

LEONARDO FONSECA FARIA

**PLANOS NUTRICIONAIS DE LISINA DIGESTÍVEL PARA SUÍNOS MACHOS  
CASTRADOS EM CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO MANTIDOS EM AMBIENTE DE  
CALOR**

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  
2018

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

T Faria, Leonardo Fonseca, 1992-  
F224p Planos nutricionais de lisina digestível para suínos  
2018 machos castrados em crescimento e terminação mantidos  
em ambiente de calor / Leonardo Fonseca Faria. – Viçosa,  
MG, 2018.  
viii, 31 f. : il. ; 29 cm.

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

1. Suínos. 2. Suínos – Carcaças. 3. Suínos – Registros de  
desempenho. 4. Carne - Qualidade. I. Universidade Federal de  
Viçosa. Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-  
Graduação em Zootecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 636.4

LEONARDO FONSECA FARIA

**PLANOS NUTRICIONAIS DE LISINA DIGESTÍVEL PARA SUÍNOS MACHOS  
CASTRADOS EM CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO MANTIDOS EM  
AMBIENTE DE CALOR**

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: 05 de dezembro de 2018.



Alysson Saraiva



Rogério Pinto



Francisco Carlos de Oliveira Silva  
(Presidente)

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus pais Vander dos Santos Faria e Alessandra Fonseca Faria

Aos meus irmãos Guilherme Fonseca faria e Luiz Gustavo Fonseca Faria,

A todos os demais familiares e amigos.

***“Transportai um punhado de terra todos os dias e fareis uma montanha.”***

Confúcio

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente tenho que agradecer a Deus, pelo dom da vida e pôr me dar as ferramentas para que eu possa enfrentar todos os desafios impostos durante essa caminhada até esta conquista.

À minha mãe Alessandra e ao meu pai Vander, exemplos! Exemplos de caráter, personalidade e de perseverança. Por não medirem esforços para me proporcionar uma educação digna, ensinamento de vida, valores éticos e por uma criação cercada de amor e afeto dedico está conquista a vocês!

Aos meus irmãos Luiz Gustavo e Guilherme, pelos momentos de alegria e por me ensinarem que “desistir” é uma palavra que não podemos nos dar o luxo compor o nosso dicionário da vida e por me darem força durante os bons e maus momentos o meu muito obrigado!

A todos os meus demais familiares, pelo esforço incondicional para a união de nossa família em todos os momentos.

À Professora Rita Flávia Miranda de Oliveira Donzele, pela orientação durante minha caminhada acadêmica e por me aceitar no núcleo de pesquisas em bioclimatologia animal, sem dúvidas foi um marco nas minhas pretensões profissionais. Pelas críticas e “puxões de orelha” sempre ponderadas e construtivas os meus sinceros agradecimentos e eterna gratidão.

Ao Professor Juarez Lopes Donzele, o senhor sem dúvidas me apresentou os verdadeiros ensinamentos da pesquisa científica. Sua confiança no meu trabalho se tornou um alicerce de confiança, amizade, respeito e admiração. Sua visão sempre além da sala de aula foi de extrema importância para o entendimento que somos imperfeitos e necessitamos de aperfeiçoamento constante em nossa área de atuação. Serei extremamente grato por ter convivido, aprendido e compartilhado os mais variados conhecimentos durante todos esses anos. Obrigado Professor!

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

Ao Professor Márcio de Souza Duarte, pelos conselhos, sugestões e pela ajuda nas análises durante a realização deste trabalho.

A equipe da Bioclimatologia pela amizade e pelo aprendizado no decorrer destes

anos e que levarei sempre comigo.

A Academia a qual tenho orgulho fazer de parte, de estudar em um dos cursos de maior reconhecimento no Brasil e que forma profissionais com excelência.

Aos meus amigos Marcos, Thales, Gustavo, Maykelly, pela importante ajuda na condução deste experimento, realmente vocês fizeram a diferença!

Aos meus amigos Amanda, Tarciso, Rodrigo, Jéssica, Jorge, Mariane e Joseane, por terem sido importantes na minha formação acadêmica e pessoal e pelos ensinamentos. Amigos que levarei para a vida toda!

Aos Drs. Fernando Augusto de Souza e Bruno Oliver Rosa, por terem me recebido de braços abertos durante meu estágio no Centro de Pesquisas da Agroceres Multimix.

A todos os funcionários da Fazenda Experimental Vale do Piranga da EPAMIG, pelo suporte durante o experimento. Em especial, ao meu grande amigo José Carlos “Salame”, o senhor foi um pai durante esse período. Companheiro, amigo, “orientador” e sem dúvidas um exemplo de funcionário e pessoa. Levarei os nossos momentos para toda a minha vida e serei eternamente grato pela sua ajuda. Você é o cara!

A minha namorada Catharina pelo amor, apoio, compreensão e incentivo em todos os momentos.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão da bolsa de estudos e apoio financeiro para execução do projeto de pesquisa. A turma de Zootecnia 2011 e a todos os meus amigos de Viçosa!

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

## **BIOGRAFIA**

LEONARDO FONSECA FARIA, filho de Vander dos Santos Faria e Alessandra Fonseca Faria, nasceu em 22 de julho de 1992, em Viçosa, Minas Gerais.

Em março de 2011, iniciou o Curso de Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, graduando-se em julho de 2016.

Em agosto de 2015, ingressou no Programa de Estágio da empresa Agrocereis Multimix, concluindo-o em fevereiro de 2016.

Em agosto de 2016, 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 06 de dezembro de 2018.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>viii</b>
<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	<b>1</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>4</b>
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>6</b>
<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>8</b>
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>18</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>19</b>
Tabela 1 - Composição percentual e nutricional das rações experimentais para suínos machos castrados dos 60 aos 100 dias de idade .....	25
Tabela 2 - Composição percentual e nutricional das rações experimentais para suínos machos castrados dos 101 aos 130 dias de idade .....	26
Tabela 3 - Composição percentual e nutricional das rações experimentais para suínos machos castrados dos 131 aos 160 dias de idade .....	27
Tabela 5. Desempenho de suínos machos castrados no período dos 60 aos 100, 100 aos 130 e dos 130 aos 160 dias de idade em função dos diferentes planos nutricionais constituídos nos níveis de lisina digestível.....	28
Tabela 4 - Características de carcaça de suínos machos castrados no período dos 60 aos 160 dias.....	29
Tabela 7 - Características de qualidade de carne de suínos machos castrados no período dos 60 aos 160 dias em função dos diferentes planos nutricionais constituídos de níveis de Lisdig. ....	30
<b>ANEXO</b> .....	<b>31</b>

## RESUMO

FARIA, Leonardo Fonseca, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2018. **Planos nutricionais de lisina digestível para suínos machos castrados em crescimento e terminação mantidos em ambiente de calor.** Orientador: Juarez Lopes Donzele. Coorientador: Francisco Carlos de Oliveira Silva.

O experimento foi realizado com o objetivo de avaliar planos nutricionais de lisina digestível ( $Lis_{dig}$ ) para suínos machos castrados em fases de crescimento e terminação. Oitenta animais ( $22,7 \pm 1,1$  kg) foram distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso para avaliar cinco planos nutricionais de  $Lis_{dig}$  (8,0-7,0-6,0; 9,0-8,0-7,0; 12,0-11,0-10,0; 12,0-11,0,0-7,0; 12,0-8,0-7,0 g de  $Lis_{dig}$  por kg de ração, respectivamente, nas fases dos 60 aos 100, dos 101 aos 130 e dos 131 aos 160 dias de idade), com oito repetições e dois animais por unidade experimental (baia). A ração e a água foram fornecidas *ad libitum* aos animais durante todo o período experimental (100 dias). Aos 60, 130 e 160 dias de vida, os animais foram pesados e submetidos à análise de ultrassom para avaliação da área de olho de lombo e da espessura de toucinho. Ao final do período experimental, 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  $26,2 \pm 2,90^{\circ}C$ . Os planos nutricionais não influenciaram ( $P > 0,05$ ) o consumo diário de ração, e o ganho de peso, porém, houve efeito sobre a conversão alimentar ( $P < 0,05$ ). Não houve influência dos planos nutricionais ( $P < 0,05$ ) sobre características de carcaça e qualidade de carne, exceto para a gordura intramuscular que apresentou diferença ( $P < 0,05$ ) no período total do experimento. O plano nutricional de  $Lis_{dig}$  correspondente aos níveis sequenciais de 9,0- 8,0-7,0 g de  $Lis_{dig}$  por kg de ração fornecidos, respectivamente, dos 60 aos 100, dos 101 aos 130 e dos 131 aos 160 dias atende às exigências de  $Lis_{dig}$  para melhores resultados de conversão alimentar e gordura intramuscular.

## ABSTRACT

FARIA, Leonardo Fonseca, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, December, 2018. **Nutritional plans of digestible lysine for growing-finishing barrows maintained in a heat environment.** Adviser: Juarez Lopes Donzele. Co-Adviser: Francisco Carlos de Oliveira Silva

This trial was conducted aiming to evaluate nutritional plans of digestible lysine ( $Lis_{dig}$ ) for growing-finishing barrows. Eighty barrows with 65 days of age and initial weight of  $22,7 \pm 1,1$  kg were allocated in a randomised block design with five nutritional plans of  $Lis_{dig}$  (8,0-7,0-6,0; 9,0-8,0-7,0; 12,0-11,0-10,0; 12,0-11,0-7,0 e 12,0-11,0-7,0 g of  $Lis_{dig}$  per kg of feed, from 60 to 100, 101 to 130 and 131 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 (100 days). At 60, 130 and 160 days old, pigs were weighed and the amount of feed provided in each pen (discounted leftovers and wastes) and subjected subjected to analysis of ultrasound for evaluation of loin eye area as well as backfat thickness. 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. The mean air temperature observed inside of the shed during the experimental period was  $26,2 \pm 2,90^{\circ}C$ . For the whole period (60 to 160 days), it was not observed influence of the nutritional plans on the daily feed intake, performance variables, carcass characteristics and meat quality, except for feed conversion and amount of intramuscular fat. It was conclude that the nutritional plan containing 9,0-8,0-7,0 g of digestible lysine per kg of feed of digestible lysine fed from 60 to 100, 101 to 130 and 131 to 160 days, respectively, meets the requirements of  $Lis_{dig}$  for feed conversion and amount of intramuscular fat.

## INTRODUÇÃO GERAL

A intensificação das pesquisas nas áreas da genética, nutrição e sanidade na suinocultura visam a exploração do máximo potencial genético dos animais, melhores índices de eficiência alimentar e de características de carcaça. Dentre os fatores citados a nutrição se tornou uma área de interesse não só da comunidade científica, mas também dos produtores e dos profissionais que trabalham diretamente dentro da cadeia produtiva (COTTRELL et al., 2015).

Dentro dos custos de produção que compõe a suinocultura a nutrição representa cerca de 70-75% do custo total de produção (EMBRAPA, 2017) sendo que a utilização de fontes proteicas contribui para aumentar esse valor. Além disso o aumento do preço das comódites atrelada à volatilidade cambial (dólar) e a diminuição das exportações devido a recessão econômica aumentam os custos de produção da carne suína, diminuindo significativamente as margens de lucro da atividade. Isso leva a necessidade de atualização constante das exigências de aminoácidos para suínos visando aumentar a eficiência do uso dessas fontes, a lucratividade e rentabilidade da atividade (SCHNEIDER et al., 2011).

Dentre os aminoácidos considerados essenciais a lisina tem sido considerada como limitante em rações a base de milho e farelo de soja, sendo o nutriente que mais influencia na deposição de proteína corporal, seja pela sua constância na composição da proteína corporal devido ao seu número reduzido de rotas metabólicas dentro do organismo animal, pelo grande número de trabalhos de digestibilidade verdadeira e a facilidade de mensuração deste aminoácido dentro das rotinas de laboratório. Além disso a lisina vem sendo utilizada como referência para o estabelecimento das exigências de outros aminoácidos essenciais, segundo o conceito de proteína ideal (NRC, 2012).

Fatores como genótipo, sexo e categoria animal afetam a deposição de carne na carcaça e podem influenciar a exigência de lisina digestível dos animais. (ABREU et al., 2007). Por exemplo, o fornecimento de lisina digestível abaixo das exigências para leitões em fase de crescimento reduziu a área de olho de lombo (AOL) e piorou a eficiência alimentar dos animais. Neste mesmo trabalho o fornecimento de um nível acima do recomendado não melhorou a conversão alimentar das fêmeas levando a um aumento dos gastos com fontes de aminoácidos cristalinos e a uma maior excreção de nitrogênio no ambiente, o que é indesejável do ponto de vista ambiental (ROCHA et al., 2014).

Com base nesses conhecimentos, ajustar os requerimentos aminoácídicos, principalmente da lisina, para suínos machos castrados, fêmeas e machos inteiros nas fases de crescimento e terminação permite a maximização do desempenho dos animais com melhor retorno econômico, visto que há redução do excesso de aminoácidos na dieta. Inúmeros trabalhos foram conduzidos nos últimos anos para avaliar as exigências de lisina digestível ( $Lis_{dig}$ ) para suínos em crescimento e terminação (ROSTAGNO et al., 2011), entretanto grande parte dos trabalhos avaliaram as exigências por fases independentes.

A avaliação das exigências de  $Lis_{dig}$  em fases independentes pode levar a uma superestimação dos requerimentos em termos de nutrientes para o crescimento de suínos. Primeiramente esse tipo de estudos não leva em conta o efeito acumulativo que um determinado nível de  $Lis_{dig}$  adotado em uma fase pode provocar nas fases subsequentes. O metabolismo do tecido muscular ajusta o seu crescimento e a sua degradação com base na disponibilidade de lisina, assim o *turnover* proteico é dinâmico e desigual nas diferentes fases do crescimento animal (MAGOWAN et al. 2011).

Por outro lado, maximizar a deposição de tecido muscular em fases independentes não reflete a realidade adota em programas nutricionais visto que o ajuste metabólico que o animal faz culmina em desempenho semelhante se for levado em consideração a idade e não o peso como critério ao abate. Em linhas gerais o animal recebendo um nível sub-ótimo de  $Lis_{dig}$  pode apresentar o mesmo desempenho que um animal recebendo um nível ótimo (JACOB, 2017).

Visto a escassez de estudo em que a determinação das exigências de lisina digestível para suínos é feita com base em planos nutricionais, tem sido sugerido a adoção de uma nova estratégia nutricional com base em planos nutricionais interdependentes, nas fases de crescimento e terminação para suínos (SOUZA, 2009; SOUZA et al., 2011 e JACOB, 2017).

Como já mencionado existem fatores que podem influenciar os planos nutricionais para suínos nas fases de crescimento e terminação, um deles é o genótipo. Sendo que para esse fator o que diferencia um animal de alto potencial para outro de potencial reduzido é a capacidade de aproveitamento dos nutrientes associado a vários processos biológicos dentro do organismo (LOBLEY, 2003). 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 o conhecimento da interferência desses fatores no crescimento animal.

A seleção de suínos com alto potencial genético visa a criação de linhagens com elevada eficiência alimentar associada a carcaças de boa qualidade. Esses animais possuem exigências de nutrientes, principalmente de  $Lis_{dig}$ , diferentes para suplantar uma alta taxa de crescimento corporal (MAHAN JR & SHIELDS, 1998). Assim, os níveis de lisina sugeridos nos manuais e tabelas de recomendação de exigências nutricionais não atendem verdadeiramente às exigências de aminoácidos, principalmente os essenciais, dos diferentes genótipos de suínos disponíveis no mercado, evidenciando que a formulação de dietas para suínos deve ser constantemente reavaliada com base em experimentação (ROCHA et al., 2014).

Esse trabalho teve como o objetivo avaliar os efeitos de níveis de  $Lis_{dig}$  e de planos de nutrição baseados em níveis de  $Lis_{dig}$  para suínos machos castrados de alto potencial genéticos para deposição de carne magra no desempenho, características de carcaça e qualidade de carne nas fases de crescimento e terminação.

## 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.
- COTTRELL, J.J., LIU, F., HUNG, A.T., DIGIACOMO, K., CHAUHAN, S.S., LEURY, B.J., FURNESS, J.B., CELI, P., DUNSHEA, F.R., 2015. Nutritional strategies to alleviate heat stress in pigs. *Anim. Prod. Sci.* 55, 1391-1402.
- EMBRAPA SUÍNOS E AVES. Dados agrometeorológicos. Available at: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/meteor/>>. Acessado em: novembro 2017.
- JACOB, R.F. **Níveis e planos nutricionais de lisina digestível para suínos machos castrados em crescimento e terminação criados em ambiente termoneutro.** 2017. 47 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2017.
- LOBLEY, G. E. Protein turnover—what does it mean for animal production? **Canadian Journal of Animal Science**, v. 83, n. 3, p. 327-340, 2003.
- MAGOWAN, E.; BALL, M. E. E.; MCCRACKEN, K. J.; BEATTIE, V. E.; BRADFORD, R.; ROBINSON, M. J.; SCOTT, M.; GORDON, F. J.; MAYNE, C. S. The performance response of pigs of different wean weights to ‘high’ or ‘low’ input dietary regimes between weaning and 20 weeks of age. *Livestock Science*, v. 136, n. 2–3, p. 232–239, 1 abr. 2011.
- 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.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. Nutrients requirements of swine. 11. ed. Washington, D.C.: **National Academy of Sciences**, 400 p. 2012.
- ROCHA, G.C.; DONZELE, J.L.; SILVA, F.C.O. et al. Nutritional plans of digestible lysine for growing-finishing gilts. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil, v. 43, p. 457-463, 2014.

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<sup>a</sup>. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2011. 252 p.

SCHNEIDER, J.F., REMPEL, L.A., ROHRER, G.A., BROWN-BRANDL, T.M., 2011. Genetic parameter estimates among scale activity score and farrowing disposition with reproductive traits in swine. **Journal of Animal Science**. 89, 3514–3521.

SOUZA, E. O.; HAESE, D.; KILL, J. L.; HADDADE, I.; LACERDA, E. G.; SARAIVA, A.; SILVA, F. C. O.; SOBREIRO, R. Digestible lysine levels in diets supplemented with ractopamine. **Revista Brasileira de Zootecnia / Brazilian Journal of Animal Science**, v. 40, p. 2186-2191, 2011.

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.

## INTRODUÇÃO

A eficiência com que a proteína dietética é utilizada por suínos é dependente de fatores como a digestibilidade da própria proteína, o perfil aminoacídico e o balanço entre os aminoácidos e os requerimentos do animal. O fornecimento de dietas com excessos de aminoácidos provoca uma alta taxa de desaminação dos compostos proteicos e resulta em maior quantidade de ureia excretada na urina, ou seja, há uma maior quantidade de nitrogênio sendo excreto para o ambiente (KESSLER, 1998).

Encontrar um bom equilíbrio entre o fornecimento e o requerimento de aminoácidos é importante por diferentes motivos: primeiro a proteína é um nutriente relativamente caro e muitos países dependem de fontes de proteína importadas para alimentação animal, além de do seu valor de comercialização ser altamente volátil. Além disso, o uso ineficiente de proteínas alimentares contribui para o aumento da excreção de nitrogênio e o impacto ambiental da produção animal é um problema em diferentes áreas produtoras de suínos em todo o mundo (MILGEN & DOURMAD, 2015).

Tendo em vista esses aspectos, têm-se realizado várias pesquisas na área de nutrição de suínos utilizando o conceito de proteína ideal para formulações de dietas. Nesse conceito o uso de aminoácidos industriais entre outras vantagens permite adequar os níveis requeridos pelos suínos para síntese de proteínas corporais para máxima deposição de carne (CHIBA, 1995; DE LA LLATA et. al, 2007; CAMPOS, et al., 2010; SHELTON et. al, 2011).

No que diz respeito ao fornecimento de proteína, a lisina é o aminoácido mais estudado em termos de influência na taxa de síntese de proteína corporal. Mais de 18 experimentos observaram uma relação direta de deposição de proteína corporal diária e ingestão diária de lisina digestível (ileal verdadeira) acima da manutenção (NRC, 1998; NRC, 2012).

Alguns fatores externos como a densidade da dieta, em termos de proteína, e a forma de fornecimento da ração (*ad libitum* ou restrita) podem influenciar diretamente na taxa de deposição de carne e conseqüentemente na composição do ganho nos suínos. Além disso os fatores internos como: genética, sexo e idade dos animais promovem diferentes expressões do potencial de deposição de carne (SUÁREZ-BELLOCH et al., 2015). Os programas de melhoramento genético das linhagens suínas modernas têm como um dos seus objetivos a busca por carcaças de melhor qualidade e nesse contexto vários estudos vem demonstrando que genótipos de alto potencial genético para deposição de

carne tem suas exigências em aminoácidos, principalmente a lisina, aumentadas, demonstrando a necessidade de constantes avaliações.

Em relação ao sexo dos suínos também há uma diferença em termos de 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 (QUINIOU et al., 1999) e esse maior consumo voluntário de alimento pode proporcionar a ingestão de energia superior ao requerimento, e esse excesso de energia é direcionado para deposição de gordura (AROUCA et al., 2004).

Independentemente do potencial genético e do sexo dos suínos, o fornecimento de rações deficientes em lisina tem impacto na deposição proteica e, conseqüentemente, no crescimento e eficiência 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 no organismo (BSAS, 2003).

Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de planos nutricionais de lisina digestível no desempenho e nas características de carcaça de suínos machos castrados na fase de crescimento e terminação.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Todos os métodos envolvendo a manipulação dos suínos seguiram os princípios éticos da pesquisa com animais (CONCEA, 2016) e foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais de Produção (CEUAP) da Universidade Federal de Viçosa (protocolo 011/2018).

O experimento foi conduzido no Galpão Experimental de Suínos da Fazenda Experimental Vale do Piranga, da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), localizada no município de Oratórios, Minas Gerais, Brasil, a fazenda experimental se localiza a uma latitude de  $-20^{\circ} 25' 50''$  e longitude de  $-42^{\circ} 48' 20''$  na região da Zona da Mata mineira. Foram utilizados 80 suínos machos castrados, híbridos comerciais de alto potencial genético para deposição de carne (AGPIC 426 x Camborough 25) com média de 60 dias de idade. Esses animais foram cedidos pela Granja São Francisco, localizada no município de Oratórios cerca de 2 km de distância do galpão experimental.

Os animais foram distribuídos em um delineamento em blocos ao acaso, com cinco tratamentos, ou cinco planos nutricionais de  $Lis_d$ : 8,0-7,0-6,0; 9,0-8,0-7,0; 12,0-8,0-7,0; 12,0-11,0-7,0 e 12,0-11,0-10,0g de  $Lis_d$ /kg de ração. Cada nível de  $Lis_d$  foi fornecido aos animais respectivamente, nas fases dos 60 aos 100, dos 101 aos 130 e dos 131 aos 160 dias de idade), com oito repetições para cada tratamento e dois animais por baia, que foi considerada a unidade experimental. Na formação dos blocos, levou-se em consideração o peso inicial dos animais.

As rações experimentais para as fases de Crescimento (Tabela 1), Terminação I (Tabela 2) e de Terminação II (Tabela 3) foram formuladas à base de milho e farelo de soja e suplementadas com minerais, vitaminas e aminoácidos sintéticos para atender os requerimentos nutricionais de suínos machos castrados de alto potencial genético com desempenho superior, de acordo com Rostagno et al. (2011), exceto para a  $Lis_d$  que foi o objeto de investigação deste estudo. Para a obtenção dos diferentes níveis de  $Lis_d$  das rações experimentais foi incluído a L-Lisina HCl 78%, em substituição ao amido em quantidades iguais. 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).

Durante o período experimental os animais foram alojados dentro do galpão

experimental em baias dotadas de comedouros semi-automáticos e bebedouros do tipo chupeta, cada baia possuía 1,0m de altura e uma área de 1,80m<sup>2</sup>/animal. O piso das baias era de concreto e o telhado do galpão era coberto com telha de fibrocimento. A área externa era recoberta com grama e por todo o comprimento e largura do galpão e havia árvores para o sombreamento do telhado.

As variações de temperatura e a umidade relativa (UR) interna das baias foram monitoradas 3 vezes durante todo o período experimental, por meio de termômetro de máxima e mínima e pelo termômetro de globo negro, termômetro de bulbo seco e termômetro de bulbo úmido. O conjunto de termômetros foi mantido no centro de uma baia vazia a uma altura correspondente à meia altura dos animais. Os valores registrados foram convertidos no índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), segundo Buffington et al. (1981), para a caracterização do ambiente térmico.

Durante todo o período experimental (100 dias) a alimentação e a água foram fornecidas *ad libitum* aos animais. Caso houvesse ração com aspecto diferente do padrão normal, como mofada, molhada com urina ou com fezes as mesmas eram retiradas do comedouro e secadas para posterior pesagem assim como o desperdício de ração pelos animais afim de se calcular o consumo de ração diário (CRD). Os animais também foram pesados em jejum individualmente em balança de piso com capacidade de 250 kg ( $e=0,100$ ) aos 60, 130 e 160 dias, para o cálculo do ganho de peso diário (GPD) e da conversão alimentar (CA).

Após a pesagem aos 160 dias de idade todos os animais foram submetidos a um jejum alimentar por 16 horas, sendo posteriormente pesados, encaminhados ao embarcador, alojados em caminhão próprio e transportados para um frigorífico comercial localizado na Rodovia MG-826, KM 02, s/n – Zona Rural de Ponte Nova-MG. Ao chegar no frigorífico os suínos foram retirados do caminhão de transporte e alojados em baias coletivas de espera com acesso livre à água. Por ocasião do abate, os suínos foram insensibilizados pelo método elétrico, observando os sinais de sua efetividade (extensão dos membros, opistóno, rotação ventral do globo ocular, espasmos tônicos seguidos de clônicos, com eventual flacidez muscular), seguida de exsanguinação completa por meio da secção das artérias carótidas e veias jugulares. Os procedimentos seguem as recomendações das diretrizes de práticas de eutanásia do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (MCT, 2013).

Na linha de abate, dentro da área limpa do frigorífico, as carcaças foram evisceradas e foram avaliadas individualmente com o auxílio de pistola tipificadora

“Stork-SFK”, utilizando o software “Fat-o-MeaterFom”. A pistola utilizada para a avaliação foi introduzida na 3ª vertebra dorsal, transpassando o tecido adiposo subcutâneo e o musculo *Longissimus dorsi*, conforme metodologia adotada pelo frigorífico, sendo obtidos os dados de porcentagem e quantidade de carne magra na carcaça e espessura de toucinho.

Durante os 100 dias de experimento foram avaliados: peso inicial (PI), CRD, GPD, CA, peso final, quantidade e porcentagem de carne magra na carcaça e espessura de toucinho.

Dentro da câmara fria, após um período de 24 horas do abate, foi seccionada 1 amostra de cada unidade experimental de cerca de 20 cm do músculo *Longissimus dorsi*, localizado na meia carcaça direita retirada, embaladas a vácuo no frigorífico. Logo após as amostras foram transportadas para o Laboratório de Ciência da Carne (LCC) do Departamento de Zootecnia da UFV) para a realização das análises de força de cisalhamento, perda de água por descongelamento, perda de água por gotejamento, perda de água por cocção, cor e extrato etéreo.

Entre 45 minutos e 2 horas e 24 horas do abate foram mesuradas a temperatura e o pH da meia carcaça direita dos animais, entre a 10ª e a 11ª costela, com auxílio de um peagâmetro digital e termômetro (Testo 205® pH/Temperature), com sonda de penetração protegida com vidro para medida de pH e sonda metálica para medida de temperatura. Previamente à mensuração foi realizado um corte transversal de 3 cm de diâmetro e de 5 cm de profundidade perfurando-se a pele, a manta de tecido adiposo e a carne para a introdução das sondas para a realização da leitura (RAMOS & GOMIDE,2007 e JACOB, 2017). Características relacionadas a qualidade tecnológica e de palatabilidade da carne suína como: suculência, sabor, coloração, capacidade de retenção de água estão intimamente ligadas ao binômio pH e temperatura após o abate, além dos defeitos de qualidade, conhecidos como carne pálida, flácida e exsudativa (PSE) e a carne escura firme e seca (DFD).

No LCC do Departamento de Zootecnia todas as amostras previamente embaladas a vácuo do músculo *Longissimus dorsi* foram separadas e retiradas porções variando de 80 a 100g sem a presença de gordura subcutânea ou tecido conjuntivo. A porcentagem de perda de água por gotejamento foi obtida pela relação entre o peso inicial (Pi) e o peso (Pf) das amostras individualmente. Para obtenção do Pi as amostras foram pesadas em balança semianalítica. Após pesadas as amostras foram colocadas em saco plástico inflado a fim de não estabelecer contato e posteriormente suspensas em câmara fria a uma

temperatura de 4°C por 48 horas. Em seguida as amostras foram enxutas com papel-toalha e novamente pesadas para obtenção do Pf.

Foi avaliada a perda de líquido no descongelamento e na cocção. Para esta avaliação foram seccionadas amostras de 2,5cm de espessura de aproximadamente 100g, sem a presença de gordura subcutânea ou tecido conjuntivo. As amostras previamente congeladas foram pesadas, embaladas a vácuo em sacos de polietileno, identificadas e armazenadas em geladeira doméstica em bandejas plásticas sem empilhá-las a uma temperatura de 4°C por 24 horas para descongelarem. Após as 24 horas, as amostras foram enxugadas levemente com papel toalha e pesadas. As amostras descongeladas foram novamente embaladas a vácuo e deixadas em temperatura ambiente por 30 minutos. Transcorrido esse tempo elas foram cozidas em banho-maria a uma temperatura de 71°C. As amostras foram assadas, sem a adição de qualquer condimento, até que a temperatura interna atingisse 40°C. Na sequência, as amostras são viradas e mantidas no banho-maria até que alcançassem a temperatura interna de 71 °C. as amostras foram retiradas do banho-maria e aguardou-se até que estas atingissem a temperatura ambiente. A seguir, as amostras foram embaladas e deixadas por mais 24 horas na geladeira em temperatura de 4 °C, sendo posteriormente pesadas. A porcentagem de perdas totais foi obtida através da comparação entre o peso entre o bife congelado e o bife cozido.

Para a avaliação de maciez da carne foram utilizados os bifes após o cozimento sendo retiradas subamostras cilíndricas de 1,27cm através da secção do músculo paralelo ao sentido da fibra muscular. De cada bife foram retiradas 5 subamostras representando quintuplos por amostra. As amostras cilíndricas foram cisalhadas a uma temperatura entre 4°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). Através dos valores de força de cisalhamento obtidos foi estimada a maciez da carne.

Para determinação da cor, foram utilizadas amostras com 2,54 cm de espessura (aproximadamente 130 g), que foram armazenadas e embaladas a vácuo por 24 horas, em freezer a -20 °C. As amostras foram descongeladas em ambiente refrigerado a 4°C, em bandejas de isopor recobertas com filme permeável, e após 30 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 do músculo *longissimus dorsi* foram liofilizadas a vácuo a  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Cada amostra foi moída em moinho tipo bola convencional para obtenção de amostras para posterior análise de extrato etéreo (EE). De acordo com o método AOCS (Am 5-04, AOCS, 2009), a avaliação do conteúdo de EE foi realizada com um extrator XT15 (Ankom<sup>®</sup>), utilizando-se éter de petróleo. Aliquotas de 0,7 a 0,8 g foram embaladas em sacos XT4 (Ankom<sup>®</sup>), que foram selados por calor. Os sacos foram secos ( $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) durante 3 h, para reduzir o teor de umidade, sendo, então, pesados. Após esse procedimento, a extração foi realizada durante 50 min a  $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Depois disso, os sacos foram secos em estufa ( $105\text{ }^{\circ}\text{C}$  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 e JACOB,2017).

A baía foi considerada a unidade experimental para as análises de desempenho (PI, PF, GPD, CRD e CA) e características de carcaça, e apenas uma amostra de carne de um animal/baía foi considerado a unidade experimental para as análises de qualidade de carne. Os dados foram analisados por meio dos procedimentos GLM do SAS 9.4 (Statistical Analysis System Institute, Inc., Cary, NC, USA) licenciado pela Universidade Federal de Viçosa. As médias foram comparadas pelo teste Tukey. Para todas as análises estatísticas valores de probabilidades menores que 0,05 foram considerados significativos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período experimental, correspondente as fases de 60-100; 100-130 e 130-160 dias de idade, a temperatura do ar no interior do galpão foi de  $26,2 \pm 2,90^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa a  $69,01 \pm 8,92\%$  e a temperatura de globo negro  $26,9 \pm 3,34^{\circ}\text{C}$ . O Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) foi de  $77,83 \pm 3,44$  (Tabela 4). Considerando que Leal & Nããs (1992) estabeleceram as faixas de 18 a 20 °C e de 12 a 18 °C de termoneutralidade para suínos respectivamente em crescimento e terminação e que Sanches et al. (2010) definiram o valor de ITGU de 69,4 como de ambiente de termoneutralidade, pode-se inferir que, neste estudo os animais foram mantidos em ambiente de estresse por calor.

Tabela 4. Média de temperatura, umidade e caracterização do ambiente térmico (ITGU) das instalações durante o período experimental.

Idade (dias)	Temperatura Média (°C)	Umidade Relativa Média (%)	ITGU
<b>60 - 100</b>	26,2 ( $\pm 3,3^{\circ}\text{C}$ )	69,1 ( $\pm 8,2\%$ )	77,8 ( $\pm 3,8$ )
<b>100 - 130</b>	26,0 ( $\pm 2,7^{\circ}\text{C}$ )	69,2 ( $\pm 9,7\%$ )	77,7 ( $\pm 3,1$ )
<b>130 - 160</b>	26,3 ( $\pm 2,6^{\circ}\text{C}$ )	68,8 ( $\pm 9,1\%$ )	78,0 ( $\pm 3,3$ )

Os níveis de  $\text{Lis}_d$  que compõe os planos nutricionais não influenciaram ( $P>0,05$ ) o PF dos animais (Tabela 1). Resultado este que está consistente com os obtidos por Haese et al. (2011), Kiefer et al. (2011), Gattás et al. (2012) e Jacob (2017) que trabalharam respectivamente com planos nutricionais de  $\text{Lis}_{dig}$  para machos imunocastrados e machos castrados.

Os planos nutricionais correspondentes aos níveis sequenciais de  $\text{Lis}_d$  não influenciaram ( $P>0,05$ ) o CRD dos suínos durante os períodos 60-130 e 60-160 dias. No entanto na fase inicial, correspondente ao período de 60-100 dias, os animais que receberam a ração com o nível de lisina digestível de 0,8% apresentaram menor ingestão voluntária de alimento ( $P<0,05$ ). Considerando que as rações foram isoenergéticas ficou evidenciado com os resultados obtidos que a deficiência de lisina digestível da dieta pode ter comprometido o consumo da ração.

Esses resultados contrastam com aqueles obtidos por Rocha et al. (2014), Alebrante et al. (2015) e Camargo (2018) que não encontraram variação significativa dos níveis de lisina no consumo de ração dos animais de diferentes sexos em crescimento.

A divergência de resultados entre os estudos pode estar relacionada entre outros

fatores ao valor proporcional do nível de deficiência de lisina uma vez que no nível de 0,9% de lisina que também se revelou abaixo da exigência para a fase não resultou em variação significativa do consumo de ração. Por outro lado, a variação de consumo obtido neste estudo está coerente com o relato Nyachoti et al. (2004), de que níveis sub-ótimos de aminoácidos podem influenciar negativamente o consumo de ração dos suínos em crescimento e terminação dependendo da intensidade da redução do nível de Lis<sub>dig</sub>.

O GPD dos animais nas fases de 60-130 e de 60-160 também não variaram ( $P>0,05$ ) em razão dos planos nutricionais de lisina digestível. Esses resultados estão condizentes com os encontrados por Gattás et al. (2012) que avaliando a inclusão de 8,0 a 11,0 g Lis<sub>d</sub>/kg de ração na fase de crescimento e de 7,0 a 10,0 g Lis<sub>dig</sub>/kg de ração na fase de terminação também não encontraram diferença significativa entre os planos nutricionais sobre o GPD dos animais.

Todavia, Jacob (2017) não encontrou diferença significativa para essa variável em estudo com suínos machos castrados em fase de crescimento e terminação. Fica evidenciado nesse estudo o efeito direto do baixo consumo de ração na taxa de deposição de proteína muscular, onde baixos níveis de Lis<sub>dig</sub> reduziram o ganho de peso diário dos animais, demonstrando que esse aminoácido foi limitante para síntese de proteína no tecido muscular dos suínos.

Contudo, no período de 60-100 dias foi observado que o nível de lisina digestível influenciou ( $P<0,05$ ) o GPD dos animais que receberam ração com 0,8% apresentando o menor valor. Corroborando com estes resultados Rocha et al. (2014) avaliando planos nutricionais para fêmeas em crescimento mantidas em ambientes de alta temperatura verificaram efeito linear no ganho de peso diário dos animais com níveis de Lis<sub>d</sub> variando de 9,0 a 13,0 g/ração.

Os planos nutricionais correspondentes aos níveis sequenciais de Lis<sub>d</sub> não influenciaram ( $P>0,05$ ) a CA dos suínos durante os períodos 60-130 e 60-160 dias.

Corroborando com esses resultados Kiefer et al. (2010), Gattás et al. (2012), Rocha et al. (2014), Jacob (2017) e Camargo (2018) também não observaram diferenças significativas para CA em seus estudos para os planos de nutrição. O consumo de ração acima do encontrado nos demais estudos e com uma variação entre tratamentos de 17% apesar de não mostrar diferença significativa apontou mudança significativa na CA nos animais. Efeito esse que pode ser atribuído ao efeito da alta temperatura característica durante todo o período experimental que retardam o ganho de peso dos animais.

Com esses resultados, ficou evidenciado que a temperatura alta consistentemente

altera o padrão da taxa de crescimento e consequentemente a CA dos suínos, com conseguinte 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  $Lis_d$  que proporcionaram os melhores resultados de CA variaram em razão da temperatura ambiente a que os animais foram expostos, corroborando os achados obtidos neste estudo.

Considerando o fato de que neste estudo, na fase de crescimento, os animais apresentaram melhora na CA, pode-se inferir que considerando os dados de eficiência dos animais na fase de terminação, que os suínos submetidos ao plano com 9,0-8,0-7,0 g  $Lis_d$ /kg de ração foram capazes de compensar a sua ineficiência alimentar na fase de crescimento fato relatado por Wang et. al (2012).

Waterland & Garza (1999) citaram haver uma “memória metabólica” pelo animal em relação ao padrão nutricional submetido em fases anteriores de crescimento, sendo uma resposta a um determinado status nutricional de escassez ou excesso, também conhecido como um *imprinting* metabólico.

Ruiz-Ascacibar et al. (2017) observaram em estudo com a dinâmica proteica dos aminoácidos e a deposição de tecido adiposo, que dietas com baixos níveis de lisina digestível na fase de crescimento não permitiram que os animais, independente da classe sexual, atingissem o seu máximo potencial genético em fases posteriores e que machos inteiros são mais afetados pela oferta inadequada de aminoácidos essenciais em relação aos demais devido à alta taxa de deposição de proteína muscular em relação à fêmeas e machos castrados.

Uma teoria estudada para compreender essa dinâmica de síntese proteica em função do nível dietético da lisina é de que existem vários transportadores de aminoácidos (SLC<sub>1A1</sub>, SLC<sub>1A2</sub>, SLC<sub>7A1</sub> e SLC<sub>7A2</sub>) no organismo e que eles são específicos o transporte de aminoácidos no músculo. Por meio dos resultados verificou-se que a restrição de lisina regulou negativamente esses transportadores 2 especificamente (SLC<sub>7A1</sub> e SLC<sub>7A2</sub>), mostrando um efeito direto na captação de lisina no músculo esquelético e síntese proteica (Li et al., 2017).

Não se observou efeito ( $P>0,05$ ) dos planos nutricionais sobre a quantidade de carne, área de olho de lombo e na espessura de toucinho dos suínos aos 160 dias de idade (Tabela 6). Também, Alebrante et al. (2012a), Corassa et al. (2013), Rocha et al. (2014), Jacob (2017) e Camargo (2018) também não encontraram efeito significativo dos planos nutricionais utilizados, similares ao deste estudo, nas características de carcaça de suínos

de diferentes sexos e genéticas.

Entretanto Kiefer et al. (2011), avaliando planos nutricionais referentes a níveis sequenciais de  $Lis_{dig}$  para suínos machos imunocastrados em crescimento e terminação em ambiente de alta temperatura, constataram variação significativa nas características de carcaça dos animais. Assim, pode-se inferir que a temperatura ambiente pode alterar as características de carcaças dos suínos em função da sua intensidade, duração e exposição.

Quantos aos parâmetros de qualidade de carne, não se verificou efeito ( $P>0,05$ ) dos planos nutricionais de  $Lis_d$  na força de cisalhamento. Em estudos conduzidos com suínos de diferentes sexos para avaliar níveis de lisina digestível nas fases de crescimento e terminação, Needham & Hoffman (2015), Jacob (2017) e Camargo (2018) Zhu et al. (2018) também não constataram influência desses níveis na força de cisalhamento trabalhando com machos castrados, machos inteiros e machos imunocastrados.

Os planos nutricionais não influenciaram ( $P>0,05$ ) a perda de água por gotejamento e a perda por cocção. Resultados semelhantes foram obtidos por Witte et al. (2000) e Maeda et al. (2014), que também não observaram efeito dos níveis de lisina digestível sobre a perda por gotejamento da carne dos suínos.

Com relação à perda por cocção, Suárez-Belloch et al. (2015) e Moore et al. (2016) também não verificaram influência dos níveis de  $Lis_{dig}$  sobre essa característica de qualidade da carne de machos castrados. O pH inicial (45 minutos após o abate) e final (24 horas após o abate) também 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 5,30 e de pH final menores que 5,90 após 4 horas como referência de normalidade para a 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 planos nutricionais.

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. 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.

Houve efeito significativo ( $P>0,05$ ) dos planos nutricionais sobre a concentração de gordura intramuscular (GMI). 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 Lisdig 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 GIM.

Ainda com relação à concentração de GMI, Doran et al. (2006) associaram o aumento da GMI com elevação da atividade no músculo da enzima esteoril-CoA dessaturase, ocorrida em razão da redução dos níveis de proteína bruta na dieta. Ainda segundo esses autores, o efeito da redução da proteína na sua atividade é considerado tecido dependente, sendo mais expressiva no tecido muscular do que no tecido adiposo subcutâneo. Consistente com esse relato, verificou-se neste estudo que o efeito da redução da lisina na deposição de gordura foi mais expressivo no tecido muscular (33%), em comparação com o tecido adiposo subcutâneo (2,4%).

Com os dados de desempenho, características de carcaça e qualidade de carne obtidas neste estudo, em que os níveis sequenciais de lisina de 9,0-8,0-7,0 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 (1041x1054 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 9,0-8,0-7,0 g de Lisdig por kg de ração fornecidos, respectivamente, dos 60 aos 100, dos 101 aos 130 e dos 131 aos 160 dias, atende às exigências de lisina digestível para melhores resultados de conversão alimentar e gordura intramuscular.

## REFERÊNCIAS

- ALEBRANTE, L.; DONZELE, J.L.; DONZELE, R.F.M. et al. Lysine requirement for growing-finishing immunocastrated male pigs. **Tropical Animal Health and Production**, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil, v. 47, p. 1531-1537, 2015.
- 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...
- 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.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. Portaria n. 491, de 3 de julho de 2012. Institui a Rede Nacional de Métodos Alternativos – RENAMA. **Diário Oficial da União, Brasília; 2012;**(129); Seção 1:19.
- BSAS. 2003. Nutrient Requirement Standards for Pigs. **The British Society of Animal Science.**, Penicuik, Midlothian, UK.
- BUFFINGTON, D.E.; COLAZZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H. et al. Black globehumidity index (BGHI) as confort equation for dairy cows. *Transactions of the ASAE*, v. 24, p. 711-714, 1981.
- CAMARGO, J.C.C.R. **Níveis e planos nutricionais de lisina digestível em rações para suínos machos castrados dos 65 aos 160 dias de idade no período de verão.** 2018. 48 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2018.
- CAMARGO, R.F. **Níveis e planos nutricionais de lisina digestível para suínos machos castrados dos 65 aos 160 dias de idade no período de verão.** 2017. 48 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2018.
- CAMPOS, P.F. et al. Digestible lysine levels for gilts and barrows with high genetic potential for lean meat gain from 30 to 110kg. **In: EAAP INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ENERGY AND PROTEIN METABOLISM AND NUTRITION**, 3., 2010, Parma, Italy. *Proceedings...* Wageningen, NL:

- Wageningen Academic Publishers, 2010. p.633-634.
- CHIBA, L.I. Effects of nutritional history on the subsequent and overall growth performance and carcass traits of pigs. **Livestock Production Science**, v.41, p.151-161, 1995.
- CORASSA, A.; KIEFER, C.; GONÇALVES, L.M.P. et al. Lysine nutritional plans for swine from initial to finishing phase. **Archivos de Zootecnia**, Bom Jesus, SC, Brasil, v. 62, p. 533-542, 2013.
- DE LA LLATA, M. 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**, v.23, p.417-428, 2007.
- DORAN, O.; MOULE, S. K.; TEYE, G. A.; WHITTINGTON, F. M.; HALLETT, K. G.; WOOD, J. D. A reduced protein diet induces stearoyl-CoA desaturase protein expression in pig but not in subcutaneous adipose tissue: relationship with intramuscular lipid formation. **British Journal of Nutrition**, v. 95, p. 609–617, 2006.
- GATTÁS, G.; SILVA, F. C. O.; BARBOSA, F. F.; DONZELE, J. L.; FERREIRA, A. S.; OLIVEIRA, R. F. M.; BRUSTOLINI, P. C. Inclusão de lisina digestível em dietas para leitoas dos 60 aos 100 dias de idade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 5, p. 1317–1324, out. 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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil, v. 40, p. 1941- 194, 2011.
- JACOB, R.F. **Níveis e planos nutricionais de lisina digestível para suínos machos castrados em crescimento e terminação criados em ambiente termoneutro**. 2017. 47 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2017.
- KESSLER, A.M. Exigências nutricionais para máximo rendimento de carne e suíno. In: SIMPÓSIO SOBRE RENDIMENTO E QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 1998, Concórdia-SC. Anais... Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1998. p.18-25.
- 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.
- LEAL, P.M.; NÃÃS I.A. *Ambiência animal*. In: CORTEZ, L.A.B.; MAGALHÃES, P.S.G. (Orgs.). **Introdução à engenharia agrícola**. Campinas: Unicamp, 1992. p.121-135.
- LI, Y. H., LI, F. N., WU, L., LIU, Y. Y., WEI, H. K., LI, T. J., ... & Oladele, O. A. Reduced dietary protein level influences the free amino acid and gene expression profiles of selected amino acid transceptors in skeletal muscle of growing pigs. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, 101(1), 96-104,2017.
- 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. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 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. **Journal of Animal Science**, Vale de Santarém, Portugal, v. 91, p. 3177- 3187, 2013.
- MAEDA, Keisuke et al. Effects of dietary lysine/protein ratio and fat levels on growth performance and meat quality of finishing pigs. **Animal science journal**, v. 85, n. 4, p. 427-434, 2014.
- 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.
- 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.
- NEEDHAM, T., & HOFFMAN, L. C. *Physical meat quality and chemical composition*

- of the Longissimus thoracis of entire and immunocastrated pigs fed varying dietary protein levels with and without ractopamine hydrochloride. **Meat science**, 110, 101-108, 2015.
- NYACHOTI, C. M.; ZIJLSTRA, R. T.; DE LANGE, C. F. M.; PATIENCE, J. F. Voluntary feed intake in growing-finishing pigs: A review of the main determining factors and potential approaches for accurate predictions. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 84, n. 4, p. 549–566, 1 dez. 2004.
- 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.
- RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. Avaliação da qualidade da carne: fundamentos e metodologias. **Viçosa: UFG**, 2007.
- 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.
- ROCHA, G.C.; DONZELE, J.L.; SILVA, F.C.O. et al. Nutritional plans of digestible lysine for growing-finishing gilts. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil, v. 43, p. 457-463, 2014.
- 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.
- RUIZ-ASCACIBAR, I.; STOLL, P.; KREUZER, M.; BOILLAT, V.; SPRING, P.; BEE, G. Impact of amino acid and CP restriction from 20 to 140 kg BW on performance and dynamics in empty body protein and lipid deposition of entire male, castrated and female pigs. **Animal**, v. 11, n. 03, p. 394–404, 2 mar. 2017.
- 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.
- SANCHES, J.F.; KIEFER, C.; MOURA, M.S. et al. Níveis de ractopamina para suínos machos castrados em terminação e mantidos sob conforto térmico. **Ciência Rural**, v.40, p.403-408, 2010.
- SHELTON, N.W. et al. Effects of increasing dietary standardized ileal digestible lysine

- for gilts grown in a commercial finishing environment. **Journal of Animal Science**, v.89, p.3587-3595, 2011.
- SILVA, E.A.; KIEFER, C.; MOURA, M.A. Duração da suplementação de ractopamina em dietas para leitoas em terminação mantidas sob alta temperatura ambiente. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.2, p.337-342, 2011.
- 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.
- SUÁREZ-BELLOCH, J.; GUADA, J. A.; LATORRE, M. A. Effects of sex and dietary lysine on performances and serum and meat traits in finisher pigs. **Animal**, v. 9, n. 10, p. 1731-1739, 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.
- VAN MILGEN, J; DOURMAD, Jean-Yves. Concept and application of ideal protein for pigs. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 6, n. 1, p. 15, 2015.
- WANG, J.; ZHAO, S. M.; SONG, X. L.; PAN, H. B.; LI, W. Z.; ZHANG, Y. Y.; GAO, S. Z.; CHEN, D. W.; CHANG, K. C. Low protein diet up-regulate intramuscular lipogenic gene expression and down-regulate lipolytic gene expression in growth–finishing pigs. **Livestock Science**, v. 148, n. 1–2, p. 119–128, set. 2012.
- WANG, Jing et al. Low protein diet up-regulate intramuscular lipogenic gene expression and down-regulate lipolytic gene expression in growth–finishing pigs. **Livestock Science**, v. 148, n. 1-2, p. 119-128, 2012.
- WATERLAND, R. A.; GARZA, C. Potential mechanisms of metabolic imprinting that lead to chronic disease. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 69, n. 2, p. 179–97, fev. 1999.
- WITTE, D. P.; ELLIS, M.; MCKEITH, F. K.; WILSON, E. R. Effect of dietary lysine level and environmental temperature during the finishing phase on the intramuscular fat content of pork. **Journal of Animal Science**, v. 78, n. 5, p. 1272, 1 maio 2000.
- 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.

ZHU, Y., ZHOU, P., ZHANG, L., LI, J., GAO, F., & ZHOU, G. Effects of dietary crude protein levels and cysteamine supplementation on meat quality and related indices of finishing pigs. **Canadian Journal of Animal Science**, (ja), 2018.

**Tabela 1 - Composição percentual e nutricional das rações experimentais para suínos machos castrados dos 60 aos 100 dias de idade**

Ingredientes (%)	Níveis de lisina digestível (%)		
	0,800	0,900	1,200
Milho	68,100	68,100	68,100
Farelo de soja	26,700	26,700	26,700
Óleo de soja	1,000	1,000	1,000
Fosfato bicálcico	1,110	1,110	1,110
Calcário Calcítico	0,720	0,720	0,720
Sal comum	0,360	0,360	0,360
Premix Mineral <sup>1</sup>	0,300	0,300	0,300
Premix Vitaminico <sup>2</sup>	0,300	0,300	0,300
Amido	1,300	1,111	0,310
Melhorador de eficiência alimentar	0,050	0,050	0,050
Antioxidante (BHT)	0,010	0,010	0,010
Bacitracina de zinco	0,050	0,050	0,050
L- lisina HCL	0,000	0,129	0,516
DL-metionina	0,000	0,034	0,170
L-treonina	0,000	0,026	0,214
L-triptofano	0,000	0,000	0,040
L-valina	0,000	0,000	0,090
L-isoleucina	0,000	0,000	0,010
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
Composição nutricional <sup>3</sup>			
EM (kcal/kg)	3240	3240	3240
Proteína bruta (%)	17,45	17,60	18,29
<b>Lisina digestível (%)</b>	<b>0,800</b>	<b>0,900</b>	<b>1,200</b>
Triptofano digestível (%)	0,144	0,162	0,216
Treonina digetível (%)	0,520	0,585	0,780
Met + cist digestível (%)	0,480	0,540	0,720
Isoleucina digestível (%)	0,440	0,495	0,660
Valina digestível (%)	0,552	0,621	0,828
Cálcio (%)	0,636	0,636	0,636
Fósforo disponível (%)	0,305	0,305	0,305

<sup>1</sup> Cada kg do produto contém: selênio 8 mg, manganês 836 mg, iodo 29,5 mg, cobre 2.126 mg, cobalto 3,6 mg, ferro 1.820mg, flúor (max.) 485 mg, zinco 2.049 mg.

<sup>2</sup> Cada kg do produto contém: vitamina E 106 mg, vitamina D3 24.000 UI/kg, vitamina k3 53mg, vitamina A 9300 UI/kg, vitamina B12 520 mcg, ácido pantotênico 173 mg, ácido fólico 8,8 mg, biotina 0,42 mg, vitamina B6 3mg, tiamina 13,3 mg.

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

**Tabela 2 - Composição percentual e nutricional das rações experimentais para suínos machos castrados dos 101 aos 130 dias de idade**

Ingredientes (%)	Níveis de lisina digestível (%)		
	0,700	0,800	1,100
Milho	72,600	72,600	72,600
Farelo de soja	22,454	22,454	22,454
Óleo de soja	1,000	1,000	1,000
Fosfato bicálcico	0,980	0,980	0,980
Calcário Calcítico	0,620	0,620	0,620
Sal comum	0,336	0,336	0,336
Premix Mineral <sup>1</sup>	0,300	0,300	0,300
Premix Vitaminico <sup>2</sup>	0,300	0,300	0,300
Amido	1,300	1,073	0,286
Melhorador de eficiência alimentar	0,050	0,050	0,050
Bacitracina de zinco	0,050	0,050	0,050
Antioxidante (BHT)	0,010	0,010	0,010
L-lisina HCL	0,000	0,129	0,516
DL-metionina	0,000	0,034	0,154
L-treonina	0,000	0,050	0,200
L-triptofano	0,000	0,014	0,044
L-valina	0,000	0,000	0,090
L-isoleucina	0,000	0,000	0,010
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
Composição nutricional			
EM (kcal/kg)	3260	3260	3256
Proteína bruta (%)	15,88	16,07	15,88
<b>Lisina digestível (%)</b>	<b>0,700</b>	<b>0,800</b>	<b>1,100</b>
Triptofano digestível (%)	0,126	0,144	0,198
Treonina digestível (%)	0,455	0,520	0,715
Met + cist digestível (%)	0,420	0,580	0,660
Isoleucina digestível (%)	0,385	0,440	0,605
Valina digestível (%)	0,483	0,552	0,759
Cálcio (%)	0,556	0,556	0,556
Fósforo disponível (%)	0,274	0,274	0,274

<sup>1</sup> Cada kg do produto contém: selênio 8 mg, manganês 836 mg, iodo 29,5 mg, cobre 2.126 mg, cobalto 3,6 mg, ferro 1.820mg, flúor (max.) 485 mg, zinco 2.049 mg.

<sup>2</sup> Cada kg do produto contém: vitamina E 106 mg, vitamina D3 24.000 UI/kg, vitamina k3 53mg, vitamina A 9300 UI/kg, vitamina B12 520 mcg, ácido pantotênico 173 mg, ácido fólico 8,8 mg, biotina 0,42 mg, vitamina B6 3mg, tiamina 13,3 mg.

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

**Tabela 3 - Composição percentual e nutricional das rações experimentais para suínos machos castrados dos 131 aos 160 dias de idade**

Ingredientes (%)	Níveis de lisina digestível (%)		
	0,600	0,700	1,000
Milho	77,344	77,344	77,344
Farelo de soja	18,150	18,150	18,150
Óleo de soja	0,800	0,800	0,800
Fosfato bicálcico	0,890	0,890	0,890
Calcário Calcítico	0,590	0,590	0,590
Sal comum	0,316	0,316	0,316
Premix Mineral <sup>1</sup>	0,300	0,300	0,300
Premix Vitamínico <sup>2</sup>	0,200	0,200	0,200
Amido	1,300	1,024	0,282
Melhorador de eficiência alimentar	0,050	0,050	0,050
Bacitracina de zinco	0,050	0,050	0,050
Antioxidante (BHT)	0,010	0,010	0,010
L-lisina HCL	0,000	0,130	0,518
DL-metionina	0,000	0,046	0,140
L-treonina	0,000	0,080	0,210
L-triptofano	0,000	0,020	0,050
L-valina	0,000	0,000	0,090
L-isoleucina	0,000	0,000	0,010
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
Composição nutricional			
EM (kcal/kg)	3265	3265	3260
Proteína bruta (%)	14,30	14,53	15,14
<b>Lisina digestível (%)</b>	<b>0,600</b>	<b>0,700</b>	<b>1,000</b>
Triptofano digestível (%)	0,114	0,126	0,190
Treonina digestível (%)	0,402	0,455	0,670
Met + cist digestível (%)	0,372	0,420	0,620
Isoleucina digestível (%)	0,330	0,385	0,550
Valina digestível (%)	0,414	0,483	0,690
Cálcio (%)	0,514	0,514	0,514
Fósforo disponível (%)	0,251	0,251	0,251

<sup>1</sup>Cada kg do produto contém: selênio 8 mg, manganês 836 mg, iodo 29,5 mg, cobre 2.126 mg, cobalto 3,6 mg, ferro 1.820mg, flúor (max.) 485 mg, zinco 2.049 mg.

<sup>2</sup>Cada kg do produto contém: vitamina E 106 mg, vitamina D3 24.000 UI/kg, vitamina k3 53mg, vitamina A 9300 UI/kg, vitamina B12 520 mcg, ácido pantotênico 173 mg, ácido fólico 8,8 mg, biotina 0,42 mg, vitamina B6 3mg, tiamina 13,3 mg.

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

**Tabela 5. Desempenho de suínos machos castrados no período dos 60 aos 100, 100 aos 130 e dos 130 aos 160 dias de idade em função dos diferentes planos nutricionais constituídos nos níveis de lisina digestível.**

Variáveis	Nível de lisina digestível g/kg					
	60 – 100 dias					
	8,0	9,0	12,0	12,0	12,0	CV (%)
PI (kg)	22,68	22,68	22,68	22,67	22,69	4,61
PF (kg)	60,19	61,28	63,12	61,43	61,80	4,16
CRD (g)	1844B	1946A	1968A	1962A	1910A	5,90
GPD (g)	898B	962A	1021A	999A	961A	5,91
CA	2,05A	2,02A	1,93B	1,96B	1,99B	3,59
Variáveis	60 – 130 dias					
	8,0-7,0	9,0-8,0	12,0-11,0	12,0-11,0	12,0-8,0	CV (%)
	PF (kg)	96,03	96,78	96,81	93,37	94,90
CRD (g)	2.436	2.406	2.471	2.424	2.424	5,97
GPD (g)	1.048	1.058	1.057	1.010	1.032	5,40
CA	2,32	2,27	2,34	2,40	2,35	5,91
Variáveis	60 – 160 dias					
	8,0-7,0-6,0	9,0-8,0-7,0	12,0-11,0-10,0	12,0-11,0-7,0	12,0-8,0-7,0	CV (%)
	PI (kg)	22,68	22,68	22,68	22,67	22,69
PF (kg)	127,28	130,01	126,77	124,02	125,86	4,13
CRD (g)	2.911	2.835	2.928	2.834	2.793	4,75
GPD (g)	1067	1074	1058	1034	1036	4,12
CA	2,73AB	2,64B	2,77A	2,74AB	2,70AB	5,96

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

**Tabela 4 - Características de carcaça de suínos machos castrados no período dos 60 aos 160 dias.**

Variáveis	Nível de lisina digestível g/kg					
	60 – 100 dias					
	8,0	9,0	12,0	12,0	12,0	CV (%)
Área de olho de lombo (cm <sup>2</sup> )	13,12	13,28	13,89	13,95	13,83	11,86
Espessura de toucinho (mm)	7,70	5,41	6,49	5,41	5,38	20,66
Variáveis	101 – 130 dias					
	8,0-7,0	9,0-8,0	12,0-11,0	12,0-11,0	12,0-8,0	CV (%)
	8,0-7,0	9,0-8,0	12,0-11,0	12,0-11,0	12,0-8,0	CV (%)
Área de olho de lombo (cm <sup>2</sup> )	27,93	29,56	29,17	30,75	29,56	8,37
Espessura de toucinho (mm)	9,72	8,39	8,88	9,17	10,08	16,03
Variáveis	131 – 160 dias					
	8,0-7,0-6,0	9,0-8,0-7,0	12,0-11,0-10,0	12,0-11,0-7,0	12,0-8,0-7,0	CV (%)
	8,0-7,0-6,0	9,0-8,0-7,0	12,0-11,0-10,0	12,0-11,0-7,0	12,0-8,0-7,0	CV (%)
Área de olho de lombo (cm <sup>2</sup> )	40,94	41,89	40,57	42,09	39,67	7,95
Espessura de toucinho (mm)	13,07	12,31	13,72	12,79	14,14	18,29
Rendimento de Carcaça (%)	74,85	74,11	77,45	75,48	76,41	3,38
Carne magra na carcaça (%)	56,47	57,00	56,41	56,67	56,46	2,62
Carne magra na carcaça (kg)	52,29	54,09	53,53	52,66	52,25	4,93

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

**Tabela 7 - Características de qualidade de carne de suínos machos castrados no período dos 60 aos 160 dias em função dos diferentes planos nutricionais constituídos de níveis de Lisdig.**

Variáveis	Nível de lisina digestível g/kg					CV (%)
	8,0-7,0-6,0	9,0-8,0-7,0	12,0-11,0-10,0	12,0-11,0-7,0	12,0-8,0-7,0	
Força de cisalhamento	2,49	2,55	2,95	2,74	2,66	17,15
Perda por descongelamento (%)	7,19	9,19	9,64	9,54	8,49	31,89
Perda por gotejamento (%)	6,61	6,32	6,91	6,12	5,82	21,98
Perda por cocção (%)	22,00	20,71	21,84	19,76	22,04	12,32
pH 45min	5,58	5,52	5,49	5,82	5,66	3,76
pH 24h	5,46	5,50	5,54	5,49	5,52	1,74
Temperatura 45min (°C)	27,76	27,49	26,27	27,19	23,85	15,79
Temperatura 24h (°C)	8,92	8,80	9,12	9,19	9,11	8,15
L*	56,22	56,31	55,74	57,34	55,58	3,91
a*	9,23	8,46	8,99	8,16	8,27	17,58
b*	15,52	14,95	15,31	14,89	14,57	3,34
Extrato Etéreo (%)	8,75A	7,15AB	5,86B	5,56B	6,01B	19,53

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

## ANEXO

### DECLARAÇÃO (CEUAP/UFV)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA  
COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS DE PRODUÇÃO  
CEUAP/UFV

Campus Universitário – Viçosa, MG – 36570-900 – Telefone: (31) 3899.3275 – e-mail: [ceuap@ufv.br](mailto:ceuap@ufv.br) – site: [www.ceuap.ufv.br](http://www.ceuap.ufv.br)

Viçosa, 30 de Nov. de 2018

### CERTIFICADO

Certificamos que o projeto intitulado "**Planos nutricionais de lisina digestível para suínos machos castrados em crescimento e terminação mantidos em ambiente de calor**", protocolo nº 0111/2018, sob a responsabilidade de **Juarez Lopes Donzele** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo chordata, subfilo vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo conselho nacional de controle da experimentação animal (concea), e foi aprovado pela comissão de ética no uso de animais de produção da universidade federal de viçosa (ceuap-ufv) em reunião de **30 de Nov. de 2018**.

Finalidade:  Pesquisa     Ensino

Vigência do Projeto: de **30 de Nov. de 2018** a **30 de Abr. de 2019**

Espécie/linhagem: **Suíno (*Sus scrofa domesticus*)**    Nº de animais: **80**

Peso: "-----"    Idade: "-----"    Sexo: "-----"    Origem: **Granja de Suínos localizado na Fazenda Experimental Vale do Piranga da EPAMIG, localizada em Oratórios-MG**

### CERTIFICATE

We certify that the project entitled "**Nutritional levels of digestible lysine for growth and termination castrated male pigs kept in a heat environment**", protocol nº 0111/2018, under the responsibility of **Juarez Lopes Donzele** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum chordata, subphylum vertebrata (except man), for scientific research purposes (or education) - is in accordance with the law nº. 11.794, of October 8, 2008, Decree nº. 6899 of July 15, 2009, and the rules issued by the Brazilian National Council for Animal Experimentation Control (CONCEA), and was approved by the Ethics Commission on the use of farm animals of Universidade Federal de Viçosa (CEUAP-UFV) in its meeting on **Nov, 30th, 2018**.

Finality:  Research     Education

Duration of the Project: from **Nov, 30th, 2018** to **Apr, 30th, 2019**.

Species / strain: **Swine (*Sus scrofa domesticus*)**    Nº of animals: **80**

Weight: "-----"    Age: "-----"    Sex: "-----"    Source: **Granja de Suínos localizado na Fazenda Experimental Vale do Piranga da EPAMIG, localizada em Oratórios-MG**

Luciana Navajas Rennó

Coordenadora da CEUAP/UFV