em rações para suínos à base de milho e farelo de soja (NRC, 1998). Segundo Yen et al. (1986), a mudança na concentração de lisina da ração deve ser acompanhada por alteração proporcional dos demais aminoácidos essenciais, pois o balanço ideal dos aminoácidos essenciais com a lisina evitaria possíveis variações nas respostas dos animais, o que ocasionaria erros na estimativa da exigência de lisina dos animais.

Com relação à metodologia utilizada na determinação das exigências de lisina para suínos em crescimento e terminação, constata-se que essas têm sido convencionalmente determinadas e recomendadas por fases independentes, considerando, em geral, o nível de lisina que maximiza o desempenho e, ou, a deposição muscular dos suínos em cada fase (NRC, 1998; BSAS, 2003;

ROSTAGNO et al., 2011). No entanto, essa forma pode superestimar a exigência de lisina dos suínos (MILLET et al., 2010).

Nesse sentido, tem sido sugerida a importância de se trabalhar com planos nutricionais interdependentes nas fases de crescimento e terminação, pelo fato de serem mais eficientes e precisos na determinação das exigências nutricionais dos suínos (KILL et al., 2003; SOUZA, 2009), estando a vantagem dos planos nutricionais nas fases interdependentes ligada, principalmente, à influência metabólica que o nível de determinado nutriente nas fases iniciais de crescimento pode exercer em sua exigência nas fases posteriores (MAIN et al., 2008).

Nesse contexto, propôs-se realizar este estudo com o objetivo de avaliar planos nutricionais com níveis sequenciais de lisina digestível para suínos machos castrados do crescimento à terminação (65 a 160 dias ou 26 a 123 kg).

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Granja de Suínos da Fazenda Experimental Vale do Piranga, de propriedade da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), localizada no município de Oratórios, MG, Brasil. Foram utilizados 80 suínos machos castrados, híbridos comerciais (AGPIC 425 x Camborough 25), provenientes de uma única granja produtora de leitões, com 65 dias de idade.

Os animais foram distribuídos em um delineamento experimental de blocos ao acaso, composto de cinco planos nutricionais de Ld (8,0-7,0-6,0; 9,0-8,0-7,0; 10,0-9,0-8,0; 11,0-10,0-9,0; 12,0-11,0-10,0 g de lisina digestível por kg de ração, respectivamente, nas fases dos 65 aos 105, dos 106 aos 135 e dos 136 aos 160 dias de idade), com oito repetições e dois animais por baia, que foi considerada a unidade experimental. Na formação dos blocos, levou-se em consideração o peso dos animais.

As rações experimentais para as fases dos 65 aos 105 dias (Tabela 3), dos 106 aos 135 dias (Tabela 4) e dos 136 aos 160 dias (Tabela 5) foram formuladas à base de milho e farelo de soja, suplementadas com minerais, vitaminas e aminoácidos, para atender às exigências nutricionais de suínos machos castrados de alto potencial genético com desempenho superior, exceto para a Ld, de acordo com Rostagno et al. (2011). Os diferentes níveis de Ld das dietas experimentais foram obtidos a partir da inclusão de L-Lisina HCl 78%, em substituição ao amido. As relações mínimas aminoacídicas entre a lisina e os demais aminoácidos essenciais foram atendidas de acordo com o padrão de proteína ideal proposto por Rostagno et al. (2011).

Os animais foram alojados em galpão de alvenaria com piso de concreto e coberto com telhas de amianto. As baias continham comedouros semiautomáticos, bebedouros tipo chupeta e dispunham de área de 1,87 m<sup>2</sup>/animal.

As condições ambientais no interior do galpão experimental foram monitoradas e registradas quatro vezes ao dia (7, 10 e 13 16 h) por meio de termômetro de máxima e mínima, termômetro de globo negro, termômetro de bulbo

seco e termômetro de bulbo úmido, que foram mantidos em um corredor no centro do galpão. Os valores registrados foram convertidos no índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), segundo Buffington et al. (1981), para a caracterização do ambiente.

As rações e a água foram fornecidas à vontade aos animais durante todo o período experimental (95 dias). As rações, as sobras e os desperdícios foram pesados periodicamente e os animais, pesados individualmente aos 65, 135 e 160 dias, para determinação do consumo de ração diário (CRD), do ganho de peso diário (GPD) e da conversão alimentar (CA).

Ao final do período experimental, todos os animais permaneceram em jejum alimentar por 15 horas, sendo posteriormente pesados, embarcados em caminhão e transportados para o frigorífico Saudali, localizado no município de Ponte Nova, MG. No frigorífico, os suínos foram alojados em baias coletivas de espera com acesso livre à água. Por ocasião do abate, os suínos foram insensibilizados pelo método elétrico (eletronarcole) e, posteriormente, sangrados, escaldados e eviscerados.

Na linha de abate, as carcaças foram avaliadas individualmente com o auxílio de pistola tipificadora “Stork-SFK”, utilizando-se o sistema informatizado “Fat-o-MeaterFom”. A pistola foi introduzida na altura da 3ª vértebra dorsal, transpassando o toucinho e o músculo *Longissimus dorsi*, conforme metodologia adotada pelo frigorífico. Foram obtidos os dados de porcentagem e da quantidade de carne na carcaça e espessura de toucinho.

No período dos 65 aos 160 dias foram avaliados: CRD, GPD, CA, peso final e, por meio de pistola tipificadora, a quantidade e porcentagem de carne na carcaça e a espessura de toucinho.

As amostras foram coletadas 24 horas após o abate na câmara fria, sendo uma amostra de 20 cm do músculo *Longissimus dorsi* – situado na meia carcaça direita retirada –, embaladas a vácuo no frigorífico e separadas em amostras, para realização das análises de força de cisalhamento, perdas por gotejamento e cocção. As amostras embaladas a vácuo foram levadas para o Laboratório de Carnes do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, para análise.

Tabela 3 - Composições centesimais e nutricionais calculadas das dietas experimentais para suínos machos castrados em fase de crescimento

| Ingredientes                                  | Lisina digestível, g/kg |        |        |        |        |
|-----------------------------------------------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|
|                                               | 8,0                     | 9,0    | 10,0   | 11,0   | 12,0   |
| Composições centesimais                       |                         |        |        |        |        |
| Milho grão moído                              | 68,061                  | 68,061 | 68,061 | 68,061 | 68,061 |
| Farelo de soja 45%                            | 26,645                  | 26,645 | 26,645 | 26,645 | 26,645 |
| Óleo de soja                                  | 0,980                   | 0,980  | 0,980  | 0,980  | 0,980  |
| Fosfato monobicálcico                         | 1,100                   | 1,100  | 1,100  | 1,100  | 1,100  |
| Amido                                         | 1,069                   | 0,914  | 0,649  | 0,350  | 0,000  |
| Calcário calcítico                            | 0,865                   | 0,865  | 0,865  | 0,865  | 0,865  |
| Sal comum                                     | 0,420                   | 0,420  | 0,420  | 0,420  | 0,420  |
| Premix vitamínico <sup>1</sup>                | 0,250                   | 0,250  | 0,250  | 0,250  | 0,250  |
| Premix mineral <sup>2</sup>                   | 0,200                   | 0,200  | 0,200  | 0,200  | 0,200  |
| L-Lisina HCl 78%                              | 0,000                   | 0,128  | 0,258  | 0,387  | 0,518  |
| DL-Metionina 99%                              | 0,000                   | 0,039  | 0,072  | 0,131  | 0,192  |
| L-Treonina 98%                                | 0,000                   | 0,017  | 0,090  | 0,159  | 0,233  |
| L-Triptofano 98%                              | 0,000                   | 0,010  | 0,000  | 0,017  | 0,036  |
| L-Valina 96,5%                                | 0,000                   | 0,000  | 0,000  | 0,014  | 0,090  |
| Sulfato de colistina 8%                       | 0,400                   | 0,400  | 0,400  | 0,400  | 0,400  |
| Butil-hidroxitolueno – BHT                    | 0,010                   | 0,010  | 0,010  | 0,010  | 0,010  |
| Composição nutricional calculada <sup>3</sup> |                         |        |        |        |        |
| E. metabolizável (kcal/kg)                    | 3.230                   | 3.230  | 3.230  | 3.230  | 3.230  |
| Proteína bruta (%)                            | 18,09                   | 18,22  | 18,42  | 18,64  | 18,92  |
| Lisina digestível (%)                         | 0,800                   | 0,900  | 1,000  | 1,100  | 1,200  |
| Met + Cis digestível (%)                      | 0,522                   | 0,531  | 0,600  | 0,650  | 0,709  |
| Treonina digestível (%)                       | 0,572                   | 0,587  | 0,653  | 0,715  | 0,782  |
| Triptofano digestível (%)                     | 0,183                   | 0,183  | 0,183  | 0,199  | 0,216  |
| Valina digestível (%)                         | 0,746                   | 0,746  | 0,746  | 0,759  | 0,830  |
| Isoleucina digestível (%)                     | 0,675                   | 0,675  | 0,675  | 0,675  | 0,675  |
| Cálcio (%)                                    | 0,634                   | 0,634  | 0,634  | 0,634  | 0,634  |
| Fósforo disponível (%)                        | 0,315                   | 0,315  | 0, 315 | 0, 315 | 0, 315 |
| Sódio (%)                                     | 0,180                   | 0,180  | 0,180  | 0,180  | 0,180  |

<sup>1</sup>Contendo no mínimo por quilograma: 2.000.000 UI de vitamina A; 300.000 UI de vitamina D3; 5.000 UI de vitamina E; 625 mg de vitamina K3; 5.000 mcg de vitamina B12; 1.000 mg de vitamina B2; 12,5 mg de biotina; 2.500 mg de ácido pantotênico; 6.250 mg de niacina; 500 mg de butil-hidroxitolueno; 250 mg de vitamina B1; 500 mg de vitamina B6; 150 mg de ácido fólico; 60 g de colina; e 12,5 g de vitamina C.

<sup>2</sup>125 mg de cobalto; 125 mg de selênio; 17,5 g de ferro; 5.000 mg de cobre; 10 g de manganês; 20 g de zinco; 200 mg de iodo; e veículo q.s.p. 1.000 g.

<sup>3</sup>Composição nutricional calculada com base nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2011).

Tabela 4 - Composições centesimais e nutricionais calculadas das dietas experimentais para suínos machos castrados dos 106 aos 135 dias

| Ingredientes                                  | Lisina digestível, g/kg |        |        |        |        |
|-----------------------------------------------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|
|                                               | 7,0                     | 8,0    | 9,0    | 10,0   | 11,0   |
| Composições centesimais                       |                         |        |        |        |        |
| Milho grão moído                              | 72,834                  | 72,834 | 72,834 | 72,834 | 72,834 |
| Farelo de soja 45%                            | 22,400                  | 22,400 | 22,400 | 22,400 | 22,400 |
| Óleo de soja                                  | 0,700                   | 0,700  | 0,700  | 0,700  | 0,700  |
| Fosfato monobicálcico                         | 1,200                   | 1,200  | 1,200  | 1,200  | 1,200  |
| Amido                                         | 1,055                   | 0,903  | 0,649  | 0,347  | 0,000  |
| Calcário calcítico                            | 0,900                   | 0,900  | 0,900  | 0,900  | 0,900  |
| Sal comum                                     | 0,391                   | 0,391  | 0,391  | 0,391  | 0,391  |
| Premix vitamínico <sup>1</sup>                | 0,250                   | 0,250  | 0,250  | 0,250  | 0,250  |
| Premix mineral <sup>2</sup>                   | 0,200                   | 0,200  | 0,200  | 0,200  | 0,200  |
| L-Lisina HCl 78%                              | 0,000                   | 0,130  | 0,259  | 0,389  | 0,518  |
| DL-Metionina 99%                              | 0,000                   | 0,000  | 0,047  | 0,117  | 0,178  |
| L-Treonina 98%                                | 0,000                   | 0,022  | 0,098  | 0,170  | 0,244  |
| L-Triptofano 98%                              | 0,000                   | 0,000  | 0,002  | 0,021  | 0,040  |
| L-Valina 96,5%                                | 0,000                   | 0,000  | 0,000  | 0,011  | 0,085  |
| Sulfato de colistina 8%                       | 0,060                   | 0,060  | 0,060  | 0,060  | 0,060  |
| Butil-hidroxitolueno – BHT                    | 0,010                   | 0,010  | 0,010  | 0,010  | 0,010  |
| Composição nutricional calculada <sup>3</sup> |                         |        |        |        |        |
| E. metabolizável (kcal/kg)                    | 3.230                   | 3.230  | 3.230  | 3.230  | 3.230  |
| Proteína bruta (%)                            | 16,52                   | 16,64  | 16,84  | 17,07  | 17,34  |
| Lisina digestível (%)                         | 0,700                   | 0,800  | 0,900  | 1,000  | 1,100  |
| Met + Cis digestível (%)                      | 0,486                   | 0,486  | 0,532  | 0,600  | 0,660  |
| Treonina digestível (%)                       | 0,517                   | 0,537  | 0,606  | 0,670  | 0,738  |
| Triptofano digestível (%)                     | 0,161                   | 0,161  | 0,163  | 0,180  | 0,198  |
| Valina digestível (%)                         | 0,681                   | 0,681  | 0,681  | 0,690  | 0,760  |
| Isoleucina digestível (%)                     | 0,607                   | 0,607  | 0,607  | 0,607  | 0,607  |
| Cálcio (%)                                    | 0,658                   | 0,658  | 0,658  | 0,658  | 0,658  |
| Fósforo disponível (%)                        | 0,328                   | 0,328  | 0,328  | 0,328  | 0,328  |
| Sódio (%)                                     | 0,170                   | 0,170  | 0,170  | 0,170  | 0,170  |

<sup>1</sup> Contendo no mínimo por quilograma: 2.000.000 UI de vitamina A; 300.000 UI de vitamina D3; 5.000 UI de vitamina E; 625 mg de vitamina K3; 5.000 mcg de vitamina B12; 1.000 mg de vitamina B2; 12,5 mg de biotina; 2.500 mg de ácido pantotênico; 6.250 mg de niacina; 500 mg de butil-hidroxitolueno; 250 mg de vitamina B1; 500 mg de vitamina B6; 150 mg de ácido fólico; 60 g de colina; e 12,5 g de vitamina C.

<sup>2</sup>125 mg de cobalto; 125 mg de selênio; 17,5 g de ferro; 5.000 mg de cobre; 10 g de manganês; 20 g de zinco; 200 mg de iodo; e veículo q.s.p. 1.000 g.

<sup>3</sup>Composição nutricional calculada com base nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2011).

Tabela 5 - Composições centesimais e nutricionais calculadas das dietas experimentais para suínos machos castrados dos 106 aos 135 dias

| Ingredientes                                  | Lisina digestível, g/kg |        |        |        |        |
|-----------------------------------------------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|
|                                               | 6,0                     | 7,0    | 8,0    | 9,0    | 10,0   |
| Composições centesimais                       |                         |        |        |        |        |
| Milho grão moído                              | 77,328                  | 77,328 | 77,328 | 77,328 | 77,328 |
| Farelo de soja 45%                            | 18,210                  | 18,210 | 18,210 | 18,210 | 18,210 |
| Óleo de soja                                  | 0,600                   | 0,600  | 0,600  | 0,600  | 0,600  |
| Fosfato monobicálcico                         | 1,140                   | 1,140  | 1,140  | 1,140  | 1,140  |
| Amido                                         | 1,022                   | 0,885  | 0,646  | 0,365  | 0,000  |
| Calcário calcítico                            | 0,870                   | 0,870  | 0,870  | 0,870  | 0,870  |
| Sal comum                                     | 0,370                   | 0,370  | 0,370  | 0,370  | 0,370  |
| Premix vitamínico <sup>1</sup>                | 0,250                   | 0,250  | 0,250  | 0,250  | 0,250  |
| Premix mineral <sup>2</sup>                   | 0,200                   | 0,200  | 0,200  | 0,200  | 0,200  |
| L-Lisina HCl 78%                              | 0,000                   | 0,129  | 0,259  | 0,388  | 0,517  |
| DL-Metionina 99%                              | 0,000                   | 0,000  | 0,031  | 0,083  | 0,153  |
| L-Treonina 98%                                | 0,000                   | 0,008  | 0,081  | 0,155  | 0,228  |
| L-Triptofano 98%                              | 0,000                   | 0,000  | 0,005  | 0,025  | 0,044  |
| L-Valina 96,5%                                | 0,000                   | 0,000  | 0,000  | 0,006  | 0,080  |
| Butil-hidroxitolueno - BHT                    | 0,010                   | 0,010  | 0,010  | 0,010  | 0,010  |
| Composição nutricional calculada <sup>3</sup> |                         |        |        |        |        |
| Proteína bruta (%)                            | 14,94                   | 15,05  | 15,24  | 15,46  | 15,74  |
| Lisina digestível (%)                         | 0,600                   | 0,700  | 0,800  | 0,900  | 1,000  |
| Met + Cis digestível (%)                      | 0,451                   | 0,451  | 0,481  | 0,532  | 0,600  |
| Treonina digestível (%)                       | 0,464                   | 0,471  | 0,537  | 0,604  | 0,670  |
| Triptofano digestível (%)                     | 0,140                   | 0,140  | 0,145  | 0,163  | 0,180  |
| Valina digestível (%)                         | 0,616                   | 0,616  | 0,616  | 0,621  | 0,690  |
| Isoleucina digestível (%)                     | 0,539                   | 0,539  | 0,539  | 0,539  | 0,539  |
| Cálcio (%)                                    | 0,626                   | 0,626  | 0,626  | 0,626  | 0,626  |
| Fósforo disponível (%)                        | 0,310                   | 0,310  | 0,310  | 0,310  | 0,310  |
| Sódio (%)                                     | 0,162                   | 0,162  | 0,162  | 0,162  | 0,162  |

<sup>1</sup>Contendo no mínimo por quilograma: 2.000.000 UI de vitamina A; 300.000 UI de vitamina D3; 5.000 UI de vitamina E; 625 mg de vitamina K3; 5.000 mcg de vitamina B12; 1.000 mg de vitamina B2; 12,5 mg de biotina; 2.500 mg de ácido pantotênico; 6.250 mg de niacina; 500 mg de butil-hidroxitolueno; 250 mg de vitamina B1; 500 mg de vitamina B6; 150 mg de ácido fólico; 60 g de colina; e 12,5 g de vitamina C.

<sup>2</sup>125 mg de cobalto; 125 mg de selênio; 17,5 g de ferro; 5.000 mg de cobre; 10 g de manganês; 20 g de zinco; 200 mg de iodo; e veículo q.s.p. 1.000 g.

<sup>3</sup>Composição nutricional calculada com base nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2011).

As medidas de pH e temperatura da carcaça foram tomadas após 45 minutos do abate dos animais e após 24 horas de refrigeração, entre a 10<sup>a</sup> e a 11<sup>a</sup> costela de cada meia carcaça esquerda, com o auxílio de um medidor digital portátil de pH e temperatura (marca Testo modelo 250), com eletrodo de perfuração de vidro para a medida de pH e sonda metálica para medida de temperatura. Previamente, com a faca, perfuraram-se a pele, a manta de gordura e a carne, antes de inserir o eletrodo no músculo para realização da leitura (RAMOS; GOMIDE, 2007). As medidas de pH estão relacionadas a vários aspectos da carne, como: suculência, sabor, coloração, capacidade de retenção de água, e também auxilia na identificação de anomalias como as carnes do tipo PSE ou DFD.

Logo após a chegada do frigorífico, as amostras embaladas a vácuo do *Longissimus dorsi* foram utilizadas, sendo retirados todo o tecido conjuntivo e a gordura, em que cada corte variava de 80 a 100 g. Para obtenção da perda por gotejamento, as amostras foram pesadas – o peso inicial (Pi) foi obtido em balança semianalítica – e, em seguida, colocadas numa rede plástica, depois em um saco plástico inflado (para não estabelecer contato) e suspensas em refrigerador doméstico, na temperatura de 4 °C. Depois de 48 horas nessa temperatura, as amostras foram enxutas com papel-toalha e novamente pesadas, obtendo-se o peso final (Pf) separadamente das embalagens, sempre na mesma balança. A porcentagem de perdas totais foi obtida através da relação entre o peso inicial e o peso final.

Para perda de líquido por cocção (PLC), uma amostra de carne previamente congelada foi identificada e colocada sobre a grade de uma geladeira doméstica por 24 horas, a 4 °C, para descongelar. Após 24 horas, a amostra foi retirada da geladeira, enxugada levemente com papel-toalha e pesada novamente. Parte da amostra descongelada na geladeira permaneceu por 30 minutos na temperatura ambiente, sendo, em seguida, cozida em banho-maria. A água foi previamente aquecida por 20 minutos a 70 °C e, após esse período, colocada no gelo para cessar o cozimento. Foi utilizado sempre um mesmo número de amostras e uma amostra representando cada um dos cinco tratamentos por cozimento. Após esse procedimento, bifes foram retirados do banho-maria e mantidos à temperatura ambiente para resfriar. A seguir, foram embalados, identificados e deixados por mais 24 horas na geladeira, sendo pesados novamente após esse período. A porcentagem de perdas totais foi obtida através da relação entre o bife congelado e o bife cozido.

Os bifes após o cozimento foram utilizados para avaliar a maciez da carne, que foi estimada através da força de cisalhamento. As amostras (bifes) para análise de maciez foram retiradas com espessura de 2,54 cm. No momento da análise, essas amostras foram descongeladas em geladeira durante 24 horas, à temperatura de 5 °C, até atingirem temperatura interna de 2 a 5 °C. Cinco amostras cilíndricas de 1,27 cm de diâmetro foram removidas de cada bife, de forma paralela à orientação das fibras musculares, utilizando-se um amostrador de aço inox devidamente afiado. As amostras cilíndricas foram cisalhadas a uma temperatura entre 2 e 5 °C, perpendicularmente à orientação das fibras musculares, utilizando-se lâmina de corte em V, com angulação de 60°, 1,016 mm de espessura e velocidade fixa de 20 cm/min, acoplada ao texturômetro Warner-Bratzler® (G-R Electrical Manufacturing Company, Manhattan – KS, USA).

Para determinação da cor, foi utilizada uma amostra de carne de cada carcaça, bife do *Longissimus dorsi* com 2,54 cm de espessura (mais ou menos 130 g), que foi armazenada e embalada a vácuo por mais 24 horas, em *freezer* a -20 °C. As amostras foram descongeladas em ambiente refrigerado a 5 °C, em bandejas de isopor recobertas com filme permeável, e após 40 minutos de exposição ao ar (temperatura ambiente) foi feita a leitura da coloração. A leitura foi realizada com o auxílio de um colorímetro portátil com sistema de cor em absorbância e transmitância. Os índices  $L^*$  = luminosidade (0 = preto e 100 = branco);  $a^*$  = tonalidade de vermelho (+ tende a vermelho e - tende a verde); e  $b^*$  = tonalidade de amarelo (+ tende a amarelo e - tende a azul) foram obtidos, considerando-se o valor médio de cinco leituras realizadas em diferentes pontos de cada músculo.

Partes das amostras do músculo *longissimus dorsi* foram liofilizadas a vácuo a -80 °C. Cada amostra foi moída em moinho tipo bola convencional. Em seguida, as análises de extrato etéreo (EE) das amostras foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV. De acordo com o método AOCS (Am 5-04, AOCS, 2009), a avaliação do conteúdo de EE foi realizada com um extrator XT15 (Ankom®), utilizando-se éter de petróleo. Alíquotas de 0,7 a 0,8 g foram embaladas em sacos XT4 (Ankom®), que foram selados por calor. Os sacos foram secos (105 °C) durante 3 h, para reduzir o teor de umidade, sendo, então, pesados. Após esse procedimento, a extração foi realizada durante 50 min a 90 °C. Depois disso, os sacos foram secos em estufa (105 °C durante 30 min) e pesados. A

massa de EE foi quantificada pela diferença de peso do saco com a amostra antes e depois da extração (SILVA et al., 2011).

Os dados foram analisados por meio dos procedimentos GLM do SAS Statistical Analysis System Institute, Inc., Cary, NC, USA. Em caso de significância do efeito dos planos nutricionais, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período experimental, dos 65 aos 160 dias, a temperatura do ar registrada no interior do galpão foi de  $21,6 \pm 3,2$  °C e correspondeu a um ITGU calculado de  $70,9 \pm 3,9$ . Como neste estudo a média da temperatura do ar ficou dentro da faixa de termoneutralidade proposta por Coffey et al. (2000) e o valor calculado do ITGU ficou muito próximo do intervalo considerado por Orlando et al. (2006) como de termoneutralidade para suínos dos 60 aos 100 kg, pode-se afirmar que os animais permaneceram em ambiente de termoneutralidade durante o período experimental.

Os planos nutricionais não influenciaram ( $P>0,05$ ) o consumo de ração diário dos suínos, independentemente do período avaliado. De forma similar, Kiefer et al. (2011), Alebrante et al. (2012), Rocha et al. (2014) e Corassa et al. (2013), em estudos realizados, respectivamente, com suínos machos imunocastrados, leitoas e suínos machos castrados dos 54 aos 165 dias, também não verificaram variação significativa do consumo voluntário de ração em função dos planos nutricionais relativos a níveis sequenciais de Ld. Com a consistência de resultados entre os estudos, pode-se afirmar que os suínos não ajustam a ingestão voluntária de alimento para atender à demanda de lisina em função do seu nível na dieta.

O fato de o consumo de ração não ter variado entre os tratamentos pode também ser indicativo de que o perfil de aminoácidos das rações, que ficaram no mínimo na relação preconizada como proteína ideal para cada categoria animal, conforme Rostagno et al. (2011), estava adequadamente balanceado. Relatos de Edmonds e Baker (1987) e De La Llata et al. (2007) confirmam que o desbalanço de aminoácidos na ração pode influenciar negativamente o consumo voluntário de alimento pelos suínos.

Tabela 6 - Desempenho de suínos machos castrados no período dos 65 aos 135 e dos 65 aos 160 dias em função dos diferentes planos nutricionais constituídos de níveis de lisina digestível (Ld)

| Níveis de lisina digestível, g/kg                                                         |                 |       |        |         |          |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------|--------|---------|----------|-------|
| Variáveis                                                                                 | 65 a 135 dias   |       |        |         |          | CV(%) |
|                                                                                           | 8-7             | 9-8   | 10-9   | 11-10   | 12-11    |       |
| Peso final, kg                                                                            | 96,1            | 95,7  | 99,7   | 99,1    | 97,4     | 3,97  |
| Consumo de ração, g/d                                                                     | 2.391           | 2.418 | 2.393  | 2.530   | 2.408    | 6,84  |
| Ganho de peso, g/d                                                                        | 1011            | 997   | 1040   | 1060    | 1026     | 5,49  |
| Conversão alimentar                                                                       | 2,35            | 2,42  | 2,30   | 2,38    | 2,35     | 5,26  |
|                                                                                           | 65 aos 160 dias |       |        |         |          | CV(%) |
|                                                                                           | 8-7-6           | 9-8-7 | 10-9-8 | 11-10-9 | 12-11-10 |       |
| Peso final, kg                                                                            | 121,5           | 121,6 | 126,2  | 123,3   | 121,9    | 3,92  |
| Consumo de ração, g/d                                                                     | 2.615           | 2.610 | 2.677  | 2.588   | 2.616    | 6,06  |
| Ganho de peso, g/d                                                                        | 1003            | 1003  | 1050   | 1021    | 1003     | 4,98  |
| Conversão alimentar                                                                       | 2,58            | 2,61  | 2,55   | 2,52    | 2,61     | 3,52  |
| Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem pelo teste de Tukey (P<0,05). |                 |       |        |         |          |       |

O ganho de peso diário dos animais não variou ( $P > 0,05$ ) entre os planos nutricionais nos períodos dos 65 aos 135 e dos 65 aos 160 dias. Esses resultados estão consistentes com os de Kiefer et al. (2011), Corassa et al. (2013) e Rocha et al. (2014), que, trabalhando, respectivamente, com suínos machos imunocastrados, leitoas e suínos machos castrados dos 60 aos 165 dias, também não observaram efeito dos tratamentos no ganho de peso diário nos períodos experimentais avaliados.

Souza (2009) e Corassa et al. (2013) verificaram, entretanto, que os planos nutricionais relativos a níveis sequenciais de Ld resultaram em variação significativa no GPD dos suínos machos castrados e fêmeas dos 60 aos 135 dias, o que não foi observado quando se considerou o período total dos 60 aos 165 dias. A variação de resultados com relação ao trabalho de Corassa et al. (2013) pode estar relacionado a fatores como a diferença na genética dos animais e a alta temperatura a que os animais foram expostos (30 °C). Com relação ao estudo de Souza (2009), pode ser justificada a variação no fornecimento de ração, que foi feito de forma restrita, de acordo com a curva de consumo da genética dos animais, também associado a períodos de alta temperatura de até 27 °C.

Esses resultados evidenciam que suínos recebendo planos nutricionais com menores níveis de Ld são capazes de compensar o menor ganho de peso nas fases iniciais quando avaliados em períodos mais longos (na fase de terminação).

Não se verificou efeito ( $P>0,05$ ) dos planos nutricionais na conversão alimentar dos animais nos diferentes períodos avaliados. Resultados semelhantes foram obtidos por Alebrante et al. (2012) e Rocha et al. (2014), que, avaliando planos nutricionais com o uso de níveis sequenciais de Ld similares aos deste estudo, para suínos de diferente sexos, também não observaram variação significativa da conversão alimentar dos animais entre os tratamentos, dos 54 aos 160 dias. No entanto, em estudos conduzidos com suínos machos imunocastrados dos 67 aos 165 dias, em ambiente de alta temperatura, Kiefer et al. (2011) verificaram influência significativa dos planos nutricionais relativos a níveis sequenciais de lisina digestível na CA dos animais.

Com esses resultados, ficou comprovado que a alta temperatura consistentemente altera o padrão de resposta da taxa de crescimento e eficiência alimentar dos suínos, com consequente efeito na sua exigência nutricional. Em estudos conduzidos com suínos em terminação em condições de termoneutralidade e calor, Souza et al. (2015) constataram que os níveis de lisina digestível que proporcionaram os melhores resultados de CA variaram em razão da temperatura ambiente a que os animais foram expostos.

Considerando o fato de que neste estudo, na fase de crescimento, os animais apresentaram melhora linear na CA, pode-se afirmar, considerando os dados de eficiência dos animais na fase de terminação – que não variaram entre os tratamentos –, que os suínos submetidos aos menores níveis de lisina digestível foram capazes de compensar a sua ineficiência alimentar na fase anterior. Relatos de Millet et al. (2011) confirmaram que suínos em terminação utilizam os aminoácidos de forma mais eficiente quando alimentados com dietas com menores níveis desses nutrientes nas fases iniciais. Coerente com esses resultados, Ruiz-Ascacibar et al. (2017) também verificaram que suínos dos 120 aos 140 kg foram capazes de expressar a deposição compensatória de proteína na carcaça.

Não se observou efeito ( $P>0,05$ ) dos planos nutricionais na quantidade de carne e na espessura de toucinho dos suínos. Coerente com este estudo, Souza (2009), Alebrante et al. (2012a), Corassa et al. (2013) e Rocha et al. (2014) também

não encontraram efeito significativo dos planos nutricionais referentes aos níveis sequenciais de lisina, similares ao deste estudo, nas características de carcaça de suínos de diferentes sexos ao abate aos 160 dias.

Kiefer et al. (2011), entretanto, avaliando planos nutricionais referentes a níveis sequenciais de lisina digestível para suínos machos imunocastrados dos 67 aos 165 dias em ambiente de alta temperatura, constataram variação significativa nas características de carcaça dos animais. Assim, pode-se inferir que a temperatura ambiente constitui fator que pode influenciar tanto o desempenho quanto as características de carcaças dos suínos.

Tabela 7 - Características de carcaça de suínos machos castrados no período dos 65 aos 135 e dos 65 aos 160 dias em função dos diferentes planos nutricionais constituídos de níveis de lisina digestível

|                           | Níveis de lisina digestível, g/kg |       |        |         |          |       |
|---------------------------|-----------------------------------|-------|--------|---------|----------|-------|
|                           | 65 a 160 dias                     |       |        |         |          |       |
|                           | 8-7-6                             | 9-8-7 | 10-9-8 | 11-10-9 | 12-11-10 | CV(%) |
| Quantidade de carne (kg)  | 56,0                              | 54,3  | 56,2   | 55,7    | 54,5     | 5,55  |
| Espessura de toucinho, mm | 14,1                              | 12,5  | 13,2   | 13,2    | 12,6     | 14,04 |

Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Embora neste estudo a relação energia:lisina tenha aumentado à medida que se reduziu o nível desse nutriente na dieta, a espessura de toucinho que não variou significativamente entre os tratamentos apresentou aumento de 11,9% no seu valor absoluto quando se compararam os níveis extremos de lisina digestível avaliados.

Os dados de composição de carcaça obtidos neste estudo estão consistentes com os de desempenho, em que a CA não variou entre os tratamentos. Segundo Patience et al. (2015), a conversão alimentar dos suínos varia em função da composição da carcaça quanto à relação entre proteína e gordura depositada.

Com relação à qualidade de carne, não se verificou efeito ( $P > 0,05$ ) dos planos nutricionais de Ld na força de cisalhamento. Em estudos conduzidos com suínos de diferentes sexos para avaliar níveis de lisina digestível nas fases de crescimento e terminação, Bidner et al. (2004), Hyun et al. (2007) e Moore et al. (2016) também não constataram influência desses níveis na força de cisalhamento

na carne dos animais. Os valores médios de força de cisalhamento da carne obtidos neste estudo estão dentro da faixa de normalidade para carne suína entre 2,16 até 2,4 kgf/g, de acordo a National Pork Producers Council (1998).

Tabela 8 - Características de qualidade de carne de suínos machos castrados no período dos 65 aos 160 dias em função dos diferentes planos nutricionais constituídos de níveis de lisina digestível (Ld)

| Variáveis                 | Níveis de lisina digestível, g/kg |       |        |         |          | CV(%) |
|---------------------------|-----------------------------------|-------|--------|---------|----------|-------|
|                           | 8-7-6                             | 9-8-7 | 10-9-8 | 11-10-9 | 12-11-10 |       |
| Força de cisalhamento     | 2,16                              | 2,36  | 2,26   | 2,40    | 2,38     | 18,9  |
| Perda por gotejamento (%) | 10,1                              | 9,7   | 10,6   | 9,7     | 10,0     | 18,6  |
| pH inicial                | 5,95                              | 5,99  | 6,06   | 6,12    | 6,13     | 5,13  |
| pH final                  | 5,39                              | 5,39  | 5,44   | 5,49    | 5,51     | 4,23  |
| Temperatura inicial (°C)  | 25,41                             | 24,83 | 26,00  | 25,86   | 24,9     | 8,88  |
| Temperatura final (°C)    | 2,37                              | 2,47  | 2,65   | 2,67    | 2,70     | 20,65 |
| Perda por cocção (%)      | 20,0                              | 19,8  | 19,6   | 19,6    | 19,8     | 9,79  |
| Extrato etéreo (%)        | 7,16                              | 6,83  | 6,09   | 5,89    | 5,75     | 23,1  |
| L*                        | 57,1                              | 56,7  | 57,1   | 55,8    | 56,0     | 3,16  |
| a*                        | 6,14                              | 6,39  | 6,06   | 6,02    | 6,01     | 10,5  |
| b*                        | 13,6                              | 13,81 | 13,4   | 13,4    | 13,3     | 4,90  |
| Extrato etéreo (%)        | 7,16                              | 6,83  | 6,09   | 5,89    | 5,75     | 23,1  |

Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Os planos nutricionais não influenciaram ( $P > 0,05$ ) a perda de água por gotejamento e a perda por cocção. Resultados semelhantes foram obtidos por Bidner et al. (2004) e Alonso et al. (2010), que também não observaram efeito dos níveis de lisina digestível na perda por gotejamento da carne dos suínos. Com relação à perda por cocção, Moore et al. (2016) também não verificaram influência dos níveis de lisina digestível sobre essa característica de qualidade da carne de suínos.

O pH inicial (45 minutos após o abate) e final (24 horas após o abate) não foram influenciados ( $P > 0,05$ ) pelos planos nutricionais. De forma semelhante, Teye et al. (2006), Alonso et al. (2010) e Moore et al. (2016) não constataram variação significativa no pH inicial e final de suínos devido ao aumento dos níveis de lisina digestível da ração.

Os valores de pH inicial e final obtidos neste estudo são considerados como adequados para a carne suína, se considerado que National Pork Producers Council (1998) propõe valores de pH inicial maiores que 5,8 e de pH final menores que 5,9, como referência de normalidade para carne suína.

Como de acordo com Ruusunen et al. (2007) a perda de água por gotejamento apresenta correlação negativa com o pH inicial, o fato de neste estudo o pH inicial não ter apresentado variação significativa está consistente com dados de perda de água por gotejamento.

Não ocorreu variação ( $P>0,05$ ) nos parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  de coloração da carne, em razão dos planos nutricionais. Os resultados deste estudo estão consistentes com os de Madeira et al. (2013) e Moore et al. (2016), que, avaliando níveis de lisina para suínos em crescimento e terminação, não observaram variação significativa nos parâmetros de coloração  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  da carne entre os tratamentos.

Visto que a luminosidade ( $L^*$ ) está relacionada com a capacidade de retenção de água pela carne e que neste estudo a perda de água foi adequada, pode-se inferir que a suculência da carne não foi comprometida.

Considerando que, de acordo com Suárez-Belloch et al. (2015), o valor de amarelo ( $b^*$ ) está relacionado à gordura intramuscular, havendo correlação positiva entre essas duas variáveis, o aumento não significativo de 19,7% no valor absoluto de gordura intramuscular verificado neste estudo não foi suficiente para influenciar essa variável.

Com relação ao valor de coloração vermelha ( $a^*$ ) da carne, os resultados estão coerentes com o relato de Zanardi et al. (1999), que afirmaram que os níveis de lisina têm pouca influência nessa variável de qualidade de carne de suínos.

Não se observou efeito ( $P>0,05$ ) dos planos nutricionais na concentração de gordura intramuscular (GMI). Apesar de não ter sido observada diferença significativa, foi constatada redução gradativa e consistente de até 19,7% no valor absoluto da concentração da gordura intramuscular, à medida que se elevou a concentração de lisina na dieta.

A correlação negativa entre o nível de lisina da dieta e a concentração de gordura intramuscular obtida neste estudo pode estar associada a um provável aumento da expressão das proteínas SREBP1 e PPAR $\gamma$  ligadas à lipogênese. Essa

proposição está fundamentada no estudo desenvolvido por Wang et al. (2012), que verificaram que o aumento da gordura intramuscular com a redução do nível de lisina estaria relacionado ao aumento da expressão das proteínas SREBP1 e PPAR $\gamma$  no músculo *Longissimus dorsi* do animal.

Além de um possível incremento da expressão dessas duas proteínas, o aumento da concentração da gordura intramuscular (GIM) no músculo *Longissimus dorsi* encontrado neste estudo pode estar também associado ao aumento da disponibilidade de energia, em razão da redução do Ld entre os tratamentos. Segundo LI et al. (2016), o aumento da disponibilidade de energia, em nível celular, pode resultar em diminuição da atividade da enzima AMPK $\alpha$ , o que desencadeia a ativação das enzimas lipogênicas acetil-CoA carboxilase (ACC) e o ácido graxo sintetase (FAS), favorecendo a deposição de gordura no músculo.

Ainda com relação à concentração de GMI, Doran et al. (2007) associaram o aumento da GMI com elevação da atividade da enzima esteoril-CoA dessaturase (SCD) no músculo, ocorrida em razão da redução da proteína da dieta. Ainda segundo esses autores, o efeito da redução da proteína na sua atividade é tecido-dependente, sendo mais expressiva no tecido muscular do que no tecido adiposo subcutâneo. Consistente com esse relato, foi constatado neste estudo que o efeito da redução da lisina na deposição de gordura foi mais expressivo no tecido muscular (19,7%), em comparação com o tecido adiposo subcutâneo (11,9%). Assim, ficou evidenciado que a variação do conteúdo de gordura intramuscular em razão da diminuição do nível de lisina na dieta pode estar relacionada a vários fatores.

Com os dados de desempenho, características de carcaça e qualidade de carne obtidas neste estudo, em que os níveis sequenciais de lisina de 8,0-7,0-6,0 g de Ld por kg de ração atenderam à exigência dos animais, pode-se afirmar que as exigências nutricionais para suínos machos castrados de potencial de crescimento similar ao deste estudo (1027x1016 g/dia) propostas por Rostagno et al. (2011), em que os níveis de lisina digestível variam de 0,943 até 0,748%, podem estar superestimadas.

## CONCLUSÃO

O plano nutricional de lisina digestível correspondente aos níveis sequenciais de 8,0-7,0-6,0 g de Ld por kg de ração fornecidos, respectivamente, dos 65 aos 105, dos 106 aos 135 e dos 136 aos 160 dias, atende às exigências de lisina digestível para melhores resultados de desempenho, características de carcaça e qualidade de carne.

## REFERÊNCIAS

ALEBRANTE, L.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Lisina digestível para suínos machos imunocastrados em crescimento e terminação. In: REUNIÃO ANUAL DA DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 49., 2012, Brasília. **Anais...** Brasília: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2012a. (CD-ROM).

ALEBRANTE, L.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Lisina digestível para suínos machos não castrados em crescimento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 49., 2012, Brasília. **Anais...** Brasília: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2012b. (CD-ROM).

ALONSO, V.; CAMPO, M.D.M.; PROVINCIAL, L. et al. Effect of protein level in commercial diets on pork meat quality. **Meat Science**, Zaragoza, Spain, v. 85, p. 7-14, 2010.

BIDNER, B.S.; ELLIS, M.; WITTE, D.P. et al. Influence of dietary lysine level, pre-slaughter fasting, and rendement napole genotype on fresh pork quality. **Meat Science**, University of Illinois at Urbana-Champaign, USA, p. 68, 53-60, 2004.

BUFFINGTON, D.E.; COLAZZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H. et al. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v. 24, p. 711-714, 1981.

COFFEY, R.D.; PARKER, G.R.; LAURENT, K.M. **Feeding growing-finishing pigs to maximize lean grow rate**. University of Kentucky – College of Agriculture, 2000.

CORASSA, A.; KIEFER, C.; GONÇALVES, L.M.P. et al. lysine nutritional plans for swine from initial to finishing phase. **Arch. Zootec.**, Bom Jesus, SC, Brasil, v. 62, p. 533-542, 2013.

CROMWELL, G.L.; CLINE, T.R.; CRENSHAW, J.D. The dietary protein and (or) lysine requirements of barrows and gilts. **Journal of Animal Science**, Ramsgate Rd, Sandwich, Kent, UK, v. 71, p. 1510-1519, 1993.

DE LA LLATA, M.; DRITZ, S.S.; TOKACH, M.D. et al. Effects of increasing lysine to calorie ratio and dietary fat addition in growing-finishing pigs reared in a commercial environment: I. Growth performance and carcass characteristics. **The Professional Animal Scientist.**, Kansas State University, Manhattan, USA, v. 23, p. 417-428, 2007.

DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M.; FREITAS, R.T.F. et al. Níveis de lisina para suínos machos inteiros, dos 30 aos 60 kg de peso vivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil, v. 23, p. 974-982, 1994.

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

FRIESEN, K.G.; NELSEN, J.L.; UNRUH, J.A. et al. Effects of the interrelationship between genotype, sex, and dietary lysine on growth performance and carcass composition in finishing pigs fed to either 104 or 127 kilograms. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, p. 946-954, 1994.

FRIESEN, K.G.; NELSEN, J.L.; GOODBAND, R.D. et al. The effect of dietary lysine on growth, carcass composition, and lipid metabolism in high-lean growth gilts fed from 72 to 136 kilograms. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, p. 3392-3401, 1995.

FONTES, D.O.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Níveis de lisina para leitoas selecionadas geneticamente para deposição de carne magra, dos 30 aos 60 kg, mantendo constante a relação entre lisina e metionina+cistina, treonina, triptofano, isoleucina e valina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil, v. 29, p. 776-783, 2000.

FORTES, E.I.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Digestible lysine for 63 to 103 day-old barrows of genetic lines selected for lean deposition. **Ver. Bras. Zootecn.**, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil, v. 40, p. 2167-2171, 2011

GEESINK, G.H.; BEKHIT, A.D.; BICKERSTAFFE, R. Rigor temperature and meat quality characteristics of lamb longissimus muscle. **Meat Science**, Lincoln University, Canterbury, New Zealand, v. 78, p. 2842-2848, 2000.

GOMES, F.E.; FIALHO, E.T.; LIMA, J.A.F. et al. Planos de nutrição baseados em níveis de lisina para suínos de diferentes genótipos abatidos aos 80 e 100 kg de peso vivo. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, MG, Brasil, v. 24, p. 479-489, Abr./Jun. 2000.

HYUN, Y.; KIM, J.D.; ELLIS, M. et al. Effect of dietary leucine and lysine levels on intramuscular fat content in finishing pigs. **Can. J. Anim. Sci.**, University of Illinois, Urbana, USA, v. 87, p. 303-306, 2007.

PATIENCE, J.F.; ROSSONI-SERÃO, M.C.; GUTIÉRREZ, A.N. et al. A review of feed efficiency in swine: biology and application. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, Ames, USA, v. 6, p. 33, 2015.

KESSLER, A.M. Exigências nutricionais para máximo rendimento de carne em suínos. In: SIMPÓSIO SOBRE RENDIMENTO E QUALIDADE DA CARNE SUÍNA, 1998, Concórdia. **Anais...** Concórdia, SC: EMBRAPA-CNPSA, 1998. p. 18-25.

KHLIJI, S.R.; VAN DE VEN, T.A.; LAMB, M. et al. Relationship between consumer ranking of lamb colour and objective measures of colour. **Meat Sci.**, Canberra and Dubbo, Austrália, v. 85, p. 224-229, 2010.

KIEFER, C.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M.D. et al. Lisina digestível para suínos machos não castrados de alto potencial genético em fase de crescimento. **Ciência Rural**, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil, v. 40, p. 1630-1635, 2010.

KIEFER, C.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M.D. et al. Planos nutricionais de lisina digestível para suínos machos imunocastrados em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil, v. 40, p. 1955-1960, 2011.

KIEFER, C.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M.D. et al. Nutritional plans for boars. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil, v. 41, p. 1448-1453, 2012.

KILL, J.L.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Planos de nutrição para leitoas com 19 alto potencial genético para deposição de carne magra dos 65 aos 105 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil, v. 32, p. 1330-1338, 2003.

LI, Y.; LI, F.; CHEN, S. et al. Chronic consumption of protein-restricted diets modulates lipid and energy metabolism in skeletal muscle of growing pigs. **J. Agric. Food Chem.**, University of Memphis, USA, v. 64, p. 9412-9420, 2016.

MADEIRA, M.S.; COSTA, P.; ALFAIA, C.M. et al. The increased intramuscular fat promoted by dietary lysine restriction in lean but not in fatty pig genotypes improves pork sensory attributes. **J. Anim. Sci.**, Vale de Santarém, Portugal, v. 91, p. 3177-3187, 2013.

MAIN, R.G.; DRITZ, S.S.; TOKACH, M.D. et al. Determining an optimum lysine:calorie ratio for barrows and gilts in a commercial finishing facility. **Journal of Animal Science**, Kansas State University, Manhattan, USA, v. 86, p. 2190-2207, 2008.

MOORE, K.L.; MULLAN, B.P.; KIM, J.C. An evaluation of the alternative feeding strategies, blend feeding, three-phase feeding or a single diet, in pigs from 30 to 100 kg live weight. **Animal Feed Science and Technology**, Bentley Delivery Centre, Australia, v. 216, p. 273-280, 2016.

MOREIRA, I.; KUTSCHENKO, M.; FURLAN, A.C. et al. C. Exigência de lisina para suínos em crescimento e terminação, alimentados com rações de baixo teor de proteína, formuladas de acordo com o conceito de protein ideal. **Acta Scientiarum, Animal Sciences**, Maringá, PR, Brasil, v. 26, p. 537-542, 2004.

NATIONAL RESEACH COUNCIL – NRC. **Nutrients requirements of swine**. 10. ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 1998. 189 p.

NATIONAL RESEACH COUNCIL – NRC. **Nutrients requirements of swine**. 11. ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 2012. 400 p.

O'CONNELL, M.K.; LYNCH, P.B.; O'DOHERTY, J.V. A comparison between feeding a single diet or phase feeding a series of diets, with either the same or reduced crude protein content, to growing finishing pigs. **Animal Science**, Irlanda, v. 81, p. 297-303, 2005.

O'CONNELL, M.K.; LYNCH, P.B.; O'DOHERTY, J.V. Determination of the optimum dietary lysine concentration for boars and gilts penned in pairs and in groups in the weight range 60 to 100 kg. **Animal Science**, Irlanda, v. 82, p. 65-73, 2006.

OLIVEIRA, A.L.S. **Níveis de lisina para suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne magra dos 95 aos 125 kg**. 2001. 42 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.

ORLANDO, U.A.D.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de proteína bruta e suplementação de aminoácidos em rações para leitoas mantidas em ambiente termoneutro dos 60 aos 100 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil, v. 35, p. 478-484, 2006.

OWEN, K.Q.; KNABE, D.A.; BURGOON, K.G. et al. Self-selection of diets and lysine requirements of growing-finishing swine. **J. Anim. Sci.**, v. 72, p. 554-564, 1994.

QUINIOU, N.; NOBLET, J.; DOURMAD, J.Y. et al. Influence of energy supply on growth characteristics in pigs and consequences for growth modelling. **Livestock Production Science**, França, v. 60, p. 317-328, 1999.

QUINIOU, N. et al. Impact of the non castration of male pigs on growth performance and behavior-comparison with barrows and gilts. In: ANNUAL MEETING OF THE EUROPEAN ASSOCIATION FOR ANIMAL PRODUCTION, 8., 2010, Herakilion. **Abstracts...** Herakilion, Crete Island, Greece, 2010. p. 61.

ROCHA, G.C.; DONZELE, J.L.; SILVA, F.C.O. et al. Nutritional plans of digestible lysine for growing-finishing gilts. **R. Bras. Zootec.**, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil, v. 43, p. 457-463, 2014.

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

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais.** 2. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2005. 186 p.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais.** 3. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2011. 252 p.

RUUSUNEN, M.K.; PARTANEN, K.; PÖSÖ, R. et al. The effect of dietary protein supply on carcass composition, size of organs, muscle properties and meat quality of pigs. **Livestock Science**, Helsinki, Finland, v. 107, p. 170-181, 2007.

SOUZA, L.P.O. **Níveis de lisina digestível e planos de nutrição baseados em níveis de lisina digestível para suínos machos castrados e fêmeas, dos 18 aos 107 kg.** 2009. 54 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

SOUZA, M.F. **Lisina digestível e ractopamina em rações para suínos machos castrados em terminação nos períodos de inverno e verão.** 2015. 81 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil, 2015.

SU´AREZ-BELLOCH, J.; LATORRE, M.A.; GUADA, J.A. The effect of protein restriction during growing period on carcass, meat and fat quality of heavy barrows and gilts. **Meat Science**, Zaragoza, Espanha, v. 112, p. 16-23, 2015.

TEYE, G.A.; SHEARD, P.R.; WHITTINGTON, F.M. et al. Influence of dietary oils and protein level on pork quality. 1. Effects on muscle fatty acid composition, carcass, meat and eating quality. **Meat Science**, Langford, Bristol, UK, v. 73, p. 157-165, 2006.

WANG, J.; ZHAO, S.; SONG, X. et al. Low protein diet up-regulate intramuscular lipogenic gene expression and down-regulate lipolytic gene expression in growth-finishing pigs. **Livestock Science**, Yaan, China, v. 148, p. 119-128, 2012.

ZANARDI, E.; NOVELLI, E.; GHIRETTI, G.P. et al. Colour stability and vitamin E content of fresh and processed pork. **Food Chemistry**, Itália, v. 67, p. 163-171, 1999.

ZHANG, J.; YIN, J.; ZHOU, X. et al. Effects of lower dietary lysine and energy content on carcass characteristics and meat quality in growing-finishing pigs. **Asian-Aust. J. Anim. Sci.**, Beijing, China, v. 21, n. 12, p. 1785-1790, 2008.