

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo deste trabalho será disponibilizado somente a partir de 27/03/2019.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

**SISTEMA SEQUENCIAL DE ALIMENTAÇÃO COM
VARIAÇÃO NO NÍVEL DE AMINOÁCIDOS NA DIETA PARA
SUÍNOS EM CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO**

Welex Cândido da Silva

Zootecnista

2017

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

**SISTEMA SEQUENCIAL DE ALIMENTAÇÃO COM
VARIAÇÃO NO NÍVEL DE AMINOÁCIDOS NA DIETA PARA
SUÍNOS EM CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO**

Welex Cândido da Silva

Orientador: Prof. Dr. Luciano Hauschild

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

2017

Silva, Welex Cândido da
S586s Sistema sequencial de alimentação com variação no nível de
aminoácidos na dieta para suínos em crescimento e terminação /
Welex Cândido da Silva. -- Jaboticabal, 2017
xii, 55 p. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2017
Orientador: Luciano Hauschild
Banca examinadora: Paulo Henrique Reis Furtado Campos,
Marcos Macari
Bibliografia

1. AIPF. 2. Lisina. 3. Programas de alimentação. I. Título. II.
Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.084.5:636.4

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: SISTEMA SEQUENCIAL DE ALIMENTAÇÃO COM VARIAÇÃO NO NÍVEL DE AMINOÁCIDOS NA DIETA PARA SUÍNOS EM CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO

AUTOR: WELEX CÂNDIDO DA SILVA

ORIENTADOR: LUCIANO HAUSCHILD

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



Prof. Dr. LUCIANO HAUSCHILD
Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal



Prof. Dr. PAULO HENRIQUE REIS FURTADO CAMPOS
Departamento de Zootecnia / Universidade Federal dos Vales do Jequetinhonha e Mucuri - Diamantina/MG



Prof. Dr. MARCOS MACARI
Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 27 de março de 2017

DADOS CURRÍCULARES DO AUTOR

WELEX CÂNDIDO DA SILVA – nascido em Pontal-SP, no dia 04 de maio de 1989. Em fevereiro de 2010 ingressou no curso de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp – Câmpus de Jaboticabal, graduando-se em dezembro de 2014. Durante o período de 2011 a 2012 foi bolsista de Iniciação Científica do CNPq sob orientação da Prof. Dra. Maria Celia Portella. No período de 2013 a 2014 foi bolsista de Iniciação Científica da FAPESP, sob orientação do Prof. Dr. Luciano Hauschild. Além disso, do segundo ano da graduação ao último foi integrante do Programa de Educação Tutorial (PET) Zootecnia. Em março de 2015 iniciou o mestrado pelo Programa de Pós-graduação em Zootecnia pela mesma instituição na qual graduou-se, sendo seu orientador o Prof. Dr. Luciano Hauschild, apresentando esta dissertação à banca em fevereiro de 2017.

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original”

Albert Einstein

Dedico com carinho e imensa gratidão aos meus pais Odailson e Lucelina, às minhas irmãs Paula e Keila e às minhas queridas sobrinhas Heloísa, Helena e Helisa.

AGRADECIMENTOS

A Deus por sua onipresença em minha vida;

Aos meus pais, irmãs e sobrinhas por serem a minha base, meu exemplo e minha motivação;

Ao meu orientador Prof. Dr. Luciano Hauschild por toda paciência, troca de conhecimento e experiências, humildade e atenção ofertados a mim desde a época da graduação;

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP – Câmpus Jaboticabal por toda sua estrutura e corpo docente;

Ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia;

Aos meus parceiros e amigos da equipe de pós-graduação: Aline, Alini, Alícia, Cintia, Dani, Jaqueline (Bits), Luan e Raphael;

Aos estagiários, em especial à Heloísa (Stitch), a qual não mediu esforços em colaborar;

Aos velhos amigos: Andrea (Vats), Camila (Blou), Caroline (Carol), Hanay (Hana), Leonardo (Homer), Lucas (Travado), Mirella (Biber), Renan (An-han) e Tayana (Morgs). E também aos novos: Palloma, Erika, Débora (Debs), Brandon e Vitor;

Às bancas de qualificação e defesa;

Aos funcionários do Laboratório de Suinocultura, José e Wilson; e,

À Capes e ao CNPq pela concessão de bolsas de estudo e à FAPESP pelo auxílio financeiro (Processo nº 2012/03781-0) a este trabalho.

Todos as pessoas supracitadas foram muito importantes, seja com uma palavra de apoio, carinho, ajuda, momentos de descontração, troca de experiências, ensinamentos e aprendizados. Serei eternamente grato a todos vocês!

SUMÁRIO

CERTIFICADO DA COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS	x
RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	13
1. Introdução.....	13
2. Revisão de Literatura.....	14
2.1. <i>Programas Nutricionais</i>	14
2.2. <i>Métodos de fornecimento de ração</i>	15
2.3. <i>Fatores que interferem no consumo, metabolismo e a absorção de nutrientes</i>	17
2.3.1. <i>Ambiente</i>	17
2.3.2. <i>O ritmo circadiano e a absorção de aminoácidos</i>	19
2.3.3. <i>Aspectos fisiológicos e metabólicos</i>	19
3. Referências bibliográficas	23
CAPÍTULO 2 - ALIMENTAÇÃO SEQUENCIAL COM VARIAÇÃO NO NÍVEL DE AMINOÁCIDOS NA DIETA A CADA DOZE HORAS PARA SUÍNOS EM CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO.....	28
INTRODUÇÃO	32
MATERIAL E MÉTODOS.....	34
<i>Animais, alojamento e delineamento experimental</i>	34
<i>Dietas Experimentais</i>	35
<i>Condução do Experimento</i>	37
<i>Abate e avaliação das carcaças</i>	38

<i>Cálculo e Análises Estatísticas</i>	39
RESULTADOS	40
<i>Consumo de ração</i>	41
<i>Ganho de peso e composição corporal</i>	42
DISCUSSÃO	42
LITERATURA CITADA	47

CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado "**Sistema de alimentação sequencial com variação no nível de aminoácidos nas dietas para suínos em crescimento**", protocolo nº 22961/15, 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 junho 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 (CEUA), da FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS, UNESP - CÂMPUS DE JABOTICABAL -SP, em reunião ordinária de 04 de dezembro de 2015.

Vigência do Projeto	15/01/2016 a 15/12/2016
Espécie / Linhagem	Suínos
Nº de animais	80
Peso / Idade	15 aos 75 Kg
Sexo	Machos e fêmeas
Origem	Granja Comercial Parceira

Jaboticabal, 04 de dezembro de 2015.


Profª Drª Lizandra Amoroso
Coordenadora – CEUA

SISTEMA SEQUENCIAL DE ALIMENTAÇÃO COM VARIAÇÃO NO NÍVEL DE AMINOÁCIDOS NA DEITA PARA SUÍNOS EM CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO

RESUMO – Esse estudo foi realizado para avaliar o efeito da alimentação sequencial (Seq) com variação no nível de aminoácidos a cada 12 h comparados ao sistema convencional (uma única dieta) no desempenho, composição corporal e carcaças de suínos em crescimento e terminação. Foram utilizados 60 suínos machos castrados com $30 \pm 2,8$ kg de peso vivo (PV) inicial. Os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com 4 tratamentos, sendo dois planos de Seq: 110-70: dieta com 110% das recomendações de aminoácidos (AAs) fornecida das 0000 até 1159 h e outra com 70% AAs ofertada das 1200 às 2359 h; e 70-110: dieta com 70% AAs fornecida das 0000 até 1159 h e outra com 110% AAs ofertada das 1200 às 2359 h, e dois planos convencionais: 100: dieta com 100% AAs e 70: dieta com 70% AAs. Nos dois tratamentos convencionais a mesma dieta foi fornecida aos animais ao longo do dia. O animal foi considerado a unidade experimental. Os suínos foram alojados em um único grupo, com água e ração ad libitum. Para atender o nível de AAs em cada tratamento foi realizado diariamente e dentro de cada período misturas proporcionais de duas dietas, A (alta densidade nutricional) e B (baixa densidade nutricional), utilizando alimentadores automáticos AIPF (Automatic and Intelligent Precision Feeder). Nos dias 0, 35 e 63 foram realizadas mensurações de desempenho e composição corporal e ao final do experimento os animais foram abatidos em frigorífico. Não houve interação ($P > 0,05$) entre tratamento e fase experimental para as variáveis de desempenho. Os animais dos tratamentos 100, 110-70 e 70-110 apresentaram eficiência alimentar 5% superior ($P < 0,05$) comparados ao grupo 70. Não houve interação ($P > 0,05$) para tratamento e fase experimental para as variáveis de composição corporal. O conteúdo e o ganho diário de massa magra dos animais dos planos de Seq foram semelhantes ($P > 0,05$) ao grupo 100. Contudo, no ganho diário de massa gorda os animais do tratamento 110-70 depositaram 8,3% mais massa gorda ($P < 0,05$) comparado ao grupo 70-110. Para o consumo diário de lisina nas fases 2 (60 a 90 kg PV) e 3 (90 a 112 kg PV) e no período experimental total (30 a 112 kg PV) os animais dos planos de Seq consumiram em média 10% menos lisina ($P < 0,0001$) comparado ao grupo 100. Não foram detectadas diferenças significativas ($P > 0,05$) para as variáveis de carcaça. O plano Seq (ciclo 12 h) com baixa e alta concentração de AAs é um método efetivo em reduzir o consumo de AAs em 10% sem alterar o desempenho e composição corporal de suínos. Dessa forma esse método fornece oportunidades interessantes a serem exploradas em um contexto de aplicação prática na produção de suínos.

Palavras-chave: AIPF, lisina, programas de alimentação, ritmo circadiano

SEQUENTIAL FEEDING SYSTEM WITH VARIATION IN AMINOACIDS LEVELS DIET FOR GROWING-FINISHING PIGS

ABSTRACT - The present study aimed to investigate the effect of sequential feeding (Seq) with variation in amino acid level every 12 h compared to the conventional feed supply (a single diet) on performance, body composition and pigs growing-finishing carcasses. Sixty barrows in a completely randomized design with four treatments were distributed and two Seq: 110-70: a diet with 110% of the recommendations of amino acids (AAs) supplied from 0000 to 1159 h and another diet with 70% of AAs offered from 1200 to 2359 h; and 70-110: a diet with 70% AAs supplied from 0000 to 1159 h and another with 110% AAs offered from 1200 to 2359 h, and two conventional plans: 100: diet with 100% AAs and 70: diet with 70% AAs. In both conventional treatments, the same diet throughout the day was provided. The animal was considered the experimental unit. The pigs were housed in a single group, with water and feed *ad libitum*. To meet the level of AAs in each treatment, proportional mixtures of two diets, A (high nutritional density) and B (low nutrient density), using automatic and Intelligent Precision Feeder (AIPF) feeders were performed daily and within each period. On days 0, 35 and 63 measurements of performance and body composition were carried out and at the end of the experiment the animals were slaughtered and measurements of fat thickness and loin depth were taken. There was no interaction ($P > 0.05$) between treatment and experimental phase for the performance variables. The animals of treatments 100, 110-70 and 70-110 presented 5% higher feed efficiency ($P < 0.05$) compared to group 70. There was also no interaction ($P > 0.05$) for treatment and experimental phase for the variables of body composition. The content and daily gain of lean animals from the Seq planes were similar ($P > 0.05$) to group 100. However, in the daily gain of fat mass the animals from the treatment 110-70 deposited 8.3% more mass ($P < 0.05$) compared to group 70-110. For the daily consumption of lysine in phases 2 (60 to 90 kg BW) and 3 (90 to 112 kg BW) and in the total experimental period (30 to 112 kg BW) the animals of the Seq plans consumed on average 10% less lysine ($P < 0.0001$) compared to group 100. No significant differences were detected ($P > 0.05$) for carcass variables. The Seq plan (cycle 12h) with low and high concentration of AAs is an effective method to reduce the consumption of AAs by 10% without altering the performance and body composition of pigs. Thus, this method provides interesting opportunities to be explored in a context of practical application in pig production.

Keywords: AIPF, lysine, feeding programs, circadian rhythm

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. Introdução

Em 2016, o Brasil produziu 3,64 milhões de toneladas de carne suína ocupando a quarta colocação em produção e exportação mundial (ABPA, 2016). A alimentação na produção suinícola representa 87 % dos custos totais (ABCS, 2016) o que afeta diretamente nos lucros do sistema produtivo. Além disso, a alimentação fornecida aos animais tem relação direta com questões ambientais, já que parte do que é consumido em termos de nutrientes é excretado na forma de fezes e urina. Estima-se que com a atividade suinícola sejam geradas cerca de 147 mil toneladas de nitrogênio e 35 mil toneladas de fósforo (LOVATTO et al., 2005). Dietas com elevado teor de proteína bruta ou com desbalanço aminoacídico ocasionam maior consumo de água pelos suínos aumentando ainda mais o volume de dejetos e a excreção de nitrogênio (PERDOMO; LIMA, 1998).

O N e o P são alguns dos elementos encontrados nas fezes de suínos e, quando em excesso, causam impactos ambientais tais como o processo de eutrofização em ambientes aquáticos (diminuindo a disponibilidade de oxigênio dissolvido na água) causando mortalidade dos organismos e de plantas. Shigaki, Sharpley e Prochnow (2006) constataram que há regiões do Brasil em que a concentração de P ultrapassa os teores aceitáveis para a sustentabilidade do meio.

Dessa forma, é necessário estudar métodos de alimentação que tenham como objetivo atender a necessidade do animal de forma mais precisa, possibilitando redução de custos, diminuição na excreção de elementos poluidores, aumento do potencial produtivo dos animais e garantindo um produto final de qualidade. Atualmente, os programas de alimentação utilizados para suínos em crescimento e terminação são por fases. Nestes programas uma única dieta é utilizada durante um longo período desconsiderando-se, desta forma, a dinâmica da exigência nutricional diária dos animais. Neste sentido, programas de alimentação diária têm sido propostos com resultados positivos em termos de redução na

ingestão de nutrientes e mantendo o mesmo desempenho comparado ao de fases (POMAR et al., 2014). Contudo, recentemente tem sido sinalizado em laboratórios de medicina humana que o suíno apresenta respostas metabólicas distintas durante o dia quando submetido a diferentes manipulações nutricionais (XIE et al., 2015). O avanço na compreensão da resposta animal em intervalos menores que 24 horas pode fornecer subsídios importantes para tentar reduzir o custo com alimentação e minimizar ainda mais o impacto ambiental na produção de suínos. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos do sistema de alimentação sequencial com variação no nível de aminoácidos sobre o desempenho e composição corporal de suínos em fase de crescimento e terminação. No primeiro capítulo foi realizada uma revisão bibliográfica abordando os fatores que afetam o consumo e o metabolismo de nutrientes em suínos considerando o ritmo circadiano. Com isto, permitirá embasar a compreensão do segundo capítulo no qual está descrito o experimento científico, resultados e discussão.

LITERATURA CITADA

- ABCS, A. B. d. C. d. S. 1973. Métodos Brasileiro de Classificação de Carcaças. 17.
- Andretta, I. et al. 2014. The impact of feeding growing–finishing pigs with daily tailored diets using precision feeding techniques on animal performance, nutrient utilization, and body and carcass composition. *Journal of animal science* 92: 3925-3936.
- Arble, D. M., J. Bass, A. D. Laposky, M. H. Vitaterna, and F. W. Turek. 2009. Circadian timing of food intake contributes to weight gain. *Obesity* 17: 2100-2102.
- Arnal, M.-A. et al. 2002. Pulse protein feeding pattern restores stimulation of muscle protein synthesis during the feeding period in old rats. *The Journal of nutrition* 132: 1002-1008.
- Black, J., R. Campbell, I. Williams, K. James, and G. Davies. 1986. Simulation of energy and amino acid utilisation in the pig. *Research and development in agriculture*.
- Bouvarel, I., A. Chagneau, P. Lescoat, S. Tesseraud, and C. Leterrier. 2008. Forty-eight-hour cycle sequential feeding with diets varying in protein and energy contents: adaptation in broilers at different ages. *Poultry science* 87: 196-203.
- Conde-Aguilera, J., R. Barea, N. Le Floc'h, L. Lefaucheur, and J. van Milgen. 2010. A sulfur amino acid deficiency changes the amino acid composition of body protein in piglets. *Animal* 4: 1349-1358.
- Edmonds, M., and D. Baker. 1987. Amino acid excesses for young pigs: effects of excess methionine, tryptophan, threonine or leucine. *Journal of Animal Science* 64: 1664-1671.
- Emmans, G. C. 1981. A model of the growth and feed intake of ad libitum fed animals, particularly poultry. *Computers in Animal Production* 5: 103-110.

- Ezzine, S. B.-O. et al. 2012. Regulators of protein metabolism are affected by cyclical nutritional treatments with diets varying in protein and energy content. *The Journal of nutritional biochemistry* 23: 1467-1473.
- Ferraris, R. P., and H. V. Carey. 2000. Intestinal transport during fasting and malnutrition. *Annual review of nutrition* 20: 195-219.
- Froy, O. 2007. The relationship between nutrition and circadian rhythms in mammals. *Frontiers in neuroendocrinology* 28: 61-71.
- Henry, Y. et al. 1992. Interactive effects of dietary levels of tryptophan and protein on voluntary feed intake and growth performance in pigs, in relation to plasma free amino acids and hypothalamic serotonin. *Journal of Animal Science* 70: 1873-1887.
- Ingram, D., and K. Legge. 1974. Effects of environmental temperature on food intake in growing pigs. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology* 48: 573-581.
- Koopmans, S. J. et al. 2005. Diurnal rhythms in plasma cortisol, insulin, glucose, lactate and urea in pigs fed identical meals at 12-hourly intervals. *Physiology & behavior* 84: 497-503.
- Montminy, M., C. Boucher, C. Pomar, F. Dubeau, and J. Dussault. 2005. Impact de la méthode de formulation et du nombre de phases d'alimentation sur le coût d'alimentation et les rejets d'azote et de phosphore chez le porc charcutier. *JOURNEES DE LA RECHERCHE PORCINE EN FRANCE* 37: 25.
- NCR, N. 2012. Nutrient requirements of swine. National Academy Press, Washington, DC.
- Newsholme, E., and A. Leech. 1984. *Biochemistry for the medical sciences*. Wiley.

- Nielsen, B. L., A. B. Lawrence, and C. T. Whittemore. 1996. Effect of individual housing on the feeding behaviour of previously group housed growing pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 47: 149-161.
- Nishioka, M., A. Imaizumi, T. Ando, and O. Tochikubo. 2013. The overnight effect of dietary energy balance on postprandial plasma free amino acid (PFAA) profiles in Japanese adult men. *PloS one* 8: e62929.
- Pan, X., and M. M. Hussain. 2009. Clock is important for food and circadian regulation of macronutrient absorption in mice. *Journal of lipid research* 50: 1800-1813.
- Pomar, C., and J. Matte. 1995. Effet de l'incorporation d'écailles d'avoine dans l'aliment servi à volonté sur le rationnement en nutriments, la prise alimentaire et les performances de croissance du porc en finition. *Journées de la Recherche Porcine* 27: 231-236.
- Pomar, C., J. Pomar, F. Dubeau, E. Joannopoulos, and J.-P. Dussault. 2014. The impact of daily multiphase feeding on animal performance, body composition, nitrogen and phosphorus excretions, and feed costs in growing–finishing pigs. *animal* 8: 704-713.
- Pomar, J., V. López, and C. Pomar. 2011. Agent-based simulation framework for virtual prototyping of advanced livestock precision feeding systems. *Computers and electronics in agriculture* 78: 88-97.
- Reppert, S. M., and D. R. Weaver. 2002. Coordination of circadian timing in mammals. *Nature* 418: 935-941.
- Sirri, F., and A. Meluzzi. 2012. Effect of sequential feeding on nitrogen excretion, productivity, and meat quality of broiler chickens. *Poultry science* 91: 316-321.

- Tesseraud, S. et al. 2009. Daily variations in dietary lysine content alter the expression of genes related to proteolysis in chicken pectoralis major muscle. *The Journal of nutrition* 139: 38-43.
- Whittemore, C., D. Green, and P. Knap. 2001. Technical review of the energy and protein requirements of growing pigs: protein. *Animal Science* 73: 363-373.
- Whittemore, C. T., and I. Kyriazakis. 2008. *Whittemore's science and practice of pig production*. John Wiley & Sons.
- Xie, C. et al. 2015. Effects of the Sequence of Isocaloric Meals with Different Protein Contents on Plasma Biochemical Indexes in Pigs. *PloS one* 10: e0125640