

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 28/07/2023.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

**EFEITO DE DIFERENTES NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL E
DA VARIAÇÃO NO POTENCIAL DE DEPOSIÇÃO DE
PROTEÍNAS NO DESEMPENHO, COMPOSIÇÃO
CORPORAL E EFICIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DA LISINA EM
SUÍNOS EM CRESCIMENTO**

Cleslei Alisson Silva

Zootecnista

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

**EFEITO DE DIFERENTES NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL E
DA VARIAÇÃO NO POTENCIAL DE DEPOSIÇÃO DE
PROTEÍNAS NO DESEMPENHO, COMPOSIÇÃO
CORPORAL E EFICIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DA LISINA EM
SUÍNOS EM CRESCIMENTO**

Discente: Cleslei Alisson Silva

Orientador: Prof. Dr. Luciano Hauschild

Coorientador: Dr. Danilo Alves Marçal

Coorientador: Prof. Dr. Luan Sousa dos Santos

Coorientador: Prof. Dr. Paulo Henrique R. F. Campos

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

S586e	Silva, Cleslei Alisson Efeito de Diferentes Níveis de Lisina Digestível e da Variação no Potencial de Deposição de Proteínas no Desempenho, Composição Corporal e Eficiência de Utilização da lisina em Suínos em Crescimento / Cleslei Alisson Silva. -- Jaboticabal, 2021 40 p. : tabs. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal Orientador: Luciano Hauschild Coorientador: Danilo Alves Marçal 1. Suinocultura. 2. Nutrição animal. 3. Deposição de proteína. 4. Eficiência de utilização. 5. Lisina. I. Título.
-------	--

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: EFEITO DE DIFERENTES NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL E DA VARIAÇÃO NO POTENCIAL DE DEPOSIÇÃO DE PROTEÍNAS NO DESEMPENHO, COMPOSIÇÃO CORPORAL E EFICIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DA LISINA EM SUÍNOS EM CRESCIMENTO

AUTOR: CLESLEI ALISSON SILVA

ORIENTADOR: LUCIANO HAUSCHILD

COORIENTADOR: PAULO HENRIQUE REIS FURTADO CAMPOS

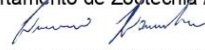
COORIENTADOR: LUAN SOUSA DOS SANTOS

COORIENTADOR: DANILO ALVES MARÇAL

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em ZOOTECNIA, pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. LUCIANO HAUSCHILD (Participação Virtual)
Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal



Profa. Dra. CHEILA ROBERTA LEHNEN (Participação Virtual)
Universidade Estadual de Ponta Grossa-UEPG / Ponta Grossa/PR



Prof. Dr. EDNEY PEREIRA DA SILVA (Participação Virtual)
Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 28 de julho de 2021

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Cleslei Alisson Silva nascido em Uberlândia – MG, no dia 21 de novembro de 1994, graduou-se em Zootecnia na Universidade Federal de Uberlândia – UFU em 2017. Durante a graduação foi membro por três anos do Programa de Educação Tutorial – PET do curso de Zootecnia da UFU sob orientação da Profa. Dra. Natascha Almeida Marques da Silva. No ano de 2019 iniciou o curso de mestrado no Programa de Pós-graduação em Zootecnia e realizou o projeto intitulado **“Efeito de Diferentes Níveis de Lisina Digestível e da Variação no Potencial de Deposição de Proteínas no Desempenho, Composição Corporal e Eficiência de Utilização da lisina em Suínos em Crescimento”**.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela benção da vida.

À minha família, por me apoiar em todos os momentos e todas as minhas escolhas.

Aos meus amigos, que estiveram ao meu lado nos momentos de felicidade e de luta.

Aos meus professores da graduação, pelos ensinamentos profissionais e pessoais a mim transmitidos.

À UNESP – FCAV, pelo programa de pós-graduação e todo o suporte prestado a mim como estudante.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela bolsa de mestrado (nº 135572/2019-3).

À Fundação de Amparo à pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, pelo auxílio à pesquisa JP – FAPESP (nº 18/15559-7).

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Às empresas Agrocere PIC, Seara Alimentos e Evonik Industries, pelo financiamento, cooperação e doação de insumos.

Ao meu orientador de mestrado Prof. Dr. Luciano Hauschild pela confiança, incentivo, ensinamentos, ajuda e parceria em cada desafio.

Aos meus co-orientadores Dr. Danilo Alves Marçal, Prof. Dr. Paulo H. R. F. Campos e Prof. Dr. Luan Sousa dos Santos pela colaboração na minha caminhada para se tornar mestre.

Aos meus amigos de pós-graduação, estagiários e funcionários envolvidos na realização desse trabalho. Deixo registrada a minha eterna gratidão.

Aos professores membros da banca de qualificação e de defesa, pela colaboração e melhorias do trabalho.

A todos que de alguma forma contribuíram para meu crescimento profissional e pessoal até aqui. Muito obrigado.

SUMÁRIO

RESUMO.....	iii
ABSTRACT	v
CAPÍTULO 1 - Considerações gerais.....	6
1.1 Introdução	6
1.2 Revisão de literatura	7
1.2.1 Potencial para deposição de proteínas	7
1.2.2 Exigências de lisina para suínos em crescimento	9
1.2.3 Eficiência de utilização da lisina	11
1.2.4 Problemática do tema pesquisado	12
1.2.5 Perspectiva e Hipótese.....	12
1.2.6 Estruturação da dissertação.....	12
1.2.7 Objetivo	13
1.3 Referências	14
CAPÍTULO 2 - Effect of standardized ileal digestible lysine and protein deposition potential on performance, body composition and efficiency of lysine utilization of growing pigs	17
INTRODUCTION.....	20
MATERIALS AND METHODS.....	21
RESULTS.....	25
DISCUSSION	27
CONCLUSION	31
LITERATURE CITED	32



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Jaboticabal



CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado **“Estimativa de exigência para manutenção, eficiência de utilização e nível ideal de lisina para suínos com alto potencial genético”**, protocolo nº 14150/19, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Luciano Hauschild, 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 08 de outubro de 2008, no decreto 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), da FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS, UNESP - CÂMPUS DE JABOTICABAL-SP, em reunião ordinária de 14 de novembro de 2019.

Vigência do Projeto	19/11/2019 a 20/02/2020
Espécie / Linhagem	Suína
Nº de animais	63
Peso / Idade	Média 50 kg
Sexo	Machos
Origem	Granja Paraíso

Jaboticabal, 14 de novembro de 2019.


Prof.ª Dr.ª Fabiana Pilarski
Coordenadora – CEUA

Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias
Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n CEP 14884-900 - Jaboticabal/ SP - Brasil
tel 16 3209 7100 www.fcav.unesp.br

EFEITO DE DIFERENTES NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL E DA VARIAÇÃO NO POTENCIAL DE DEPOSIÇÃO DE PROTEÍNAS NO DESEMPENHO, COMPOSIÇÃO CORPORAL E EFICIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DA LISINA EM SUÍNOS EM CRESCIMENTO

RESUMO – O avanço no melhoramento genético tem permitido melhoras no potencial de deposição de proteína com consequente influência não somente na exigência de lisina como também na eficiência de utilização. Desta forma, foi conduzido este estudo com o objetivo de avaliar a influência do potencial de deposição proteica e de diferentes níveis de lisina da dieta no desempenho, composição corporal e a eficiência de utilização da lisina por suínos machos inteiros em crescimento. Um total de 64 suínos machos inteiros geneticamente similares foram alocados em oito tratamentos (oito animais por tratamento) em um arranjo fatorial 2×4 com dois grupos de DP (DP baixa e DP alta) e quatro níveis de lisina digestível (55, 68, 82 e 95% das recomendações do NRC). A deposição de proteína foi mesurada durante um período de 23 dias (dia 0 a 23) e, no dia 24 ($39,2 \pm 5,7$ kg de PV), cada um dos grupos de DP foi distribuído aleatoriamente a um dos quatro níveis de lisina digestível na dieta por um período de 28 dias. Não houve interações ($P > 0,05$) entre os grupos de DP e os níveis de lisina digestível para todas as variáveis avaliadas neste estudo. o GPD, CRD, CA, ganho de proteína, ganho de lipídio, PV final, proteína corporal e lipídios corporais aumentaram em função do aumento dos níveis de lisina digestível na dieta ($P < 0,05$). O PV inicial, proteína corporal inicial, lipídio corporal inicial, GPD, CRD, ganho proteico, ganho lipídico, PV final, proteína corporal final e lipídio corporal final foram maiores ($P < 0,05$) para o grupo de DP alta, enquanto a CA foi semelhante entre os grupos de DP ($P > 0,05$). A ingestão de Lisina digestível e retenção de Lisina aumentaram e a eficiência de utilização diminuiu em função do aumento da lisina na dieta ($P < 0,05$). Não houve diferença na eficiência de utilização da lisina entre os grupos de DP ($P > 0,05$). A ingestão de energia líquida e a ingestão de PB foram diferentes entre os grupos de DP e os níveis de lisina digestível ($P < 0,05$). Não houve diferença na excreção de nitrogênio (N) entre os níveis de lisina na dieta e eficiência na retenção de N entre os grupos de DP ($P > 0,05$). Os resultados indicam que não houve interação entre o potencial de deposição de proteína e os níveis de lisina na dieta. O potencial de deposição de proteína e aumento dos níveis de lisina na dieta

melhora o desempenho e composição corporal. Contudo, o potencial de deposição de proteína não influencia na eficiência de utilização da lisina.

Palavras-chave: deposição de proteína, eficiência de utilização, lisina.

EFFECT OF STANDARDIZED ILEAL DIGESTIBLE LYSINE AND PROTEIN DEPOSITION POTENTIAL ON PERFORMANCE, BODY COMPOSITION AND EFFICIENCY OF LYSINE UTILIZATION OF GROWING PIGS

ABSTRACT - Genetic improvements has produced pigs with higher protein deposition potential in the carcass and this increase may influence not only the lysine requirement, but also the efficiency of its utilization. In this way, this study was conducted to evaluate the influence of protein deposition potential and dietary lysine levels on performance, body composition and lysine efficiency utilization of growing entire male pigs. A total of 64 genetically similar entire male were allotted in one of eight treatments (eight animals per treatment) in 2×4 factorial arrangement with two PD groups (low PD and high PD) and four SID Lys levels (55, 68, 82 e 95% of NRC recommendations). Protein deposition were measured over a 23-day period (day 0 to 23) and, on day 24 (39.2 ± 5.7 kg of BW), each one of the PD groups were randomly assigned to one of the four dietary SID Lys for a period of 28 days. There were no interactions ($P > 0.05$) between PD groups and SID Lys levels for any of the variables evaluated in this study. ADG, ADFI, F:G, protein gain, lipid gain, final BW, final body protein and final body lipid were improved by the dietary SID Lys levels ($P < 0.05$). Initial BW, initial body protein, initial body lipid, ADG, ADFI, protein gain, lipid gain final BW, final body protein and final body lipid were higher ($P < 0.05$) for the high PD group, while F:G ratio was similar between PD groups ($P > 0.05$). SID Lys intake and Lys retention increased with increasing dietary lysine while utilization efficiency decreased ($P < 0.05$). There was no difference in lysine utilization between PD groups ($P > 0.05$). Net energy intake and CP intake were different between PD groups and SID Lys levels ($P < 0.05$). There were no differences in nitrogen (N) excretion between SID Lys levels and N efficiency retention between PD groups ($P > 0.05$). The results indicate that there was no interaction between protein deposition potential and dietary Lys levels, but isolated, higher Lys levels may improve performance, body composition and Lys utilization efficiency while different protein deposition potential groups do not influence Lys utilization efficiency.

Keywords: protein deposition, efficiency utilization, lysine.

CAPÍTULO 1 - Considerações gerais

1.1 Introdução

A atividade suinícola vem apresentando mudanças positivas ao longo de seu registro na história. Com cada vez mais tecnificação empregada e maior conhecimento implementado no ramo, é notório o reflexo nos crescimentos anuais que a atividade registra. De acordo com o relatório anual de 2021 publicado pela Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA), em 2020 houve um crescimento próximo de 11,37% na produção brasileira de carne suína quando comparada com o ano anterior, enquanto a produção mundial reduziu sua produção em 4,14% no mesmo período.

Devido a sua distribuição intercontinental, alguns pilares para uma adequada condução da suinocultura industrial são constantemente colocados em foco. A necessidade de uma produção efetivamente sustentável, que siga as diretrizes internacionais propostas em relação ao bem-estar animal e que ainda assim traga retorno do capital investido, é indispensável para uma produção competitiva intrínseca a um mercado consumidor exigente.

O atendimento das demandas da suinocultura moderna envolve a compreensão da produção dentro de uma perspectiva sistemática. O produto fornecido ao mercado consumidor ao fim da linha de produção é dependente da ciência empregada nas fases anteriores do sistema. Nesse contexto, uma nutrição adequada mostra-se como um fator que norteia para métodos de produção mais eficazes, uma vez que corresponde por cerca de três quartos dos custos. Nesse sentido, a utilização de técnicas de nutrição de precisão pode tornar o sistema de produção viável, econômico e sustentável, devido a acurácia na utilização de recursos.

Níveis adequados de aminoácidos nas dietas podem reduzir custos e impactos ambientais na produção de suínos. A lisina é considerada o aminoácido de referência porque sua análise em rações é relativamente simples e há vários estudos sobre seu uso em dietas para animais não ruminantes. Para suínos alimentados com milho e farelo de soja, a lisina é o primeiro aminoácido limitante (Baker e Han, 1994; Boisen, 2003). Além disso, foi observado que o aumento da ingestão de lisina digestível proporciona melhorias no desempenho (Aymerich et al., 2020).

A taxa de deposição de proteína é diretamente afetada pela ingestão de lisina digestível. Quanto maior for a ingestão de lisina, a taxa de deposição diária deste aminoácido aumenta até atingir o potencial máximo (Colina et al., 2016; Hewitt et al., 2020). Uma ingestão menor de lisina tem sido proporcionalmente associada a uma maior eficiência na utilização da lisina (Heger et al., 2008). Além disso, populações de suínos com a mesma composição genética mostram uma variabilidade na deposição de proteína entre os indivíduos. Suínos com maior potencial de deposição tem menor perda de lisina por vias catabólicas em comparação aos suínos que depositam menos proteína (Moehn et al., 2004). Entretanto, as necessidades nutricionais são calculadas utilizando equações fatoriais baseadas no desempenho médio de crescimento populacional (Hauschild et al., 2010). Assim, surgem dúvidas sobre o uso desses modelos para calcular diferentes necessidades de nutrientes para suínos dentro da mesma população.

O uso do método fatorial para estimar as necessidades nutricionais contabiliza separadamente as necessidades de lisina para manutenção e para a síntese e deposição de proteínas, considerando a eficiência da utilização deste aminoácido. Assim, devido à baixa disponibilidade de estudos que investigaram a influência da variabilidade intra-genótipo do potencial de deposição de proteína na eficiência da utilização da lisina pelos suínos, uma determinação mais precisa da influência da ingestão de lisina e do potencial de deposição de proteína na eficiência da utilização da lisina pode ser uma ferramenta importante para calibrar os modelos de estimativa das necessidades de lisina digestível atualmente adotados (van Milgen et al., 2008; NRC, 2012; Rostagno et al., 2017; Muniz et al., 2019).

1.3 Referências

- Aymerich, P., C. Soldevila, J. Bonet, J. Gasa, J. Coma, and D. Solà-Oriol. 2020. Increasing dietary lysine impacts differently growth performance of growing pigs sorted by body weight. *Animals*. 10:1–17. doi:10.3390/ani10061032.
- Baker, D. H., and Y. Han. 1994. Ideal amino acid profile for chicks during the first three weeks posthatching. *Poult. Sci.* 73:1441–1447. doi:10.3382/ps.0731441. Available from: <http://dx.doi.org/10.3382/ps.0731441>
- Boisen, S. 2003. Ideal dietary amino acid profiles for pigs. In: I. D'Mello, J.P. F, *Amino acids in animal nutrition*. Edinburgh, UK. p. 157- 168.
- Ceron, M. S., V. De Oliveira, P. A. Lovatto, and M. M. Do Vale. 2013. Maintenance requirement and deposition efficiency of lysine in pigs. *Pesqui. Agropecu. Bras.* 48:1269–1274. doi:10.1590/S0100-204X2013000900011.
- Chiba, L. I., D. L. Kuhlert, L. T. Frobish, S. B. Jungst, E. J. Huff-Lonergan, S. M. Lonergan, and K. A. Cummins. 2002. Effect of dietary restrictions on growth performance and carcass quality of pigs selected for lean growth efficiency. *Livest. Prod. Sci.* 74:93–102. doi:10.1016/S0301-6226(01)00288-3.
- Colina, J. J., P. S. Miller, A. J. Lewis, R. L. Fischer, and R. M. Diedrichsen. 2016. Body composition, tissue deposition, and lysine utilization for protein deposition of barrows and gilts fed crystalline or protein-bound lysine. *J. Anim. Sci.* 94:1972–1981. doi:10.2527/jas.2015-0190.
- De Lange, C. F. M., Levesque, C. L., and Kerr, B. J. 2012. Amino acid nutrition and feed efficiency. In *Feed efficiency in swine* (pp. 81-100). Wageningen Academic Publishers, Wageningen.
- Fisher, C., Morris, T. R., and Jennings, R. C. 1973. A model for the description and prediction of the response of laying hens to amino acid intake. *British Poultry Science*, 14(5), 469-484.
- Hahn, J. D., and D. H. Baker. 1995. Optimum ratio to lysine of threonine, tryptophan, and sulfur amino acids for finishing swine. *J. Anim. Sci.* 73:482–489. doi:10.2527/1995.732482x.
- Hauschild, L., P. A. Lovatto, J. Pomar, and C. Pomar. 2012. Development of sustainable precision farming systems for swine: Estimating realtime individual amino acid requirements in growing-finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 90:2255–2263. doi:10.2527/jas.2011-4252.
- Hauschild, L., C. Pomar, and P. A. Lovatto. 2010. Systematic comparison of the empirical and factorial methods used to estimate the nutrient requirements of growing pigs. *Animal*. 4:714–723. doi:10.1017/S1751731109991546.
- Heger, J., P. Patráš, S. Nitráková, J. Karcol, and P. Dolešová. 2008. Lysine maintenance requirement and efficiency of its utilisation in young pigs as estimated by comparative slaughter technique. *Arch. Anim. Nutr.* 62:182–192. doi:10.1080/17450390802027510.

- Hewitt, D. J., J. C. M. Dekkers, T. Antonick, A. Gheisari, A. R. Rakhshandeh, and A. Rakhshandeh. 2020. Effects of divergent selection for residual feed intake on nitrogen metabolism and lysine utilization in growing pigs. *J. Anim. Sci.* 98:1–9. doi:10.1093/JAS/SKAA152.
- Ho, T. T., J. K. K. Htoo, T. B. A. Dao, M. E. Carpena, N. A. T. Le, C. C. Vu, and Q. L. Nguyen. 2019. Estimation of the standardized ileal digestible lysine requirement and optimal sulphur amino acids to lysine ratio for 30–50 kg pigs. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl)*. 103:258–268. doi:10.1111/jpn.13029.
- Kyriazakis, I., G. C. Emmans, and R. McDaniel. 1993. Whole body amino acid composition of the growing pig. *J. Sci. Food Agric.* 62:29–33. doi:10.1002/jsfa.2740620104.
- van Milgen, J., and J. Y. Dourmad. 2015. Concept and application of ideal protein for pigs. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 6:1–11. doi:10.1186/s40104-015-0016-1.
- van Milgen, J., A. Valancogne, S. Dubois, J. Y. Dourmad, B. Sève, and J. Noblet. 2008. InraPorc: A model and decision support tool for the nutrition of growing pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.* 143:387–405. doi:10.1016/j.anifeedsci.2007.05.020.
- Moehn, S., R. O. Ball, M. F. Fuller, A. M. Gillis, and C. F. M. De Lange. 2004. Growth potential, but not body weight or moderate limitation of lysine intake, affects inevitable lysine catabolism in growing pigs. *J. Nutr.* 134:2287–2292. doi:10.1093/jn/134.9.2287.
- Möhn, S., M. F. Fuller, R. O. Ball, and C. F. M. De Lange. 2003. Feeding Frequency and Type of Isotope Tracer Do Not Affect Direct Estimates of Lysine Oxidation in Growing Pigs. *J. Nutr.* 133:3504–3508. doi:10.1093/jn/133.11.3504.
- Moughan, P. J., L. H. Jacobson, and P. C. H. Morel. 2006. A genetic upper limit to whole-body protein deposition in a strain of growing pigs. *J. Anim. Sci.* 84:3301–3309. doi:10.2527/jas.2005-277.
- Moughan, P. J., and M. W. A. Verstegen. 1988. The modelling of growth in the pig. *Netherlands J. Agric. Sci.* 36:145–166. doi:10.18174/njas.v36i2.16687.
- Moughan, P.J., e M.F. Fuller. 2003. Modelling amino acid metabolism and the estimation of amino acid requirements. In: D'Mello JPF, editor. *Amino acids in animal nutrition*. 2nd ed. Wallingford, UK: CAB International. p. 187–202.
- Muniz, H. da C. M., L. T. da Rocha, J. S. Kunzler, M. S. Ceron, B. N. Fraga, J. Bottan, A. R. B. de Quadros, and V. de Oliveira. 2019. Evaluation of factorial methods to estimate lysine requirements for barrows and immunocastrated pigs. *Livest. Sci.* 227:68–74. doi:10.1016/j.livsci.2019.07.003. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.07.003>
- NRC, N. 2012. *Nutrient requirements of swine*. 11th ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.

Pasquetti, T. J., P. C. Pozza, I. Moreira, T. C. Santos, L. M. Diaz-Huepa, L. D. Castilha, D. Perondi, P. L. O. Carvalho, and S. W. Kim. 2015. Simultaneous determination of standardized ileal digestible tryptophan and lysine for barrows from 15 to 30kg live weight. *Livest. Sci.* 181:114–120. doi:10.1016/j.livsci.2015.09.021. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2015.09.021>

Remus, A., L. Hauschild, S. Methot, and C. Pomar. 2020. Precision livestock farming: real-time estimation of daily protein deposition in growing–finishing pigs. *Animal*. 14:s360–s370. doi:10.1017/S1751731120001469. Available from: <http://dx.doi.org/10.1017/S1751731120001469>

Ringel, J., and A. Susenbeth. 2009. Lysine requirement for maintenance in growing pigs. *Livest. Sci.* 120:144–150. doi:10.1016/j.livsci.2008.05.005. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2008.05.005>

Rostagno, H.S., Albino, L.F.T., Hannas, M.I., Donzele, J.L., Sakomura, N.K., Perazzo, F.G., Saraiva, A., de Abreu, M.L.T., Rodrigues, P.B., de Oliveira, R.F., Barreto, S.L.T., Brito, C.O. 2017. Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composicao de Alimentos e Exigencias Nutricionais. Universidade Federal de Vicosa impresso, Vicosa-MG.

Sakomura, N. K., e Rostagno, H. S. 2016. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos (p. 262). 2.ed. Jaboticabal: Funep.

SÃO PAULO (Estado). Relatório anual 2021. Associação Brasileira de Proteína Animal – ABPA. São Paulo, 146 p.

Schinckel, A.P. 1999. Describing the pig. Pp. 9-38 in *Quantitative Biology of the Pig*. I. Kyriazakis. Ed. Wallingford. UK: CABI.

Schinckel, A. P., D. C. Mahan, T. G. Wiseman, and M. E. Einstein. 2008. Growth of protein, moisture, lipid, and ash of two genetic lines of barrows and gilts from twenty to one hundred twenty-five kilograms of body weight. *J. Anim. Sci.* 86:460–471. doi:10.2527/jas.2007-0625.

Whittemore, C. T., J. B. Tullis, and G. C. Emmans. 1988. Protein growth in pigs. *Anim. Prod.* 46:437–445. doi:10.1017/S0003356100019048.

Yang, C. J., D. W. Lee, I. B. Chung, Y. M. Cho, I. S. Shin, B. J. Chae, J. H. Kim, and I. K. Han. 1997. Developing Model Equation to Subdivide Lysine Requirements into Requirements for Growth and Maintenance in Pigs. *Asian-Australasian J. Anim. Sci.* 10:54–63. doi:10.5713/ajas.1997.54.