

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 10/07/2024.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JÚLIO DE MESQUITA FILHO
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**IMPACTO DO DESAFIO SANITÁRIO NA VARIABILIDADE
DO DESEMPENHO, DA COMPOSIÇÃO CORPORAL E DAS
EXIGÊNCIAS DE LISINA DE SUÍNOS EM CRESCIMENTO**

Manoela Trevisan Ortiz

Zootecnista

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JÚLIO DE MESQUITA FILHO
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**IMPACTO DO DESAFIO SANITÁRIO NA VARIABILIDADE
DO DESEMPENHO, DA COMPOSIÇÃO CORPORAL E DAS
EXIGÊNCIAS DE LISINA DE SUÍNOS EM CRESCIMENTO**

Manoela Trevisan Ortiz

Orientador: Prof. Dr. Luciano Hauschild

Coorientador: Dr. Antonio Diego Brandão Melo

Coorientador: Dr. Danilo Alves Marçal

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

O77i

Ortiz, Manoela Trevisan

Impacto do desafio sanitário na variabilidade do desempenho, da composição corporal e das exigências de lisina de suínos em crescimento / Manoela Trevisan Ortiz. -- Jaboticabal, 2023

37 p. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientador: Luciano Hauschild

Coorientador: Antonio Diego Brandão Melo

1. Condições sanitárias. 2. Salmonella Typhimurium. 3. Deposição proteica. 4. Método fatorial. 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.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: IMPACTO DO DESAFIO SANITÁRIO NA VARIABILIDADE DO DESEMPENHO, DA COMPOSIÇÃO CORPORAL E DAS EXIGÊNCIAS DE LISINA DE SUÍNOS EM CRESCIMENTO

AUTORA: MANOELA TREVISAN ORTIZ

ORIENTADOR: LUCIANO HAUSCHILD

COORDENADOR: DANILO ALVES MARÇAL

COORDENADOR: ANTONIO DIEGO BRANDÃO MELO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em , área: Nutrição Animal pela Comissão Examinadora:

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

Profa. Dra. INES ANDRETTA (Participação Virtual)
Departamento de Zootecnia / Universidade Federal do Rio Grande do Sul



Documento assinado digitalmente
INES ANDRETTA
Data: 14/07/2023 18:02:46-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. VINICIUS DE SOUZA CANTARELLI (Participação Virtual)
Departamento de Zootecnia / Universidade Federal de Lavras - Lavras/MG



Documento assinado digitalmente
VINICIUS DE SOUZA CANTARELLI
Data: 17/07/2023 12:10:00-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Jaboticabal, 10 de julho de 2023

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Manoela Trevisan Ortiz, filha de Derlis Adelfo Ortiz Bareiro Jr e Eliana Cristina Trevisan Ortiz, nasceu no dia 12 de novembro de 1997, na cidade de Porto Ferreira, São Paulo, Brasil. Em abril de 2016, ingressou no curso de Zootecnia na Universidade Federal de Lavras – UFLA, graduando-se em junho de 2021. Em agosto de 2021, iniciou o Mestrado em Ciência Animal na Universidade Estadual Paulista – UNESP, câmpus de Jaboticabal, sob orientação do Prof. Dr. Luciano Hauschild e coorientação dos pós-doutorandos Dr. Antonio Diego Brandão Melo e Dr. Danilo Alves Marçal, dedicando-se à área de Produção e Nutrição de Suínos. No dia 11 de agosto de 2022, submeteu-se à banca para qualificação da Dissertação e no dia 10 de julho de 2023 realizou sua defesa.

EPÍGRAFE

“Deixo o futuro criar raiz”.

5 a seco

DEDICATÓRIA

Dedico a todos que se perderam pelo caminho.
É possível reencontrar o propósito.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Derlis e Eliana, que nunca mediram esforços para que eu completasse minha jornada acadêmica, mesmo que ela envolvesse uma graduação e um mestrado em um curso que vocês não conheciam (e todas as outras surpresas que vieram depois). Ao meu irmão, Felipe, por sempre ter sido um dos meus maiores exemplos de pessoa e de acadêmico. O caminho ficou um pouco mais fácil porque você o percorreu primeiro.

A todos os amigos que a UNESP me trouxe – especialmente às Cinderelers e aos Suequinhos (e todas as suas variações e agregados) – que acompanharam essa trajetória de perto. Obrigada por terem feito dessa cidade algo muito próximo de uma casa; por terem deixado mais leves os dias difíceis; por todas as risadas compartilhadas – fossem elas de alegria ou de desespero – e pelo ombro amigo sempre que necessário. Aos amigos de Porto Ferreira, que acompanharam a trajetória de longe. Obrigada por serem colo e refúgio. Aos amigos que deixei em Lavras e que acompanharam essa trajetória ainda mais de longe. Obrigada por serem lembrança do quanto valeu a pena chegar até aqui.

Aos colegas do LabSui, por toda a ajuda e companhia nos manejos intermináveis. Esse trabalho tem um pouco de cada um de vocês. Aos integrantes do NESUI, minha primeira casa e onde descobri o amor pela suinocultura.

Ao meu orientador, Dr. Luciano Hauschild, por fugir à regra e ser um dos professores mais compreensíveis que já conheci. Obrigada por confiar no meu trabalho.

Aos meus coorientadores Diego Melo e Danilo Marçal. Obrigada por toda a ajuda e conhecimento compartilhados e por sempre me atenderem, mesmo quando eu aparecia na sala de vocês sem avisar.

Aos membros da banca, Dra. Ines Andretta e Dr. Vinícius Cantarelli, por terem aceitado participar desse momento crucial em minha formação e contribuir ainda mais com esse trabalho.

À UNESP, minha atual casa, e à UFLA, minha alma mater. A oportunidade de me formar e me especializar em duas universidades públicas foi um privilégio. Vida longa ao ensino público, gratuito e de qualidade.

Ao conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo financiamento dessa pesquisa.

IMPACTO DO DESAFIO SANITÁRIO NA VARIABILIDADE DO DESEMPENHO, DA COMPOSIÇÃO CORPORAL E DAS EXIGÊNCIAS DE LISINA DE SUÍNOS EM CRESCIMENTO

RESUMO – Com a intensificação da produção animal, é cada vez mais comum que suínos estejam expostos a patógenos ou alojados em condições inadequadas – situações que podem levar à ativação do sistema imune. Objetivou-se com esse estudo avaliar o impacto de um desafio sanitário na variabilidade do desempenho, da composição corporal e das exigências de lisina (Lys) de suínos em crescimento. Foram utilizados dados de uma população de 40 fêmeas suínas em crescimento ($25,4 \pm 3,7$ kg) alojadas em condições sanitárias (CS) adequadas ($n = 20$), ou em CS precárias e inoculadas com 5 mL de 2×10^9 UFC de *Salmonella* Typhimurium ($n = 20$). Dados de consumo de ração diário (CRD) e de peso corporal (PC) dessa população foram ajustados utilizando uma função polinomial de primeira ordem. A deposição proteica (DP) foi estimada em função do ganho de peso diário (GPD) estimado e da relação entre DP e GPD observados. Essas variáveis foram integradas em uma equação fatorial para estimar as exigências diárias de Lys de cada indivíduo. Durante a primeira semana experimental, animais em CS precárias apresentaram maior temperatura retal e maior e menor concentrações séricas de haptoglobina e albumina, respectivamente, que os animais em CS adequadas. O desafio sanitário também reduziu o PC final em 9,5%, o GPD em 20,3%, o CRD em 8,5% e a DP em 20,3%. Os suínos alojados em CS precárias tiveram exigências de Lys 19,4% menores no 28º dia experimental e 9,9% menores durante toda fase experimental em relação aos alojados em CS adequadas. Em relação à variabilidade individual, suínos em CS precárias apresentaram CV maiores para PC (2,6%), GPD (9,7%), CRD (6,0%), DP (9,7%) e exigências de Lys (7,9%) durante o experimento. Além disso, as diferenças entre as exigências de Lys dos animais mais e menos exigentes foram de 17% nas CS precárias e de 14% nas CS adequadas. Esses resultados demonstram como um desafio sanitário pode reduzir PC, GPD, CRD, DP e as exigências de Lys, além de aumentar a variabilidade do desempenho, da composição corporal e das exigências nutricionais de suínos em crescimento.

Palavras-chave: condições sanitárias, deposição proteica, método fatorial, *Salmonella* Typhimurium

IMPACT OF A SANITARY CHALLENGE ON THE VARIABILITY OF PERFORMANCE, BODY COMPOSITION AND LYSINE REQUIREMENTS OF GROWING PIGS

ABSTRACT – Due to the intensification of livestock production, it became common that pigs are exposed to pathogens or housed in poor sanitary conditions (SC) – situations that can lead to the activation of the immune system. This study aimed to evaluate the impact of a sanitary challenge in the variability of growth performance, body composition and lysine (Lys) requirements of growing pigs. Data from 40 growing female pigs (25.4 ± 3.7 kg) that were either raised in Good SC ($n = 20$) or raised under poor SC and inoculated with 5 mL of 2×10^9 UFC of *Salmonella* Typhimurium ($n = 20$) were used. Individual daily feed intake (DFI) and BW data from this population were smoothed by linear regression. Protein deposition (PD) was estimated considering predicted average daily gain (ADG) and the relation between observed PD and ADG. These variables were integrated in a factorial equation to estimate daily individual Lys requirements. During the first experimental week, animals in the poor SC had higher rectal temperature, higher haptoglobin and lower albumin concentrations than the animals in the Good SC. The sanitary challenge also caused reductions of 9.5% for final BW, 20.3% for ADG, 8.5% for DFI, and 20.3% for PD. For poor SC pigs, Lys requirements were 19.4% lower on day 28 and 9.9% lower throughout the experimental phase if compared to Good SC pigs. When analyzing individual pig variability, it was observed that animals in the poor SC had higher CV for final BW (2.6%), ADG (9.7%), DFI (6.0%), PD (9.7%), and for Lys requirements (7.9%) throughout the phase. Moreover, the differences in Lys requirements between the least and the most demanding pigs were 17% in the poor SC, and 14% in the Good SC. These results demonstrate how a sanitary challenge may reduce BW, ADG, DFI, PD, and Lys requirements; it also enhances the variability of growth performance, body composition and Lys requirements of growing pigs.

Keywords: factorial method, protein deposition, *Salmonella* Typhimurium, sanitary conditions

CAPÍTULO 1 – Considerações gerais

1 INTRODUÇÃO

A intensificação da produção animal, aliada à menor capacidade das raças modernas de se adaptar a perturbações ambientais, pode comprometer ainda mais os resultados de suínos expostos a condições de desafio sanitário (Campos *et al.*, 2017). Esses desafios podem estimular a ativação do sistema imune (SI) e, consequentemente, a produção de citocinas pró-inflamatórias, situações que podem impactar negativamente o desempenho e a eficiência desses animais (Johnson, 2012).

Dentre os desafios sanitários que podem acometer suínos em crescimento, os mais comuns de serem encontrados a campo são condições precárias de alojamento, desafios entéricos e respiratórios (Rodrigues *et al.*, 2022), ou uma combinação destes. As infecções respiratórias geralmente são subclínicas, já que é comum que o SI atue apenas nos tecidos afetados (Blanchard *et al.*, 1992). Apesar disso, as perdas econômicas podem ser expressivas, principalmente aquelas relacionadas a penalidades no abate (Rodrigues *et al.*, 2022). As infecções entéricas são mais observadas na fase pós-desmame, porém, as salmoneloses podem persistir durante toda a fase produtiva (Rodrigues *et al.*, 2022). As salmoneloses afetam as células do epitélio intestinal, o que geralmente resulta em diarreia (Luppi, 2017). Já as condições precárias de alojamento podem ser resultado da falta de protocolos de limpeza e desinfecção, de falhas no cronograma vacinal, ou uma combinação de fatores (van der Meer *et al.*, 2020), e podem expor os animais a agentes biológicos, como vírus e bactérias, e não-biológicos, como gases nocivos e poeira (Rodrigues *et al.*, 2022).

A magnitude do impacto do desafio sanitário no desempenho animal depende da fase produtiva e do tipo de desafio (Rodrigues *et al.*, 2022). Dados de estudos recentes, conduzidos com suínos em diversos estágios de crescimento e com diferentes tipos de desafio sanitário, mostram que o estímulo do SI pode resultar em reduções entre 6 e 26% no peso corporal (PC) final, 22 e 37% no ganho de peso diário (GPD), 9 e 22% no consumo de ração diário (CRD) e 4 e 10% na eficiência alimentar (van der Meer *et al.*, 2020; Rodrigues *et al.*, 2021; da Cunha Valini *et al.*, 2023).

Entretanto, as informações sobre como um desafio sanitário pode aumentar a

variabilidade do desempenho e das exigências nutricionais de uma população são escassas na literatura. Sabendo que esses cenários são comuns de serem encontrados a campo e que podem representar consequências econômicas na produção suinícola, é importante estudar e mensurar a magnitude do impacto do desafio sanitário na variabilidade do desempenho e das exigências nutricionais dos suínos.

9 CONCLUSIONS

Collectively, these results show how a sanitary challenge may reduce BW, ADG, DFI, PD, and Lys requirements of growing pigs, besides also enhancing the individual variability for growth performance, body composition and Lys requirements.

10 REFERENCES

- Andretta I, Pomar C, Kipper M, Hauschild L and Rivest J (2016) Feeding behavior of growing-finishing pigs reared under precision feeding strategies. **Journal of Animal Science** 94:3042-3050.
- Barcellos J, Alves WJ, Arnaut PR, Fonseca L, Muniz JCL, Dorigam JCP, Campos PHRF, Silva FF, Dilger RN, Hannas MI (2021) Assessment of digestible lysine requirements in lipopolysaccharide-challenged pigs. **Journal of Animal Science** 99:1-13.
- Bertolo RF, Moehn S, Pencharz PD and Ball RO (2005) Estimate of the variability of the lysine requirement of growing pigs using the indicator amino acid oxidation technique. **Journal of Animal Science** 83:2535-2542.
- Da Cunha Valini GAC, Arnaut PR, França I, Ortiz MT, Oliveira MJK, Melo ADB, Marçal DA, Campos PHRF, Htoo JK, Brand HG, Hauschil L (2023) Increased dietary Trp, Thr, and Met supplementation improves growth performance and protein deposition of salmonella-challenged growing pigs under poor housing conditions. **Journal of Animal Science** 101:1-12.
- Hauschild L, Pomar C, Lovatto PA (2010) Systematic comparison of the empirical and factorial methods used to estimate the nutrient requirements of growing pigs. **Animal** 4:714-723.
- Hauschild L, Kristensen AR, Andretta I, Remus A, Santos LS, Pomar C (2020) Toward better estimates of the real-time individual amino acid requirements of growing-finishing pigs showing deviations from their typical feeding patterns. **Animal** 14:s371-s381.
- Le Floc'h N, Melchior D and Obled C (2004) Modifications of protein and amino acid metabolism during inflammation and immune system activation. **Livestock Production Science** 87:37-45.
- National Research Council, 2012. Nutrient Requirements of swine, 11th revised edition. National Academies Press, Washington, DC, USA.
- Nguyen-Ba H, van Milgen J, Taghipoor M (2020a) A procedure to quantify the feed intake response of growing pigs to perturbations. **Animal** 14:253-260.
- Nguyen-Ba H, Taghipoor M, van Milgen J (2020b) Modelling the feed intake response of growing pigs to diets contaminated with mycotoxins. **Animal** 14:303-312.
- Pastorelli H, van Milgen J, Lovatto P and Montagne L (2012) Meta-analysis of feed intake and growth responses of growing pigs after a sanitary challenge. **Animal** 6:952-961.
- Pomar C, Rivest J (1996) The effect of body position and data analysis on the estimation of body composition of pigs by dual energy X-ray absorptiometry (DEXA). Conference at the 46th Annual conference of the Canadian Society of Animal Science,

Lethbridge, Alberta, 26pp.

Pomar C, Andretta I, Remus A (2021) Feeding strategies to reduce nutrient losses and improve the sustainability of growing pigs. **Frontiers in Veterinary Science** 8:327-345.

Rakhshandeh A, CFM de Lange (2011) Immune system stimulation in the pig: effect on performance and implications for amino acid nutrition. In.: Van Barneveld RJ (Ed.) **Manipulating Pig Production XIII**. Werribee: Australian Pig Science Association Inc., p. 31-54.

Rakhshandeh A, Htoo JK, Karrow N, Miller SP, de Lange CFM (2014) Impact of immune system stimulation on the ileal nutrient digestibility and utilization of methionine plus cysteine intake for whole-body protein deposition in growing pigs. **British Journal of Nutrition** 111:101-110.

Remus A, Hauschild L, Pomar C (2019) Simulated amino acid requirements of growing pigs differ between current factorial methods. **Animal** 14:725-730.

Remus A, Hauschild L, Létourneau-Montminy MP, Pomar C (2021) Estimating amino acid requirements in real-time for precision-fed pigs: the challenge of variability. **Animals** 11:3354-3369.

Rodrigues LA, Wellington MO, González-Vega JC, Htoo JK, Van Kessel AG, Columbus DA (2021) Functional amino acid supplementation, regardless of dietary protein content, improves growth performance and immune status of weaned pigs challenged with *Salmonella Typhimurium*. **Journal of Animal Science** 99:1-13.

Rodrigues LA, Koo B, Nyachoti M and Colombus DA (2022) Formulating diets for improved health status of pigs: current knowledge and perspectives. **Animals** 12:2877-2903.

Sandberg FB, Emmans GC, Kyriazakis I (2006) A model for predicting feed intake of growing animals during exposure to pathogens. **Journal of Animal Science** 84:1552-1566.

Santos LS, Pomar C, Campos PHRF, Silva WC, Gobi JP, Veira AM, Fraga AZ, Hauschild L (2018) Precision feeding strategy for growing pigs under heat stress conditions. **Journal of Animal Science** 96:4789-4801.

Van der Meer Y, Jansman AJM and Gerrits WJJ (2020) Low sanitary conditions increase energy expenditure for maintenance and decrease incremental protein efficiency in growing pigs. **Animal** 14:1811-1820.

Van Milgen J, Valancogne A, Dubois S, Dourmad JY, Sève B and Noblet J (2008) InraPorc: a model and decision support tool for the nutrition of growing pigs. **Animal Feed Science and Technology** 143:387-405.

Wellington MO, Agyekum AK, Hamonic K, Htoo JK, Van Kessel AG and Columbus DA (2019) Effect of supplemental threonine above requirement on growth performance of *Salmonella typhimurium* challenged pigs fed high-fiber diets. **Journal of Animal**

Science 97:3636-3647.

Wellock IJ, Emmans GC, Kyriazakis I (2004) Modeling the effects of stressors on the performance of populations of pigs. **Journal of Animal Science** 82:2442-2450.

Williams NH, Stahly TS and Zimmerman DR (1997a) Effect of chronic immune system activation on the rate, efficiency, and composition of growth and lysine needs of pigs fed from 6 to 27 kg. **Journal of Animal Science** 75:2463-2471.

Williams NH, Stahly TS and Zimmerman DR (1997b) Effect of chronic immune system activation on body nitrogen retention, partial efficiency of lysine utilization, and lysine needs of pigs. **Journal of Animal Science** 75:2472-2480.

Williams NH, Stahly TS and Zimmerman DR (1997c) Effect of level of chronic immune system activation on the growth and dietary lysine needs of pigs fed from 6 to 112 kg. **Journal of Animal Science** 75:2481-2496.