

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**RELATÓRIO FINAL DE ATIVIDADES**

**Período: 01 de setembro de 2019 a 18 de julho de 2024.**

**Bolsa de Pós-Doutorado (PNPD/CAPES)**

**Estimativa da exigência para manutenção, eficiência de utilização e nível ideal de lisina para  
suínos com alto potencial genético**

**Pós-doutorando: Dr. Danilo Alves Marçal**

**Supervisor: Prof. Dr. Luciano Hauschild**

**Jaboticabal**

**Julho de 2024**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**RELATÓRIO FINAL DE ATIVIDADES**

**Período: 01 de setembro de 2019 a 18 de julho de 2024.**

**Bolsa de Pós-Doutorado (PNPD/CAPES)**

**Estimativa da exigência para manutenção, eficiência de utilização e nível ideal de lisina para  
suínos com alto potencial genético**

**Pós-doutorando: Dr. Danilo Alves Marçal**

**Supervisor: Prof. Dr. Luciano Hauschild**

*Relatório final de atividades apresentado ao  
Programa de Pós-graduação em Ciência Animal  
como parte das exigências das atividades da bolsa  
PNPD/CAPES.*

**Jaboticabal**

**Julho de 2024**

## **AGRADECIMENTOS**

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da UNESP, onde o projeto foi desenvolvido.

Ao meu supervisor, Prof. Dr. Luciano Hauschild, por todo o suporte durante a realização do projeto.

Aos meus amigos e companheiros de trabalho do Laboratório de Estudos em Suinocultura (LabSui), que me acompanharam durante o desenvolvimento deste projeto.

À Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) Código de Financiamento 001, pela bolsa concedida ao pós-doutorando na modalidade Estágio Pós-Doutoral do Programa Nacional de Pós-Doutorado/Capes (PNPD/CAPES) (Processo 88887.463862/2019-00).

## Resumo

Este estudo avaliou os efeitos do aumento dos níveis dietéticos de lisina digestível ileal padronizada (SID Lys) e do potencial de deposição de proteína (PD) sobre o desempenho de crescimento, composição corporal e eficiência de utilização da lisina em suínos machos inteiros em crescimento. Um total de 64 machos inteiros geneticamente semelhantes foram distribuídos em um dos oito tratamentos (oito animais por tratamento) em um arranjo fatorial  $2 \times 4$  com dois grupos de PD (baixo PD e alto PD) e quatro níveis de SID Lys (55, 68, 82 e 95% das recomendações da NRC). A deposição de proteína foi medida durante um período de 23 dias (dia 0 a 23) e, no dia 24 ( $39,2 \pm 5,7$  kg de peso corporal), cada um dos grupos de PD foi aleatoriamente designado para um dos quatro níveis dietéticos de SID Lys por um período de 28 dias. Não houve interações ( $P > 0,05$ ) entre os grupos de PD e os níveis de SID Lys para nenhuma das variáveis avaliadas neste estudo. ADG, ADFI, F:G, ganho de proteína, ganho de lipídio, peso corporal final, proteína corporal final e lipídio corporal final foram melhorados pelos níveis dietéticos de SID Lys ( $P < 0,05$ ). Peso corporal inicial, proteína corporal inicial, lipídio corporal inicial, ADG, ADFI, ganho de proteína, ganho de lipídio, peso corporal final, proteína corporal final e lipídio corporal final foram maiores ( $P < 0,05$ ) para o grupo de alto PD, enquanto a relação F:G foi semelhante entre os grupos de PD ( $P > 0,05$ ). A ingestão de SID Lys e a retenção de Lys aumentaram com o aumento da lisina dietética, enquanto a eficiência de utilização diminuiu ( $P < 0,05$ ). A utilização média de lisina para deposição de proteína foi de 0,71, sem diferença entre os grupos de PD ( $P > 0,05$ ). A ingestão de energia líquida e a ingestão de proteína bruta foram diferentes entre os grupos de PD e os níveis de SID Lys ( $P < 0,05$ ). Não houve diferenças na excreção de nitrogênio (N) entre os níveis de SID Lys e a eficiência de retenção de N entre os grupos de PD ( $P > 0,05$ ). Os resultados indicam que não houve interação entre o potencial de deposição de proteína e os níveis dietéticos de Lys, mas, isoladamente, níveis mais altos de Lys podem melhorar o desempenho, a composição corporal e a eficiência de utilização de Lys, enquanto diferentes grupos de potencial de deposição de proteína não influenciam a eficiência de utilização de Lys.

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

## Abstract

This study evaluated the effects of increasing dietary levels of standardized ileal digestible lysine (SID Lys) and protein deposition potential (PD) on growth performance, body composition, and lysine utilization efficiency in growing entire male pigs. A total of 64 genetically similar entire males were assigned to one of eight treatments (eight animals per treatment) in a  $2 \times 4$  factorial arrangement with two PD groups (low PD and high PD) and four SID Lys levels (55, 68, 82, and 95% of NRC recommendations). Protein deposition was measured over a 23-day period (day 0 to 23), and on day 24 ( $39.2 \pm 5.7$  kg body weight), each PD group was randomly assigned to one of the four dietary SID Lys levels for a 28-day period. 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 body weight, final body protein, and final body lipid were improved by dietary SID Lys levels ( $P < 0.05$ ). Initial body weight, initial body protein, initial body lipid, ADG, ADFI, protein gain, lipid gain, final body weight, final body protein, and final body lipid were higher ( $P < 0.05$ ) for the high PD group, while the F:G ratio was similar between PD groups ( $P > 0.05$ ). SID Lys intake and Lys retention increased with higher dietary lysine, while utilization efficiency decreased ( $P < 0.05$ ). The average lysine utilization for protein deposition was 0.71, with no difference between PD groups ( $P > 0.05$ ). Net energy intake and crude protein intake differed between PD groups and SID Lys levels ( $P < 0.05$ ). There were no differences in nitrogen (N) excretion between SID Lys levels and N retention efficiency between PD groups ( $P > 0.05$ ). The results indicate that there was no interaction between protein deposition potential and dietary Lys levels, but higher Lys levels alone can improve performance, body composition, and Lys utilization efficiency, while different protein deposition potential groups do not influence Lys utilization efficiency.

Keywords: protein deposition, performance, utilization efficiency, lysine

## SUMÁRIO

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| Introdução .....                | 6  |
| Objetivos .....                 | 7  |
| Material e Métodos .....        | 7  |
| Resultados .....                | 10 |
| Discussão .....                 | 11 |
| Conclusões .....                | 14 |
| Referências .....               | 14 |
| Orientações .....               | 17 |
| Disciplinas ministradas .....   | 17 |
| Comentários do supervisor ..... | 17 |
| Agradecimentos .....            | 19 |

## 1. Introdução

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

As abordagens recorrentes sobre a ingestão de lisina em suínos têm demonstrado sua influência não apenas na deposição de proteína, mas também na eficiência de sua utilização. A taxa de deposição de proteína é diretamente afetada pela ingestão de lisina digestível, sendo observado que quanto maior a ingestão de lisina, maior a taxa diária de deposição desse aminoácido até atingir o potencial máximo (Colina et al., 2016; Hewitt et al., 2020). Além disso, uma menor ingestão de lisina tem sido proporcionalmente associada a uma maior eficiência de utilização da lisina (Heger et al., 2008). Além disso, populações de suínos com a mesma composição genética mostram variabilidade na deposição de proteína entre indivíduos. Além disso, suínos com maior potencial têm menores perdas catabólicas de lisina em comparação com suínos que depositam menos proteína (Moehn et al., 2004). No entanto, as necessidades de nutrientes são calculadas usando equações fatoriais com base no desempenho médio de crescimento da população (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 considera separadamente as necessidades de lisina para manutenção e para síntese e deposição de proteína, considerando a eficiência de utilização desse aminoácido. Assim, devido à baixa disponibilidade de estudos que investigaram a influência da variabilidade intragenótipo do potencial de deposição de proteína na eficiência de utilização da lisina pelos suínos, uma determinação mais precisa da influência da ingestão de lisina e do potencial de deposição de proteína na eficiência de 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).

A hipótese do presente estudo foi que há uma interação entre o potencial de deposição de proteína corporal de suínos da mesma composição genética com a ingestão de lisina e que essa interação influencia a eficiência de utilização da lisina. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos do aumento dos níveis de lisina digestível aparente estandardizada (SID) na dieta e do

potencial de deposição de proteína no desempenho de crescimento, composição corporal e eficiência de utilização da lisina em suínos machos inteiros em crescimento.

## **2. Objetivos**

Avaliar os efeitos do aumento dos níveis de lisina digestível aparente estandardizada (SID) na dieta e do potencial de deposição de proteína no desempenho de crescimento, composição corporal e eficiência de utilização da lisina em suínos machos inteiros em crescimento.

## **3. Material e Métodos**

### ***3.1. Animais, alojamento e desenho experimental***

O estudo foi conduzido no Centro de Pesquisa em Suínos da Escola de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (Unesp), Brasil. Foram utilizados sessenta e quatro suínos machos inteiros com alto potencial genético para deposição de carne magra (Agroceres PIC, Rio Claro, SP, Brasil), com peso corporal inicial de  $22,3 \pm 3,5$  kg.

Os suínos foram alojados em um único recinto de  $95\text{m}^2$  ( $1,48\text{ m}^2/\text{animal}$ ) em um galpão com controle ambiental equipado com um sistema de resfriamento evaporativo (Big Dutchman, Araraquara, SP, Brasil), com a temperatura do ar variando entre  $21,1$  e  $23,2\text{ }^\circ\text{C}$ , registrada usando 2 data loggers (HOBO, Onset Computer Corporation, Bourne, MA) localizados acima de um exaustor e no meio do recinto a cada 30 minutos. Luzes artificiais foram usadas para manter um fotoperíodo de 12 horas entre 07h00m e 19h00m. A água foi fornecida ad libitum usando 8 bebedouros tipo beat ball distribuídos por todo o recinto.

O estudo foi dividido em duas fases. A primeira fase foi conduzida para formar dois grupos com base no potencial de deposição de proteína (PD) dos suínos. Nesta fase, todos os suínos foram alimentados com a mesma dieta à base de milho e farelo de soja formulada para fornecer todos os nutrientes necessários para suínos machos inteiros de 25 a 50 kg, de acordo com a NRC (2012).

No início e no final desta fase (do dia 0 ao 23), (peso corporal de  $22,3 \pm 2,8$  kg), a composição corporal foi determinada por DXA (ver sessão Desempenho e Composição Corporal). Com base na deposição diária de proteína, os suínos foram divididos em dois grupos, baixo PD e alto PD. Na segunda fase (do dia 24 ao 51), com peso corporal de  $39,2 \pm 5,7$  kg, foi conduzido um ensaio de resposta à dose. Nesta fase, os suínos foram aleatoriamente designados usando um delineamento em blocos completos em um arranjo fatorial  $2 \times 4$  incluindo dois grupos de PD (baixo PD e alto PD, obtidos na fase 1) e quatro níveis dietéticos de SID Lys (55, 68, 82 e 95% das recomendações da NRC). Cada animal foi considerado uma unidade experimental.



### **3.2. Dietas experimentais e alimentação**

Na segunda fase (resposta à dose), uma dieta à base de milho e farelo de soja suplementada com aminoácidos cristalinos, minerais e vitaminas foi formulada para fornecer todos os nutrientes necessários para suínos machos inteiros em crescimento de acordo com a NRC (2012), exceto para SID Lys, que forneceu 95% da exigência. Para atingir os quatro níveis estudados de SID Lys, a lisina cristalina foi removida desta dieta e um ingrediente inerte foi adicionado. A proporção de todos os outros aminoácidos essenciais para SID Lys atendeu ou excedeu as recomendações da NRC (2012).

O milho e o farelo de soja utilizados nas dietas experimentais foram previamente analisados por espectroscopia de reflectância no infravermelho próximo (NIRS – Tango, Bruker) para valores totais de aminoácidos, amido, extrato etéreo, proteína bruta (PB), energia metabolizável (EM) e energia líquida (EN). O conteúdo de aminoácidos digestíveis ileais padronizados (SID) foi estimado usando os coeficientes de digestibilidade propostos por Rostagno et al. (2017).

A ração foi peletizada a vapor (2,5 mm) e fornecida ad libitum por meio de comedouros automáticos e inteligentes de precisão® [AIPF]; Universidade de Lleida, Lleida, Espanha (Pomar et al., 2011). Cada AIPF consistia em um comedouro de espaço único que distribuía quantidades volumétricas de até 4 dietas armazenadas em recipientes independentes localizados no topo do comedouro. Cada animal tinha um transponder (botão de plástico contendo transponders passivos de identificação por radiofrequência; Allflex, Joinville, SC, Brasil) preso por uma etiqueta auricular com um código de identificação único que permitia ser identificado pelo AIPF. O AIPF fornecia a dieta experimental atribuída a cada suíno quando sua cabeça era introduzida no comedouro, permitindo que qualquer suíno acessasse qualquer um dos 4 comedouros e ainda recebesse a dieta pré-estabelecida e permitindo o registro da ingestão individual de ração durante o ensaio.

A programação do AIPF foi realizada para garantir que cada porção (quantidade de ração fornecida) fosse de 20 g. Um intervalo de tempo de 20 segundos foi estabelecido entre cada porção para garantir a ingestão total da quantidade anterior antes de solicitar uma nova. A conversão de volumes de ração em pesos de ração foi garantida pela calibração dos comedouros a cada 3 dias.

### **3.3. Desempenho de Crescimento e Composição Corporal**

Os suínos foram pesados sem jejum no início e no final de cada fase experimental (0, 23 e 51 dias). A massa corporal magra e a massa de gordura totais foram medidas no início e no final de cada fase experimental por absorciometria de raios X de dupla energia (GE Lunar Prodigy Advance; GE Healthcare, Madison, WI, EUA). Os animais foram submetidos a jejum de 8 horas antes de serem anestesiados por injeção intramuscular de xilazina (1,5 mg/kg) e cetamina (15 mg/kg). Os suínos foram escaneados na posição prona usando o modo de escaneamento total do corpo no software fornecido pelo fabricante (software Lunar enCORE, versão 8.10.027; GE Healthcare). Após o

escaneamento, os suínos foram despertados em uma sala tranquila e depois retornaram aos seus recintos.

### **3.4. Procedimentos Analíticos**

Amostras representativas da ração foram coletadas a cada quatro dias durante os 28 dias da fase 2 e armazenadas a -20°C. Amostras de ração de cada 4 níveis de SID Lys foram agrupadas e uma amostra composta de 200 g de cada tratamento foi submetida à análise pelo método de cromatografia líquida de alta performance® (HPLC) para estimar o conteúdo total de aminoácidos (analisador de aminoácidos – série 30, Biochrom), proteína bruta (analisador de nitrogênio pelo método Dumas – Vario MAX cube, Elementar), matéria seca (analisador termogravimétrico – TGA 701, LECO), extrato etéreo após hidrólise, cinzas brutas, fibra bruta, valores de energia metabolizável e energia líquida.

### **3.5. Cálculos e Análise Estatística**

A ingestão de ração de cada suíno foi registrada diariamente pelo AIPF. A ingestão diária de SID Lys foi calculada multiplicando a ingestão média diária de ração (ADFI) pela concentração analisada de SID Lys de cada tratamento dietético. A proteína corporal e o lipídio corporal foram estimados convertendo as massas corporais magras e de gordura determinadas por DXA, respectivamente (Pomar e Rivest, 1996).

As exigências de manutenção de SID Lys foram calculadas da seguinte forma: (perdas endógenas + descamação no trato digestivo/{ $0,75 + [0,002 \times (\text{PD máximo} - 147,7)]$ }) (Moughan, 1999), sendo perdas endógenas basais = ( $\text{ADFI} \times 0,417 \times 0,88 \times 1,1$ ), e descamação no trato digestivo = ( $0,0045 \times \text{BW}^{0,75}$ ).

A deposição de lisina foi estimada considerando que a concentração de lisina na proteína corporal é de 7,1% (Kyriazakis et al., 1993, NRC, 2012). A eficiência de utilização de SID Lys foi calculada dividindo a lisina depositada pela ingestão de SID Lys menos as exigências de manutenção de SID Lys.

A ingestão de energia líquida foi obtida multiplicando a concentração dietética de EN pela ADFI. A ingestão de proteína bruta foi calculada multiplicando a quantidade de PB analisada na dieta pela ADFI. A retenção de nitrogênio (N) foi calculada considerando que a concentração de N na proteína corporal era de 6,25 e a excreção de N foi calculada subtraindo a retenção de N da ingestão de N. A eficiência de utilização de nitrogênio foi estimada como a razão entre a retenção de N e a ingestão de N. Todos os dados deste estudo provêm de 8 suínos para 8 tratamentos (alto PD e 55% ou 68% ou 82% ou 95% de nível de SID Lys e baixo PD e 55% ou 68% ou 82% ou 95% de nível de SID Lys).

Os dados foram analisados usando o procedimento GLIMMIX no SAS 9.4 (SAS® Inst. Inc., Cary, NC). O modelo de análise foi usado para testar os efeitos fixos dos níveis dietéticos de SID Lys, grupos de PD e as interações entre esses fatores. Contrastes polinomiais ortogonais foram usados para avaliar efeitos lineares e quadráticos dos níveis dietéticos de SID Lys. Efeitos quadráticos dos níveis de SID Lys não foram significativos para nenhuma das variáveis avaliadas, portanto, não foram relatados. Diferenças foram consideradas significativas em  $P \leq 0,05$ , e valores de  $P$  entre 0,05 e  $< 0,10$  foram considerados como tendências.

#### **4. Resultados**

Dois suínos foram removidos do estudo, ambos devido a problemas inflamatórios nos pés (um do nível de 55% de SID Lys e um do nível de 82% de SID Lys, ambos do grupo de alto PD). Seus dados não foram considerados na análise e ambos foram isolados e receberam terapia específica.

##### ***4.1. Desempenho de Crescimento e Composição Corporal***

Não houve interações ( $P > 0,05$ ) entre os níveis de SID Lys e os grupos de PD para nenhuma das variáveis de desempenho de crescimento e composição corporal. No entanto, ADG, ADFI, F:G, ganho de proteína, ganho de lipídio, peso corporal final, proteína corporal final e lipídio corporal final foram afetados pelos níveis de SID Lys ( $P < 0,05$ ), de forma que o aumento dos níveis dietéticos de SID Lys resultou em melhorias lineares nos valores.

Considerando os grupos de PD, suínos com alto PD apresentaram valores superiores para peso corporal inicial, proteína corporal inicial, lipídio corporal inicial, ADG, ADFI, ganho de proteína, ganho de lipídio, peso corporal final, proteína corporal final e lipídio corporal final ( $P < 0,05$ ). A relação ração-ganho foi semelhante entre baixo PD e alto PD ( $P > 0,05$ ).

##### ***4.2. Eficiência de Lisina e Balanço de Nutrientes***

Interações entre níveis de SID Lys e PD ( $P > 0,05$ ) foram inexistentes para o uso de SID Lys e variáveis de balanço de nutrientes. A ingestão de SID Lys e a retenção de Lys aumentaram ( $P < 0,05$ ) à medida que os níveis dietéticos de SID Lys foram maiores. Por outro lado, a eficiência de utilização de SID Lys apresentou um efeito oposto, mostrando que sua eficiência de utilização diminuiu ( $P < 0,05$ ) concomitantemente com o aumento de SID Lys na dieta.

De acordo com os grupos de PD, suínos com maior PD apresentaram maior ( $P < 0,05$ ) ingestão de SID Lys e retenção de Lys do que os suínos do grupo de baixo PD. Para a eficiência de utilização de SID Lys, não foram detectadas diferenças ( $P > 0,05$ ) entre baixo PD e alto PD (0,70 vs. 0,72).

A ingestão de energia líquida e de PB aumentou linearmente ( $P < 0,05$ ) à medida que os níveis de SID Lys aumentaram. Em relação aos grupos de PD, suínos com baixo PD consumiram menos ( $P < 0,05$ ) EN e PB em comparação com o grupo de alto PD.

A ingestão de nitrogênio, retenção de N e eficiência de utilização de N aumentaram linearmente ( $P < 0,05$ ) de acordo com o aumento dos níveis de SID Lys. No entanto, a excreção de nitrogênio não apresentou diferença ( $P > 0,05$ ) entre todos os níveis de SID Lys. Entre os grupos de PD, apenas a eficiência de retenção de N foi semelhante ( $P > 0,05$ ) entre baixo e alto PD, enquanto a ingestão de N, retenção de N e excreção de N foram maiores ( $P < 0,05$ ) no grupo de alto PD.

## 5. Discussão

Este ensaio foi conduzido para estudar a interação entre o potencial de deposição de proteína (PD) de 233 suínos machos em crescimento da mesma população genética e a ingestão de SID Lys na eficiência de utilização de Lys, desempenho de crescimento e composição corporal. Devido à ausência de qualquer interação entre PD e ingestão de SID Lys, a influência desses dois fatores será discutida separadamente.

Neste estudo, o efeito do potencial de PD no desempenho de crescimento, composição corporal e balanço de nutrientes foi um dos fatores avaliados. Por essa razão, a distribuição dos animais entre os quatro níveis de SID Lys dietéticos no início da fase 2 (24 a 51 dias) foi baseada no potencial de PD estimado na fase 1 (0 a 23 dias). Na primeira fase, todos os animais foram alimentados com a mesma dieta, formulada para atender ou exceder as exigências nutricionais para suínos machos em crescimento com alta deposição de carne magra, de acordo com o NRC (2012). A alocação dos animais dentro dos diferentes níveis dietéticos de SID Lys de acordo com os grupos de PD pode ser mais eficaz do que alocar com base no peso corporal. Isso está relacionado ao fato de que a Lys é usada principalmente para a síntese de proteínas. No entanto, os estudos sobre os níveis dietéticos de Lys encontrados na literatura distribuíram os animais considerando o peso corporal inicial (Moehn et al., 2004; Aymerich et al., 2020; Millet et al., 2020).

### ***5.1. Impacto dos níveis de Lys e PD no desempenho e composição corporal***

Todas as variáveis analisadas foram afetadas pelo nível de SID Lys das dietas ou pelo potencial de PD. O ganho diário médio, ADFI e G:F mostraram um efeito consistente, melhorando à medida que o nível de SID Lys da dieta aumentava. O aumento linear para ADG, e consequentemente para o peso corporal final, em função do aumento do SID Lys dietético está de acordo com outros estudos (Ho et al., 2019; Aymerich et al., 2020; Millet et al., 2020). O ADFI mais alto de acordo com o aumento do SID Lys na dieta pode ser explicado pelo seu efeito no ganho de peso. O impacto dos níveis de SID Lys no ganho de peso provavelmente estimulou os animais a consumir mais ração para

atender às suas necessidades nutricionais e, assim, expressar seu potencial genético. O nível de SID Lys na dieta também pode influenciar a regulação da ingestão, pois o desequilíbrio induz a redução da ingestão (Millet et al., 2020). A melhora no G:F pode estar associada a um maior aumento (declive) no ganho de proteína ( $y = 1,4 + 167 \cdot \text{nível de SID Lys}$ ) em comparação ao ganho de lipídios ( $y = 71,3 + 122 \cdot \text{nível de SID Lys}$ ) em função do aumento do nível de SID Lys na dieta. Esse aumento maior na deposição de proteína provavelmente contribuiu para melhorar a energia da dieta e, conseqüentemente, a eficiência alimentar. Isso está relacionado ao fato de que o custo energético para a deposição de lipídios é maior do que para a deposição de proteína (Noblet et al., 1999). Biologicamente, a Lys tem uma relação direta com a deposição de proteínas na carcaça (Pasquetti et al., 2015), o que explica o maior teor de proteína corporal, bem como maiores taxas diárias de deposição de proteína observadas à medida que o nível dietético de SID Lys aumentou.

A comparação entre os dois grupos de PD demonstrou a superioridade dos animais com maior PD em relação ao grupo de baixo PD. Moehn et al. (2004) relataram resultados semelhantes, onde animais que apresentavam maior potencial para deposição de proteína tinham maior deposição de proteína na carcaça. A melhor eficiência alimentar observada para o grupo de alto PD era esperada devido ao maior ganho de proteína desses animais. Além disso, considerando apenas os dados do nível mais alto de SID Lys, os animais de alto PD tinham 10% e 5% menos teor de lipídios corporais no início e no final do estudo, respectivamente, em comparação com o grupo de baixo PD. Assim, esses resultados para a composição corporal poderiam indicar que os animais de alto PD são mais eficientes na utilização de energia, uma vez que apresentam menor teor de lipídios corporais. No entanto, durante a fase 2, os animais com menor PD tiveram uma relação PD:LD maior do que os animais com alto PD (0,79 vs 0,74), indicando que mais proteína por unidade de lipídio foi depositada. Essa relação tem sido adotada como um dos parâmetros que representam o potencial genético de suínos em modelos que estimam crescimento (Nieto et al., 2012; Ruiz-Ascacibar et al., 2019). Isso poderia indicar que animais com menor PD são mais eficientes. No entanto, provavelmente outros fatores, como uma possível maior exigência de manutenção, poderiam ter impacto na relação ganho-alimento desses animais.

## **5.2. Impacto dos níveis de Lys e PD no balanço de nutrientes e eficiência de utilização de Lys**

Níveis mais altos de Lys ou níveis próximos ao necessário resultaram em maior excreção de N quando comparados aos níveis deficientes na dieta (Hewitt et al., 2020). Isso está relacionado ao fato de que em níveis deficientes os suínos são mais eficientes na utilização de nutrientes (Mohen et al., 2004). No entanto, no presente estudo, não houve efeito dos níveis de Lys na excreção de N, e a eficiência de utilização de N aumentou em função do aumento dos níveis dietéticos de Lys. No entanto, deve-se notar que a relação entre os níveis de aminoácidos e Lys permaneceu constante entre

os níveis de SID avaliados, diferindo do estudo de Hewitt et al. (2020). Como apenas a Lys foi deficiente, a deposição de proteína foi limitada por esse aminoácido, e os outros possivelmente foram desaminados. Isso pode explicar a não redução na excreção de N à medida que o nível de SID Lys diminuiu. No entanto, à medida que o nível dietético de SID Lys aumentou, os suínos aumentaram a deposição de proteína e, conseqüentemente, a retenção de N e a eficiência de utilização de N melhoraram.

No presente estudo, a retenção de Lys mostrou um efeito linear, aumentando de acordo com os níveis de SID Lys na dieta. No entanto, a eficiência de utilização de Lys diminuiu à medida que o nível dietético de Lys aumentou. Valores mais altos e mais baixos foram observados nos níveis de lisina dietética mais baixos e mais altos, respectivamente, e nos níveis intermediários os valores foram próximos. Hewitt et al. (2020) argumentaram que a utilização de Lys foi maior para suínos em crescimento alimentados com níveis dietéticos de Lys restritos em comparação com suínos que receberam dietas com níveis propostos pelo NRC (2012). Outros estudos também observaram que quanto maior a restrição do nível de Lys na dieta, maior foi a eficiência de utilização de Lys (Moehn et al., 2004; Heger et al., 2008), o que corrobora os resultados observados no presente estudo. A menor eficiência em níveis mais altos de Lys pode estar associada a um maior catabolismo (Moehn et al., 2004), bem como à maior variabilidade na PD entre animais com ingestão de Lys próxima à resposta máxima. Em relação a essa última suposição, devido à variação entre os animais, a eficiência média de utilização de nutrientes determinada com base em um grupo de animais pode ser menor em níveis próximos à resposta máxima da população (Pomar et al., 2003). Para considerar esse aspecto, o NRC (2012) considera uma baixa eficiência marginal ( $\approx 60\%$ ) para ingestões de Lys próximas ao desempenho máximo de crescimento. Nesse sentido, a eficiência (62%) obtida no nível mais alto de SID Lys (95% do NRC, 2012) no presente estudo corrobora com o valor proposto pelo NRC (2012). Considerando a média de todos os níveis de SID Lys, o valor de eficiência obtido no presente estudo foi de 71%. Esse resultado é próximo aos encontrados em outros estudos (75%, Bikker et al., 1994; 71% Hahn et al., 1995; 75%, Mohn et al., 2000; 72%, Van Milgen et al., 2008). No geral, a técnica de medição de composição corporal adotada (DXA) associada às dietas utilizadas permitiu estimar a eficiência de utilização de Lys acima da manutenção de forma consistente com a literatura.

A eficiência de utilização de Lys para os dois grupos de PD mostrou valores semelhantes para comparações qualitativas (análise de variância) e quantitativas (análise de regressão). Na comparação qualitativa, a eficiência de utilização de Lys foi de 70% para o baixo PD, enquanto para o grupo de alto PD foi de 72%. Os resultados do presente estudo sugerem que o potencial genético para PD não influencia a utilização de Lys acima da manutenção. Moehn et al. (2004) descreveram que, embora não haja influência do peso corporal, o catabolismo de Lys diminuiu com o aumento do potencial de crescimento, o que sugere uma melhor eficiência de Lys. No entanto, deve-se notar que neste estudo

o catabolismo de Lys não foi avaliado comparando diretamente os grupos de PD distribuídos em diferentes níveis dietéticos de SID Lys. Os diferentes níveis dietéticos de SID Lys foram ajustados com base no potencial proteico de cada grupo de tratamento, conforme determinado no estudo preliminar. No entanto, a distribuição dos suínos nos grupos de tratamento foi aleatória e não com base no potencial de PD. Assim, no presente estudo, o desenho adotado permitiu comparar de maneira mais direta o efeito do potencial de PD na eficiência de Lys.

Uma limitação do estudo atual é que ambos os grupos de PD receberam a mesma dieta em todos os níveis dietéticos de Lys avaliados. A referência foi a exigência da população e não de cada grupo de PD. A mesma dieta para ambos os grupos pode ter levado a uma maior limitação do grupo de alto PD em relação ao grupo de baixo PD. No entanto, acreditamos que a conversão da ingestão de Lys e deposição para peso metabólico associada à avaliação da relação dessas variáveis por regressão pode corrigir esse aspecto. Assim, ao aplicar uma equação fatorial para estimar as necessidades de SID Lys, um valor mais alto para o grupo de alto PD em comparação aos suínos de baixo PD pode ser explicado principalmente pela diferença na deposição de proteína. No entanto, o custo da deposição de proteína (manutenção) entre os grupos de PD também pode apresentar diferenças, exigindo, portanto, mais estudos.

## **6. Conclusões**

Os resultados deste estudo indicam que não há interação entre o potencial de deposição de proteína e os níveis dietéticos de Lys. O potencial para deposição de proteína e os níveis dietéticos de lisina influenciam o desempenho e a composição corporal de suínos em crescimento. A eficiência de utilização de lisina é influenciada pelos níveis dietéticos de Lys; no entanto, essa variável não foi afetada pelo potencial de deposição de proteína. Outros fatores, como composição corporal, exigências energéticas e aminoácidos para manutenção, são fatores que podem explicar em parte as diferenças entre animais na deposição de proteína.

## **7. Referências**

- Aymerich, P., Soldevila, C., Bonet, J., Gasa, J., Coma, J., and Solà-Oriol, D. 2020. Increasing 358 dietary lysine impacts differently growth performance of growing pigs sorted by body weight. *Animals*. 10(6): 1032. doi:10.3390/ani10061032.
- Baker, D. H., Han, Y. 1994. Ideal amino acid profile for chicks during the first three weeks posthatching. *Poultry Science* 76(9): 1441-1447. doi.org/10.3382/ps.0731441.
- Bikker, P., M. W. A. Verstegen, R. G. Campbell, and B. Kemp. 1994. Digestible lysine requirement of gilts with high genetic potential for lean gain, in relation to the level of energy intake. *J. Anim. Sci.* 72:1744-1753.
- 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.

- Colina, J. J., Miller, P. S., Lewis, A. J., Fischer, R. L., and Diedrichsen, R. M. 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(5): 1972-1981. doi: 10.2527/jas2015-0190.
- Hahn, J. D., R. R. Biehl, and D. H. Baker. 1995. Ideal digestible lysine levels for early and late finishing swine. *J. Anim. Sci.* 73:773-784.
- Heger, J., Patráš, P., Nitrayová, S., Karcol, J., and Dolešová, P. 2008. Lysine maintenance requirement and efficiency of its utilisation in young pigs as estimated by comparative slaughter technique. *Archives of animal nutrition.* 62(3): 182-192. doi: 10.1080/17450390802027510.
- Hewitt, D. J., Dekkers, J. C., Antonick, T., Gheisari, A., Rakhshandeh, A. R., and Rakhshandeh, A. 2020. Effects of divergent selection for residual feed intake on nitrogen metabolism and lysine utilization in growing pigs. *J. Anim. Sci.* 98(5): skaa152. doi:10.1093/jas/skaa152.
- Ho, T. T., Htoo, J. K. K., Dao, T. B. A., Carpena, M. E., Le, N. A. T., Vu, C. C., and Nguyen, Q. L. 2019. Estimation of the standardized ileal digestible lysine requirement and optimal sulphur amino acids to lysine ratio for 30–50 kg pigs. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 103(1), 258-268. doi: 10.1111/jpn.13029
- Kyriazakis, I., Emmans, G. C., and McDaniel, R. 1993. Whole body amino acid composition of the growing pig. *J. Sci. Food. Agric.* 62(1): 29-33. doi:10.1002/jsfa.2740620104.
- Millet, S., Minussi, I., Lambert, W., Aluwé, M., Ampe, B., De Sutter, J., and De Campeneere, S. 2020. Standardized ileal digestible lysine and valine-to-lysine requirements for optimal performance of 4 to 9-week-old Piétrain cross piglets. *Livestock Science*, 241, 104263. doi: 10.1016/j.livsci.2020.104263
- Moehn, S., Ball, R. O., Fuller, M. F., Gillis, A. M., and de Lange, C. F. 2004. Growth potential, but not body weight or moderate limitation of lysine intake, affects inevitable lysine catabolism in growing pigs. *The Journal of nutrition.* 134(9): 2287-2292. doi: 10.1093/jn/134.9.2287.
- Möhn, S., Gillis, A. M., Moughan, P. J., and De Lange, C. F. M. 2000. Influence of dietary lysine and energy intakes on body protein deposition and lysine utilization in the growing pig. *Journal of Animal Science*, 78(6), 1510-1519. doi: 10.2527/2000.7861510x
- Moughan, P. J. 1999. Protein metabolism in the growing pig. In: *A quantitative biology of the pig*. CAB International, Wallingford, UK. p. 299-331.
- Muniz, H. D. C. M., da Rocha, L. T., Kunzler, J. S., Ceron, M. S., Fraga, B. N., Bottan, J., Quadros, A. R. B., and de Oliveira, V. 2019. Evaluation of factorial methods to estimate lysine requirements for barrows and immunocastrated pigs. *Livestock Science.* 227: 68-74. doi:10.1016/j.livsci.2019.07.003.
- Nieto, R., Lara, L., Barea, R., García-Valverde, R., Aguinaga, M. A., Conde-Aguilera, J. A., and Aguilera, J. F. 2012. Response analysis of the Iberian pig growing from birth to 150 kg body weight to changes in protein and energy supply. *Journal of Animal Science*, 90(11), 3809-3820. doi: 10.2527/jas.2011-5027
- Noblet, J., Karege, C., Dubois, S., and van Milgen, J. 1999. Metabolic utilization of energy and maintenance requirements in growing pigs: effects of sex and genotype. *Journal of Animal Science*, 77(5), 1208-1216. doi: 10.2527/1999.7751208x
- NRC, N. 2012. *Nutrient requirements of swine*. 11th ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.



- Pasquetti, T. J., Pozza, P. C., Moreira, I., Santos, T. C., Diaz-Huepa, L. M., Castilha, L. D., Perondi, D., Carvalho, P. L. O., and Kim, S. W. 2015. Simultaneous determination of standardized ileal digestible tryptophan and lysine for barrows from 15 to 30 kg live weight. *Livestock Science*, 181, 114-120. doi: /10.1016/j.livsci.2015.09.021
- Pomar, C., and J. Rivest. 1996. The effect of body position and data analysis on the estimation of body composition of pigs by dual energy x-ray absorptiometry (DEXA). Page 26 in Proc. 46th Ann. Conf. Canadian Soc. Anim. S. L. Scott e X. Zhao, ed. Can. Soc. Anim. Sci., 419 Lethbridge, AB, Canada.
- Pomar, C., Kyriazakis, I., Emmans, G.C., Knap, P.W., 2003. Modeling stochasticity: Dealing with populations rather than individual pigs. *J. Anim Sci.* 81, E178-186.
- Pomar, J., V. López, and C. Pomar. 2011. Agent-based simulation framework for virtual prototyping of advanced livestock precision feeding systems. *Comput. Electron. Agric.* 78:88–97. doi:10.1016/j.compag.2011.06.004.
- 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.
- Ruiz-Ascacibar, I., Stoll, P., Kreuzer, M., and Bee, G. 2019. Dietary CP and amino acid restriction has a different impact on the dynamics of protein, amino acid and fat deposition in entire male, castrated and female pigs. *Animal*, 13(1), 74-82. doi: 10.1017/S1751731118000770
- van Milgen, J., Valancogne, A., Dubois, S., Dourmad, J. Y., 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(1-4): 387-405. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2007.05.020.

## **8. Orientações**

### **8.1. Mestrado**

#### **8.1.1. Concluídas**

Cleslei Alisson Silva

Joseane Penteado Rosa Gonçalves

Manoela Trevizan Ortiz

#### **8.1.2. Em andamento**

Lorena Duarte Campos

Anderson Borba

Camilo Cazetta Rodrigues

### **8.2. Doutorado**

#### **8.2.1. Em andamento**

Cleslei Alisson Silva

Ismael França

Jaira de Oliveira

## **9. Disciplinas ministradas**

***Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal***

***Curso: Zootecnia***

***Disciplina: Suinocultura***

2020: 54 horas

2021: 36 horas

2022: 36 horas

2024: 18 horas

***Curso: Medicina Veterinária***

***Disciplina: Suinocultura***

2023: 8 horas

## **10. Comentários do supervisor**

Com relação ao desenvolvimento do projeto de pesquisa, o ensaio de desempenho foi conduzido. Com os dados coletados foram avaliados o desempenho e a composição corporal dos suínos. Também foi estimada a eficiência de utilização da lisina digestível. Dois outros estudos não

previstos no plano inicial de atividades estão sendo conduzidos com os objetivos de avaliar a resposta de suínos machos inteiros recebendo dietas com níveis adequados de lisina digestível após um período de 28 dias submetidos a diferentes níveis de restrição de lisina, e outro, para estudar o comportamento alimentar de suínos machos imunocastrados. Para ambos os estudos foram coletados dados de desempenho e composição corporal que estão em fase de análise e serão submetidos em periódicos de alto fator de impacto.

No período ao qual se refere o relatório (2019 a 2024), o pós-doutorando participou da autoria de 15 artigos publicados nos seguintes periódicos científicos: Journal of Animal Science (2), Animal Feed Science and Technology (1), PloegOne (1), Livestock Science (1), Animals (2), Microorganisms (1), Translational Animal Science (1), Tropical Animal Health and Production (1), Revista Brasileira de Zootecnia (1) e Ciência Rural (4). Neste período, foram publicados 33 resumos nos seguintes eventos científicos nacionais e internacionais: Midwest ASAS, Allen D. Lemman Swine Conference, 15th International Symposium on Digestive Physiology of Pigs, Simpósio Internacional de Suinocultura (SINSUI), XI Congresso Latino Americano de Suinocultura, XX Congresso Nacional Abraves, 7th EAAP International Symposium on Energy and Protein Metabolism and Nutrition e AveSui América Latina. Tais publicações foram elaboradas a partir dos estudos conduzidos pelo bolsista, por seus coorientados e pelos grupos de pesquisa aos quais o pós-doutorando teve interações durante o período de pós-doutorado.

No período de pós-doutorado, o bolsista concluiu a co-orientação de três mestrandos e, atualmente, o pós-doutorando é coorientador de três mestrandos e três doutorandos e contribui nos projetos dos demais orientados do seu supervisor.

O pós-doutorando ministrou as disciplinas de Suinocultura para os cursos de graduação em Zootecnia e Medicina Veterinária da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Unesp de Jaboticabal, em colaboração com o prof. Dr. Luciano Hauschild, nos anos de 2020 a 2024.

Junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, o bolsista auxiliou na realização de 9 processos seletivos. Além de auxiliar a coordenação do curso sempre que solicitado.

O pós-doutorando participou ativamente da elaboração e acompanhamento do projeto de pesquisa dos mestrandos e doutorandos aos quais é coorientador, supervisionando e auxiliando em todas as etapas realizadas até o momento. Além disso, o pós-doutorando contribuiu na elaboração e revisão dos protocolos experimentais, nas formulações de dietas experimentais, nas análises estatísticas e interpretação dos resultados e na redação de artigos dos demais orientados de doutorado, mestrado e iniciação científica do seu supervisor. O bolsista também auxiliou a coordenação e realização das atividades desenvolvidas no Laboratório de Estudos em Suinocultura.

Por fim, atesto que o pós-doutorando teve um desempenho excelente durante o período de estágio pós-doutoral evoluindo como pesquisador e contribuindo de forma muito relevante intelectualmente no nosso grupo de pesquisa.