

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Instituto de Ciências Agrárias

Curso de Graduação em Zootecnia

Beatriz Rodrigues Siqueira Borges

**DIGESTIBILIDADE E METABOLIZABILIDADE DE FARELO DE SOJA DE
DIFERENTES REGIÕES PARA SUÍNOS EM CRESCIMENTO**

Montes Claros

2025

Beatriz Rodrigues Siqueira Borges

**DIGESTIBILIDADE E METABOLIZABILIDADE DE FARELO DE SOJA DE
DIFERENTES REGIÕES PARA SUÍNOS EM CRESCIMENTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao curso de Zootecnia da Universidade Federal
de Minas Gerais - Campus Regional de Montes
Claros, como requisito parcial para o grau de
bacharel em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Alexander Nunes
Silva

Coorientadora: Profa. Dra. Cristina Maria Lima
Sá Fortes

Montes Claros

2025



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ICA - INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

ATA DE DEFESA DE MONOGRAFIA/TCC

Aos 28 dias do mês de janeiro de 2025, às 9h 00min, a estudante Beatriz Rodrigues Siqueira Borges, matrícula 2019056369, defendeu o Trabalho intitulado “DIGESTIBILIDADE E METABOLIZABILIDADE DE FARELO DE SOJA DE DIFERENTES REGIÕES PARA SUÍNOS EM CRESCIMENTO.” tendo obtido a média 80,0 (oitenta).

Participaram da banca examinadora os abaixo indicados, que, por nada mais terem a declarar; assinam eletronicamente a presente ata.

Nota: 80,00 (oitenta)

Orientador(a): Bruno Alexander Nunes Silva

Nota: 80,00 (oitenta)

Coorientador(a), se houver: Cristina Maria Lima Sá Fortes

Nota: 80,00 (oitenta)

Examinador(a): Demerson Arruda Sanglard

Nota: 80,00 (oitenta)

Examinador(a): Wagner Azis García Araújo



Documento assinado eletronicamente por **Bruno Alexander Nunes Silva, Professor do Magistério Superior**, em 30/01/2025, às 10:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Cristina Maria Lima Sa Fortes, Professora do Magistério Superior**, em 30/01/2025, às 10:56, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Demerson Arruda Sanglard, Professor do Magistério Superior**, em 06/02/2025, às 08:56, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Wagner Azis Garcia de Araújo, Usuário Externo**, em 06/02/2025, às 10:17, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site



https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador 3924096 e o código CRC 11AA4354.

INSTRUÇÕES

Este documento deve ser editado apenas pelo Orientador e deve ser assinado eletronicamente por todos os membros da banca.

Referência: Processo nº 23072.268816/2024-76

SEI nº 3924096

Dedico este trabalho aos meus pais Adão e Fátima, cujo amor, apoio incondicional e ensinamentos foram fundamentais em cada etapa da minha jornada acadêmica. Obrigado por serem minha base, meu porto seguro e minha maior motivação. Este trabalho é, em grande parte, fruto do que aprendi com vocês.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me guiar, me conceder força, sabedoria e resiliência ao longo dessa trajetória.

Aos meus pais Adão e Fátima pelo apoio e amor incondicional, vocês são meus exemplos de vida.

Aos meus irmãos, Bruno, Luan e Adanelly por estarem sempre ao meu lado.

À minha avó Homera por todo apoio e carinho.

Ao meu marido Maiky por sua paciência, compreensão e amor. Você sempre esteve ao meu lado acreditando em mim quando eu mesma duvidava.

Aos meus amigos Beatriz Z., Caio, Emilly, Fabiano e Wanderson que tornaram esse caminho alegre e muito mais leve, e a minha amiga/madrinha de casamento Isabela Côrrea por quem expresso uma eterna gratidão.

Aos amigos do grupo de estudo NEPSUI e ao meu orientador Prof. Dr. Bruno Silva.

Aos meus familiares por todo apoio ao longo dessa jornada.

Cada um de vocês foram essenciais para que eu chegasse até aqui. Essa conquista também é de vocês.

RESUMO

O estudo avaliou a digestibilidade e metabolizabilidade de cinco fontes de farelo de soja (UFMG, Mineiros-GO, Rio Verde-GO, Marau-RS e Chapecó-SC) em dietas para suínos em crescimento. Foram utilizados 10 suínos em delineamento em quadrado latino. Os dados analisados incluíram digestibilidade da proteína bruta (PB), energia metabolizável (EM) e coeficientes de retenção de nutrientes. Os resultados destacaram os farelos das fontes de Chapecó e Marau, que apresentaram os melhores índices de digestibilidade e valor energético. Em contrapartida, Rio Verde apresentou os menores valores. Não foram observadas diferenças significativas no consumo de matéria seca (média de 6436 g), volume de fezes (4854 g) e urina (62,39 L). O farelo de Chapecó apresentou os maiores valores de energia digestível e metabolizável, com os coeficientes de digestibilidade da PB alcançando 83,61% e 83,53% para Marau e Chapecó, respectivamente. A absorção de nitrogênio foi superior nos tratamentos Marau e Chapecó, com média de 34,73 g/d. A digestibilidade de aminoácidos, como lisina e metionina, também foi maior nessas fontes, evidenciando a influência da origem do farelo na qualidade nutricional. Conclui-se que a escolha adequada da fonte de farelo de soja é essencial para maximizar a eficiência alimentar e o desempenho dos suínos.

Palavras-chave: Avaliação nutricional, energia, nutrição animal, proteína, suínos.

ABSTRACT

The study evaluated the digestibility and metabolizability of five sources of soybean meal (UFMG, Mineiros-GO, Rio Verde-GO, Marau-RS and Chapecó-SC) in diets for growing pigs. 10 pigs were used in a Latin square design. Data analyzed included crude protein (CP) digestibility, metabolizable energy (ME), and nutrient retention coefficients. The results highlight the bran from the Chapecó and Marau sources, which presented the best digestibility and energy value indexes. On the other hand, Rio Verde presented the lowest values. No significant differences were observed in dry matter intake (average of 6436 g), volume of feces (4854 g) and urine (62.39 L). Chapecó bran presented the highest digestible and metabolizable energy values, with CP digestibility coefficients reaching 83.61% and 83.53% for Marau and Chapecó, respectively. Nitrogen absorption was higher in the Marau and Chapecó treatments, with an average of 34.73 g/d. The digestibility of amino acids, such as lysine and methionine, was also higher in these sources, highlighting the influence of the origin of the bran on nutritional quality. We conclude that the appropriate choice of soybean meal source is essential to maximize feed efficiency and pig performance.

Keywords: Nutritional assessment, energy, animal nutrition, protein, swine.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Tabela 1. Composição da dieta experimental dieta-referência.....	20
Tabela 2. Composição química e aminoacidica das fontes de Farelo de soja via NIRS*	22
Tabela 3. Composição aminoacidica das fontes de farelo de soja* via HPLC	23
Tabela 4. Composição aminoacidica das dietas experimentais* via HPLC.....	23
Tabela 5. Analises proximais, metabolizabilidade e digestibilidade das fezes e urina	24
Tabela 6. Valores de proteína digestível do ingrediente (PD ingrediente), coeficiente de digestibilidade da proteína bruta do ingrediente (CDPB ingrediente), energia digestível do ingrediente (ED ingrediente) e a energia metabolizável do ingrediente (EM ingrediente) (LSmeans).....	25

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Laboratório digestibilidade e metabolizabilidade – NEPSUI/UFMG/ICA	17
Figura 3 . Baías individuais	18
Figura 2. Gaiola metabólica	18

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAs – aminoácidos

Ca – cálcio

CDA - Coeficiente de digestibilidade

CDaE - Coeficiente de Digestibilidade Aparente da Energia

CDaMS - Coeficiente de Digestibilidade Aparente da Matéria Seca

CDaPB - Coeficiente de Digestibilidade Aparente da Proteína Bruta

CDPB - Coeficiente de Digestibilidade da Proteína Bruta

CEUA - Comissão de Ética no Uso de Animais

CMD - Consumo de Matéria Seca

CME - Coeficiente de Metabolização da Energia

EB - Energia Bruta

ED - Energia Digestível

EDa – Energia digestível aparente

EE - Extrato Etéreo

EM - Energia Metabolizável

EMa – Energia metabolizável aparente

FDA - Fibra em Detergente Ácido

FDN - Fibra em Detergente Neutro

FS - Farelo de soja

HPLC - High-Performance Liquid Chromatography

MM - Matéria Mineral

MS - Matéria Seca

NEPSUI - Núcleo de Estudos em Produção de Suínos

NIRS - Near-Infrared Spectroscopy

P – Fosforo

PB - Proteína Bruta

PDa - Proteína Digestível Aparente

UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais

USDA - United States Department of Agriculture

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1. Uso da soja na alimentação animal	12
2.2. Fatores antinutricionais	13
2.3. Processamento da soja	14
2.4. Digestibilidade aparente e energia.....	15
3. MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1. Animais e procedimento experimental	16
3.2. Ensaio de metabolizabilidade e digestibilidade.....	18
3.3. Análises laboratoriais	19
3.4. Análises estatísticas	20
4. RESULTADOS	21
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
REFERÊNCIAS	28

1. INTRODUÇÃO

A suinocultura tem passado por diversas mudanças e por constantes evoluções na nutrição, o farelo de soja, uma das principais fontes proteicas na formulação de dietas para monogástricos exige uma melhor compreensão da sua composição, disponibilidade de nutrientes e fatores antinutricionais que afetam a digestibilidade. Na fase de crescimento os suínos apresentam maior consumo, conversão, taxa de crescimento em alta velocidade, esses parâmetros evidenciam a necessidade de suprir a exigência dietética com aporte energético e proteico adequado para atender a manutenção e o crescimento muscular e o máximo potencial produtivo desses animais (Wensley *et al.*, 2023; Aldwin *et al.*, 2024).

O farelo de soja é amplamente utilizado na nutrição animal devido à sua alta concentração de proteínas e perfil equilibrado de aminoácidos essenciais, especialmente lisina. De acordo com dados apresentados por García-Rebollar *et al.* (2016), a composição química e o perfil de aminoácidos do farelo de soja variam conforme a origem geográfica. Por exemplo, o farelo de soja brasileiro apresenta, em média, 46,8% de proteína bruta e 6,07% de lisina em relação à proteína bruta. Esses valores destacam o farelo de soja como uma excelente fonte proteica na formulação de dietas para animais. A adaptabilidade climática da soja permite ser cultivada em todo o mundo, sendo a característica com maior exigência em relação ao custo e o valor nutricional pelo setor de produção de grãos (Yokomizo *et al.*, 2020).

Além dos benefícios na dieta o farelo de soja contém altos teores de fatores antinutricionais que podem prejudicar a utilização de alguns elementos nutritivos, de maneira digestiva ou metabólica (Jayasen *et al.*, 2013), interferindo no desempenho dos animais (Ruiz *et al.*, 2020). Entre os mais importantes estão os inibidores de protease (complexam com a tripsina, quimotripsina e carboxipeptidase), as lecitinas e fatores alergênicos como glicinina e β -conglucina inibem a digestão de proteínas (Toomer *et al.*, 2023).

A expressão dos fatores antinutricionais podem variar de acordo com a origem da soja, e o tipo de processamento a qual foi submetida. Este influencia diretamente na digestibilidade do alimento e quando realizado de maneira adequada eleva a disponibilidade dos nutrientes e o valor de energia metabolizável (Santos *et al.*, 2005).

Vários são os processos realizados para aproveitamento da soja, como tratamentos térmicos de cozimento e torrefação, considerados auxiliares em reduzir a atividade de inibidores de proteases. A extrusão e micronização são comumente utilizadas nas indústrias com o objetivo de melhorar a disponibilidade dos nutrientes, e inserir no mercado matéria prima de excelente qualidade (Toomer *et al.*, 2023).

Diante disso, o farelo de soja se mantém como um ingrediente fundamental na nutrição de suínos, fornecendo proteínas de alta qualidade e aminoácidos essenciais para o crescimento e desenvolvimento desses animais. No entanto, sua utilização deve considerar fatores como a origem geográfica, processamento térmico e a composição química bem como a presença de fatores antinutricionais podem impactar a digestibilidade e o desempenho dos suínos. Estratégias como o processamento térmico, extrusão e micronização demonstram-se eficazes na redução desses compostos indesejáveis, aumentando a biodisponibilidade dos nutrientes e o valor energético da ração (García-Rebollar *et al.*, 2016; Toomer *et al.*, 2023). Dessa forma, avanços contínuos na nutrição e no processamento do farelo de soja são essenciais para otimizar o desempenho zootécnico dos animais e garantir maior eficiência na produção suinícola, promovendo a sustentabilidade e a competitividade do setor (Yokomizo *et al.*, 2020; Aldwin *et al.*, 2024).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Uso da soja na alimentação animal

A soja comumente utilizada na alimentação do ser humano foi vista por nutricionistas e pesquisadores da nutrição animal como boa alternativa proteica na formulação de dietas para diferentes animais, principalmente para espécies monogástricas. De acordo com o United States Department of Agriculture (USDA) na safra de 2021/2022 foram produzidos em todo o mundo 355,588 milhões de toneladas de soja. No Brasil o setor de produção de ração no ano de 2022 foram produzidas 81,8 milhões de toneladas de rações, sendo 20,5 milhões destinadas ao segmento de suínos (SINDIRAÇÕES, 2022).

A produção da soja é interligada com outras produções de grãos, isso possibilita cultivá-la de diversas formas. Essa oleaginosa é uma leguminosa originária do leste da Ásia, cujo o óleo e proteína são as composições da semente conferindo a potencialidade do grão nas diferentes aplicações (Naresh *et al.*, 2019).

Uma pequena porcentagem do farelo é destinada diretamente para o comércio alimentício humano, sendo sua maior parte direcionada a formulações de dietas para aves e suínos que são as principais espécies consumidores em âmbito nacional e internacional, seguidos por bovinos e outros animais domésticos (Ibáñez *et al.*, 2020). O farelo de soja é subproduto advindo da extração de óleo com altos conteúdos de aminoácidos digestíveis produzindo uma excelente fonte proteica para a alimentação animal (Kim *et al.*, 2016).

2.2. Fatores antinutricionais

A soja possui vários benéficos em relação ao conteúdo proteico, entretanto, se complexam com as enzimas proteolíticas pancreáticas e pode impedir ações e comprometer o aproveitamento das proteínas e outros nutrientes nos monogástricos. Os fatores antinutricionais são produzidos exclusivamente por vegetais, pois são mecanismo de defesa para as culturas, os quais ocasionam indisponibilidade e absorção de nutrientes com consequências danosas ao trato gastrointestinal. Assim, pode resultar em inibição do crescimento, hipoglicemia, flatulência ou até interferência no metabolismo do pâncreas e fígado (Ludke *et al.*, 2007).

As enzimas tripsina e quimotripsina são produzidas pelo pâncreas e executam várias funções fisiológicas, como conduzir funções regulatórias essenciais para os organismos vivos em geral. Na soja crua são encontrados inibidores de tripsina e lecitinas como a aglutinina de soja glicoproteína tetramétrica de afinidade com as células intestinais contendo N-acetil-D-galactosamina (Gouveia *et al.*, 2020). Desse modo, podem alterar as vilosidades e, conseqüentemente, a absorção de aminoácidos advindos da dieta (Souza *et al.*, 2019).

Os grãos de soja contêm inibidor de tripsina Kunitz (KTI) e pelo inibidor de tripsina e quimotripsina Bowman-Birk (BBI). A maior parte da inibição da atividade da tripsina é decorrente da ação da KTI, ao formar complexo irreversível à tripsina e outras proteases, fazendo ligações estáveis impedindo a digestão das proteínas (Chen *et al.*, 2020) e mesmo após o processamento endotérmico a soja ainda concentra uma porcentagem desses inibidores e isso se deve ao fato da sua resistência ao aquecimento (Barros *et al.*, 2018).

Outros fatores antinutricionais são os fatores alergênicos Glicina e β -conglucina, os quais diminuem a absorção de nutrientes e comprometem a integridade das microvilosidades do intestino (Bellaver *et al.*, 1999). As lecitinas chamadas de hemaglutininas, combinam-se com as células da parede intestinal, aglutinando-as e comprometendo a absorção dos nutrientes (Ruiz *et al.*, 2020).

Os fatores antinutricionais possuem consequências no aproveitamento dos nutrientes, e no desempenho dos animais, podendo causar perdas produtivas e econômicas. Desse modo, a

maneira mais utilizada para reverter esses problemas são os diversos tipos de processamentos como o térmico são aplicados com intuito de inativar fatores antinutricionais e melhorar o coeficiente de digestibilidade (Lima *et al.*, 2014).

2.3. Processamento da soja

Inicialmente a produção do farelo é feita com a extração do óleo a partir da soja bruta, seguidos com a remoção da casca e outros resíduos sólidos para obter o farelo de soja. O processo inicial é com a colheita da soja no campo, é transportada e encaminhada para empresa de esmagamento onde é realizado a limpeza e secagem. O grão de soja com casca é passa por rolos quebradores e separador de cascas, sendo tostada e moída para originar o farelo de soja, a depender do subproduto a ser comercializado (Bellaver *et al.*, 1999).

A separação das cascas é importante para reduzir o teor de fibra e aumentar a proteína do subproduto, obtido após a separação do óleo de soja. Na laminação os grãos são partidos e encaminhados para a expansão, onde são submetidos ao vapor para tornarem esponjoso. Após esse processo o material passa por condicionamento, é necessário para o rompimento das células para liberação do óleo, após o processamento são feitas lavagens sucessivas com solvente hexano, o qual é removido posteriormente (Toomer *et al.*, 2023), então é prensado para remover o óleo e assim dá origem ao farelo de soja desengordurado, cujo destino principal é para a produção de ração (Ruiz *et al.*, 2020).

São vários os métodos de processo térmico, sendo ao mais comuns a extrusão seca e úmida, torrefação, cozimento. O resultado são perfis diferentes de nutrientes no farelo de soja final, da temperatura utilizada. O alimento resultante, quando o processo é feito corretamente, é altamente palatável e digestível com valores alto de proteína bruta, balanço adequado de aminoácidos, concentrações baixas de fibras e elevado conteúdo de energia digestível (Toomer *et al.*, 2023).

O cozimento é a via mais simples, o processo é feito com a soja crua imersa totalmente em água e cozida por um tempo de 30 a 120 minutos, e em seguida é seca mecanicamente ou pelo ar, alternativamente a soja crua pode ser processada através da torrefação em temperaturas de 100° a 210° Celsius (Bellaver *et al.*, 1999). Os métodos de secagem podem variar de acordo com o sistema de aquecimento podendo ser usado chama, carvão ou forno no período de aproximadamente 20 segundos, e encaminhado para ser moído (Bellaver *et al.*, 1999).

A descamação é outro método hidrotérmico que envolve a injeção de vapor de baixa pressão em condicionamento para ocorrer o cozimento. Durante esse processo o óleo é extraído e a soja está pronta para ser prensada entre os rolos que vão conferir a forma de flocos (Moure *et al.*,

2006). Além disso, outros processos são realizados, como a extrusão e micronização que são utilizados no intuito de melhorar a digestibilidade e disponibilidade dos nutrientes, contribui para maior valor agregado ao produto na comercialização (Toomer *et al.*, 2023).

A micronização é processo de transformação do grão em pó fino e pode ser realizada de diferentes formas como usando moinhos com ar comprimido (*air jet mills*), nos quais ocorre o choque entre partículas por meio da exposição de ar em alta velocidade até atingir a granulometria desejada (Lima *et al.*, 2014).

Antes da passagem pelo moinho a soja é encaminhada para esteira vibratória sob queimadores de gás e são expostas a raios ultravioletas os quais penetram o grão e provocam fissuras internas e inchaços em razão do movimento e aquecimento. Posteriormente o grão passa por um cilindro para ocorrer a laminação, ou seja, a retirada da casca e resfriando o produto em tanque agitador. Após essa etapa é passado pelo móido (Lima *et al.*, 2014). Segundo Mendes *et al.* (2004) a micronização é superior à extrusão e expansão, devido a maiores gerações de coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e da energia para suínos em crescimento.

A extrusão é processo no qual o produto é exposto a alta temperatura e pressão. Pode ser dividido em dois tipos o processamento seco e úmido. O seco usa o calor de fricção gerado entre a soja e o cone do equipamento por período suficiente para ocorrer a inibição dos fatores antinutricionais (Lima *et al.*, 2014). A extrusão úmida se difere da seca através do equipamento utilizado, a matéria prima é com vapor (Ramos, 2016).

2.4. Digestibilidade aparente e energia

Ao analisar os estudos da temática nutrição animal há uma correlação do consumo com a desempenho dos animais, ou seja, mais digestíveis são mais consumidos e consequentemente afeta de forma positiva o desempenho. A digestibilidade é a capacidade do animal em aproveitar mais ou menos os nutrientes, nesse sentido, determinar as características do alimento é viável para respostas positivas em relação a nutrição (Ferreira, 2019).

O coeficiente de digestibilidade aparente (CDA%) é definido como a fração de aminoácidos que foi excretada descontada a fração não excretadas e esta estimativa é muito importante na nutrição animal pois extrapola a qualidade das dietas e dos ingredientes. Assim a formulação das rações é melhor e o aproveitamento dos nutrientes ocorre de forma mais eficiente, podendo favorecer o valor econômico e diminuir os problemas ambientais. O CDA pode ser calculado de duas formas, o direto é realizado com a coleta total de fezes e o indireto são coletas amostras das fezes parciais (Ramos, 2019).

A importância nutricional de se conhecer os teores energéticos que compõe as dietas, a energia disponibilizada pela oxidação do ingrediente. A energia bruta (EB) é representada pelo teor de carboidratos e lipídeos, além disso a energia corporal produz energia que é denominado como incremento calórico. Nesse sentido, ainda não se classifica a energia como nutriente, pois é um catabolismo dos nutrientes presentes e utilizados pelos animais (Scottá, 2014).

De acordo com Rostagno *et al.* (2015) as análises de energia são efetuadas em bombas calorimétrica, onde fornece o valor de energia bruta. São realizados cálculos para determinar os valores de energia digestível (ED), onde é retirado o valor da EB encontrada nas fezes, a energia metabolizável (EM) é obtido através da subtração dos valores de ED e o as perdas na excreção da urina. Esses parâmetros se diferem entre os bancos de dados de vários países (Instituto de nacional de pesquisa agrônômica, 2004; Nutrient requirements of beef cattle, 2012), nesse sentido é importante que se determine a composição do alimento pois os resultados podem ser diferentes de acordo com a origem (LI *et al.*, 2023).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Todos os métodos envolvendo o manejo de animais foram realizados de acordo com as regulamentações aprovadas pela comissão de ética no uso de animais da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG - CEUA) sob o n° 110/2022.

3.1. Animais e procedimento experimental

O experimento foi conduzido no período de setembro a dezembro de 2022 no laboratório de metabolismo e digestibilidade de suínos do setor de Suinocultura (NEPSUI – Núcleo de Estudos em Produção de Suínos) no Instituto de Ciências Agrárias da UFMG (Figura 1). Foram utilizados 10 suínos machos castrados, geneticamente homogêneos de diferentes leitegadas, e de mesma origem genética comercial (TN70 * Talent®), com peso vivo médio inicial de 25 kg (aprox. 65 d de idade). Os animais foram distribuídos em um esquema de quadrado latino com 05 tratamentos x 2 animais x 5 períodos. Os animais foram alojados (Figuras 2 e 3) individualmente em baias de piso ripado (1 m x 1 m durante 05 dias em cada período) e gaiolas metabólicas (12 dias em cada período), ajustadas para o tamanho dos animais, mantidas em ambiente controlado por resfriamento evaporativo em temperatura média de 25°C. No interior da instalação, foi utilizado um data-logger, à meia altura dos animais, para monitorar as temperaturas e umidades durante o todo período experimental.

Cada suíno foi considerado uma unidade experimental. O experimento teve uma duração total de 85 dias (aprox. 85 kg de peso vivo ou 150 d de idade).

Os tratamentos dos estudos com diferentes fontes foram assim constituídos:

FS UFMG – Dieta controle Farelo de soja UFMG;

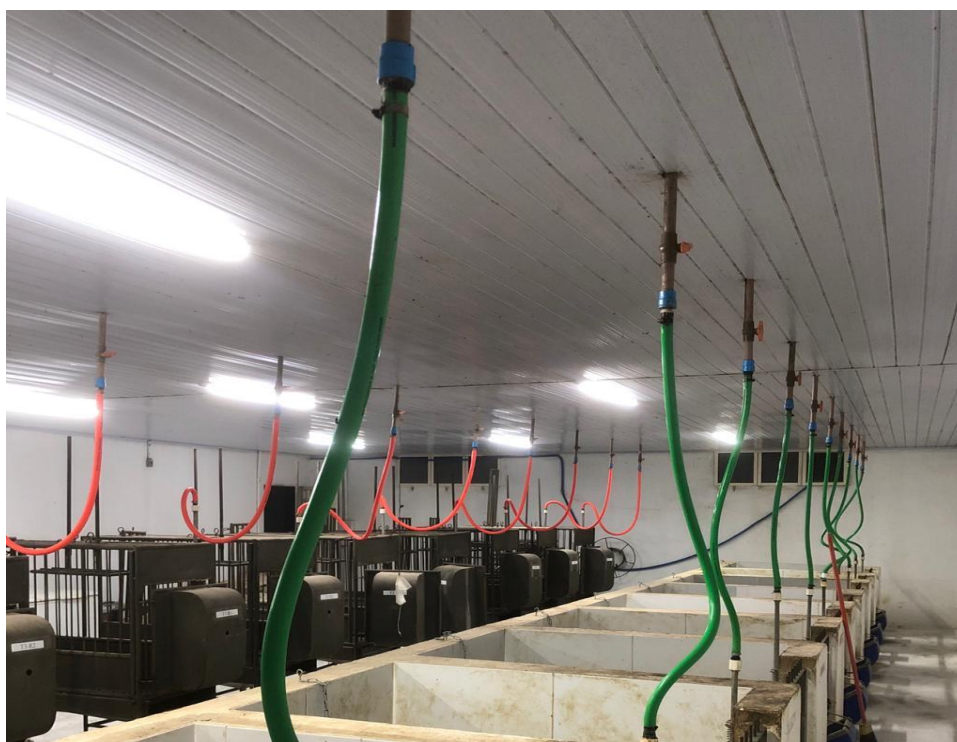
FS MIN– Farelo de Soja de Mineiros - GO;

FS RV – Farelo de soja de Rio Verde - GO;

FS MAR – Farelo de soja de Marau - RS;

FS CHAP– Farelo de soja de Chapecó – SC.

Figura 1. Laboratório digestibilidade e metabolizabilidade – NEPSUI/UFMG/ICA



Fonte: Do autor, 2022.

A inclusão do ingrediente foi feita através da substituição total da dieta padrão na proporção de inclusão da fonte de farelo de soja (25%) a ser avaliada de acordo com a metodologia proposta por Matterson *et al.*, (1965). Este procedimento determina a digestibilidade do ingrediente (nutrientes e energia) e conseguimos comparar suas digestibilidades e metabolização da energia.

Figura 3 . Baías individuais



Fonte: Nepsui.com.br

Figura 2. Gaiola metabólica



Fonte: Do autor, 2022.

3.2. Ensaio de metabolizabilidade e digestibilidade

O ensaio de metabolizabilidade e digestibilidade foi realizado por 05 períodos de coleta e cada tratamento teve 10 repetições, sendo o animal considerado a unidade experimental. Cada período durou 17 dias, onde os animais foram submetidos a um período de adaptação as dietas de 10 dias (05 dias em baias individuais e 05 dias na gaiola metabólica) e 07 de dias de coleta total de fezes e urina (gaiola metabólica). Após o termino de um período de coleta os animais foram novamente redistribuídos entre os tratamentos, onde o mesmo animal não recebeu a mesma ração do período anterior. No dia de transição entre períodos, os animais receberam 50% da dieta atual e 50% da nova dieta. Após a distribuição os animais receberam a nova ração por 10 dias para adaptação e novamente passaram por 7 dias de coleta. As rações foram fornecidas de acordo com o peso metabólico ($PV^{0,60}$) determinado pela pesagem do animal no dia do início de cada período.

A quantidade de ração foi calculada pela energia de manutenção x peso metabólico ($kg^{0,60}$) x fator de produção ($FP = 3 \times \text{manutenção} / \text{densidade da dieta}$) de acordo com Stein *et al.*, 2006.

$$CMD \text{ kg/d} = 179 \text{ kcal EL} \times PV^{0,60} \times 3,0 (FP) / 2279 \text{ kcal EL/kg}$$

O valor de 179 kcal é a energia de manutenção para suínos em fase crescimento (NOBLET *et al.*, 1991; BAREA *et al.*, 2010). Já o valor de 2279 kcal EL/ kg será o valor de energia líquida médio das dietas experimentais.

A dieta experimental controle foi formulada com a utilização do modelo e das recomendações nutricionais segundo o Manual da linhagem Topigs Norsvin (2019). O alimento foi distribuído em duas refeições diárias de mesmo volume, às 8h e 16h, com os animais tendo livre acesso à água. A ração foi fornecida umedecida para facilitar a ingestão e evitar perdas, na proporção de 1: 1. Foi utilizado o método de coleta total de fezes. As fezes totais foram coletadas duas vezes ao dia, acondicionadas em sacos de plástico e conservadas em congelador a -20°C. No final do experimento, as fezes foram homogeneizadas e amostradas (0,5 kg), secadas em estufa de ventilação forçada (60°C por 82h) e moídas para análises posteriores. A urina excretada foi drenada para baldes de plástico com 25 ml de HCl 6N. A cada 12 horas, após homogeneização, o volume foi medido e uma amostra de 5% foi retirada e conservada sob refrigeração (4°C).

3.3. Análises laboratoriais

As dietas experimentais e as excretas foram levadas a estufa para secagem e posteriormente moídas e analisadas quanto a matéria seca (MS) e a Proteína Bruta (PB) segundo a Association of Official Analytical Chemists (1990). A energia bruta (EB) das rações, fezes e urinas foram determinadas em bomba calorimétrica. As análises das amostras das fezes e das rações (Matéria seca, fibra bruta (FB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), cálcio (Ca), fosforo (P), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), PB e EB, adicionalmente perfil de aminoácidos (Aas) por HPLC para as rações) e das urinas (PB e EB) foram realizadas no Laboratório CBO (Valinhos, SP) e pela Adisseo. Adicionalmente, 3 amostras dos ingredientes vegetais que foram utilizados na formulação das rações experimentais foram coletadas e enviadas para os seguintes laboratórios para análises: CEAN (análise de aminoácidos via HPLC e análise completa NIRS), CBO (análise de MS, PB, EE, MM, FB, FDA, FDN, Ca, P, Na e Energia) e uma contraprova (armazenado em freezer pela Universidade).

Foram avaliados o consumo de matéria seca (CMS), coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDaMS), coeficiente de digestibilidade aparente da energia bruta (CDaEB), coeficiente de metabolização da energia (CME), proteína digestível aparente (PDa), Coeficiente de digestibilidade aparente da PB (CDaPB), energia digestível aparente (EDa), energia metabolizável aparente (EMa) e o balanço de nitrogênio (N-balance). Os valores de CDaMS,

CDaEB, CME, PDa, CDaPB, EDa e EMa serão determinados de acordo com a metodologia proposta por Matterson *et al.* (1965). O cálculo dos valores de digestibilidade da energia (EDalimento e EMalimento) e da proteína (PDalimento e CDPBalimento) das diferentes fontes de farelo de soja e inclusões foi determinado de acordo com a metodologia proposta por Sakomura e Rostagno (2007).

3.4. Análises estatísticas

Os dados foram analisados estatisticamente usando um procedimento Proc GLM do SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC). O animal foi considerado a unidade experimental. Os 05 tratamentos foram comparados usando uma ANOVA com a fonte de farelo de soja, o animal, e o período como efeitos principais. As médias foram então comparadas pelo teste de Tukey-Kramer um valor alfa de 0,05 foi considerado para determinar o nível de significância entre medias.

Tabela 1. Composição da dieta experimental dieta-referência

Ingredientes	Dieta-Referência
Milho (7,8%)	63,80
Soja Farelo UFMG	33,18
Calcário calcítico	0,963
Fosfato bicálcico	0,985
Cloreto de sódio	0,460
Celite 1%	0,100
Premix Mineral ¹	0,100
Premix Vitaminico ²	0,050
Total	100,00

¹ Copper sulphate (Copper 13.00 g/kg), Iron sulphate (Iron 100.00 g/kg), Manganese monoxide (Manganese 50.00 g/kg), Sodium Selenium (Selenium 184.00 mg/kg), Zinc sulphate (Zinc 95.00 g/kg), Calcium Iodine (Iodine 1000 mg/kg). ²Vitamin A (225,00000 UI/kg), Vitamin D3 (380,0000 UI/kg), Vitamin E (200,000 UI/kg), Vitamin K (10,000 mg/kg), Biotin (1,000 mg/kg), Folic acid (9,000 mg/kg), Niacin (120,000 mg/kg), Pantotenic acid (60,000 mg/kg), Vitamin B2 (20,000 mg/kg), Vitamin B1 (8,000 mg/kg), Vitamin B6 (12,000 mg/kg), and Vitamin B12 (100,000 mcg/kg).

Fonte: Do autor, 2024

4. RESULTADOS

Os dados obtidos no experimento fornecem melhores percepções sobre a digestibilidade e metabolizabilidade de diferentes fontes de farelos de soja em dietas para suínos em crescimento, contribuindo para que as formulações das dietas sejam de forma mais eficiente nutricionalmente quanto economicamente. Os dados primeiramente foram verificados pelo teste de Shapiro-Wilk onde apresentaram normalidade.

Durante o experimento observasse que as temperaturas e a umidade relativa médias, mínimas e máximas medidas foram de $21,6 \pm 1,32$ e $27,7 \pm 2,03$ °C e 62 ± 5 e 82 ± 3 %, respectivamente, sendo assim as condições de conforto térmico encontradas no experimento estão em linha com o esperado para suínos em terminação, conforme descrito por Orlando *et al.*, (2006), que destacaram a importância do ambiente termoneutro para o bem estar e desempenho animal, garantindo que os resultados do experimento apresentem, predominantemente, as variações nas dietas e não influências ambientais. Esse conforto térmico foi devido ao resfriamento evaporativo que é uma técnica eficaz para controlar a temperatura em instalações de suínos, especialmente em regiões com climas quentes. Essa metodologia utiliza a evaporação da água para reduzir a temperatura do ar, proporcionando um ambiente mais confortável para os animais e melhorando seu desempenho produtivo (Abreu *et al.*, 2011).

As análises proximais, High-performance liquid chromatography (HPLC) e Near-Infrared Spectroscopy (NIRS) estão expressas nas tabelas 2,3 e 4. Quanto aos resultados das análises proximais, metabolizabilidade e digestibilidade das fezes e urina estão na tabela 5. E os resultados dos valores de proteína digestível da fonte de farelo de soja, coeficiente de digestibilidade da proteína bruta do alimento, energia digestível do alimento e a energia metabolizável do alimento estão apresentados na tabela 6.

Tabela 2. Composição química e aminoácida das fontes de Farelo de soja via NIRS*

Parâmetros	Unidade	FS UFMG	FS Mineiros - GO	FS Rio Verde - GO	FS Marau - RS	FS Chapecó - SC
Matéria Seca	g/100g	89,2	89,15	88,53	88,07	88,28
Proteína Bruta	g/100g	46,82	48,11	46,68	46,76	47,41
Cinzas	g/100g	6,26	6,41	6,4	6,48	6,52
Gordura	g/100g	1,37	2,51	1,39	1,61	1,21
Fibra Bruta	g/100g	4,86	4,66	5,28	4,29	4,66
Fósforo Total	g/100g	0,62	0,62	0,61	0,64	0,65
Lisina	g/100g	2,92	2,91	2,87	2,77	2,89
Metionina	g/100g	0,67	0,66	0,66	0,68	0,68
Cistina	g/100g	0,69	0,67	0,67	0,68	0,7
Treonina	g/100g	1,89	1,89	1,86	1,86	1,9
Triptofano	g/100g	0,69	0,68	0,68	0,66	0,69
Valina	g/100g	2,21	2,21	2,18	2,17	2,21
Isoleucina	g/100g	2,14	2,15	2,11	2,09	2,13
Leucina	g/100g	3,61	3,64	3,56	3,57	3,64
Fenilalanina	g/100g	2,33	2,37	2,31	2,29	2,33
Histidina	g/100g	1,2	1,2	1,18	1,19	1,21
Arginina	g/100g	3,21	3,29	3,18	3,24	3,19
Digestibilidade Lisina	%	86,3	84,8	86,7	89,1	88,2
Digestibilidade Metionina	%	95,4	94,5	94,5	95	94,1
Digestibilidade Cistina	%	85,2	83,7	83,6	84,8	82,7
Digestibilidade Treonina	%	85	84,1	85,2	87	86,3
Digestibilidade Triptofano	%	89,4	88,5	88,6	91,1	89,2
Digestibilidade Valina	%	89,7	89,5	89,3	89,8	88,9
Digestibilidade Isoleucina	%	92,5	91,7	92	92,9	91,8
Digestibilidade Leucina	%	94,5	93,5	93,7	93,6	92,6
Digestibilidade Fenilalanina	%	92,3	91,1	91,6	91,7	91
Digestibilidade Histidina	%	92,8	92,1	92,1	93	92,1
Digestibilidade Arginina	%	95,5	95,2	95	95,9	94,8
Lisina Digestível	g/100g	2,52	2,46	2,48	2,47	2,55
Metionina Digestível	g/100g	0,64	0,62	0,62	0,65	0,64
Cistina Digestível	g/100g	0,59	0,56	0,56	0,58	0,58
Treonina Digestível	g/100g	1,31	1,59	1,59	1,62	1,64
Triptofano Digestível	g/100g	0,62	0,6	0,6	0,6	0,61
Valina Digestível	g/100g	1,98	1,98	1,95	1,95	1,97
Isoleucina Digestível	g/100g	1,98	1,97	1,94	1,95	1,95
Leucina Digestível	g/100g	3,41	3,4	3,34	3,34	3,37
Fenilalanina Digestível	g/100g	2,15	2,16	2,12	2,1	2,13
Histidina Digestível	g/100g	1,11	1,1	1,09	1,1	1,11
Arginina Digestível	g/100g	3,06	3,13	3,02	3,11	3,02

*Os valores de digestibilidades de AA, AA digestíveis e energia metabolizável avaliados via NIRS são baseados em aves.

*FS UFMG – Dieta controle Farelo de soja UFMG; FS MIN – Farelo de Soja de Mineiros - GO; FS RV – Farelo de soja de Rio Verde - GO; FS MAR – Farelo de soja de Marau - RS; FS CHAP – Farelo de soja de Chapecó – SC.

Fonte: Do autor, 2024.

Tabela 3. Composição aminoacidica das fontes de farelo de soja* via HPLC

ID	Ac. Asp.	Ac. Glu.	Ser	Gli	His	Arg	Thr	Ala	Pro	Tir	Val	Met	Cys	Ile	Leu	Phe	Lys	Total AA
FS UFMG	5,33	8,56	2,47	2,01	1,36	3,61	1,95	2,11	2,39	1,8	2,08	0,63	0,66	2,15	3,83	2,41	3,01	46,36
FS Mineiros	5,53	8,91	2,56	2,06	1,33	3,79	1,97	2,19	2,49	1,85	2,16	0,69	0,65	2,25	3,96	2,53	3,04	47,96
FS Rio Verde	5,35	8,66	2,52	2,03	1,24	3,65	1,95	2,15	2,44	1,81	2,09	0,66	0,61	2,2	3,91	2,48	3,14	46,89
FS Marau	5,24	8,6	2,29	1,95	1,44	3,38	1,87	2,06	2,3	1,75	2,22	0,65	0,61	2,19	3,72	2,42	2,84	45,53
FS Chapecó	5,19	8,46	2,46	2	1,38	3,77	1,94	2,17	2,43	1,78	2,08	0,65	0,63	2,16	3,82	2,38	2,92	46,22

*FS UFMG – Dieta controle Farelo de soja UFMG; FS MIN – Farelo de Soja de Mineiros - GO; FS RV – Farelo de soja de Rio Verde - GO; FS MAR – Farelo de soja de Marau - RS; FS CHAP – Farelo de soja de Chapecó –SC.

Fonte: Do autor, 2024.

Tabela 4. Composição aminoacidica das dietas experimentais* via HPLC

ID	Ac. Asp.	Ac. Glu.	Ser	Gli	His	Arg	Thr	Ala	Pro	Tir	Val	Met	Cys	Ile	Leu	Phe	Lys	Total AA
T1	2,22	3,99	1,08	0,85	0,56	1,39	0,77	1,1	1,29	0,69	0,97	0,33	0,25	0,92	1,99	1,07	1,09	20,56
T2	2,85	4,99	1,38	1,11	0,78	1,94	1,03	1,35	1,57	0,99	1,22	0,44	0,39	1,2	2,41	1,4	1,56	26,61
T3	2,94	5,19	1,44	1,17	0,77	2,01	1,06	1,41	1,62	1,03	1,28	0,46	0,35	1,25	2,47	1,44	1,63	27,52
T4	2,83	5,05	1,41	1,15	0,78	1,98	1,08	1,43	1,62	1,02	1,27	0,46	0,35	1,25	2,47	1,42	1,64	27,21
T5	3	5,15	1,42	1,17	0,83	2,04	1,17	1,37	1,61	1,02	1,26	0,47	0,37	1,24	2,47	1,43	1,68	27,7

*FS UFMG – Dieta controle Farelo de soja UFMG; FS MIN – Farelo de Soja de Mineiros - GO; FS RV – Farelo de soja de Rio Verde - GO; FS MAR – Farelo de soja de Marau - RS; FS CHAP – Farelo de soja de Chapecó –SC.

Fonte: Do autor, 202

Tabela 5. Análises proximais, metabolizabilidade e digestibilidade das fezes e urina

Consumo de matéria natural e seca (CMN e CMS), volume de fezes produzidos na matéria natural (VFezesMN), volume de urina produzidos (VUrina), análise proximal das fezes, Energia digestível aparente (EDa), Energia metabolizável aparente (EMa), Proteína digestível aparente (PDa), Coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDaMS), Coeficiente de digestibilidade da energia bruta (CDaE), Coeficiente digestibilidade proteína bruta (CDPB), Coeficiente metabolizabilidade da energia (CME), Coeficiente de retenção de fósforo (P retido), Coeficiente de retenção e absorção de N (N absorvido e N retido) e Coeficiente de absorvido/ retido (N Abs/ret) (LSmeans).

Variável	Tratamentos ¹						P-Valor		
	UFMG	FS MIN	FS RV	FS MAR	FS CHAP	CV	Tratamento	Repetição	Período
ConsMN, g	7290	6953	6944	7272	7052	6,43	0,409	0,238	<0,0001
ConsMS, g	6592	6322	6268	6598	6401	6,41	0,585	0,23	<0,0001
VFezesMN, g	4596	4850	4890	5319	4618	17,75	0,373	0,075	0,003
VUrina, l	62,92	60,94	59,95	61,71	66,45	42,42	0,989	0,976	0,748
Coeficientes de digestibilidade e metabolizabilidade									
EDa, cal/g	3547	3581	3556	3577	3592	6,66	0,902	0,996	0,965
EMa, cal/g	3421	3387	3356	3436	3433	7,92	0,9	0,878	0,978
PDa*, %	17,97b	22,25a	21,94a	22,95a	23,05a	7,88	<0,0001	0,158	0,306
CDaMS, %	80,05	79,75	78,34	78,44	79,32	6,77	0,997	0,752	0,77
CDPB, %	80,72	81,76	79,98	79,82	80,87	7,27	0,849	0,054	0,157
CDaE, %	80,13	80,78	78,79	78,19	78,76	6,69	0,919	0,994	0,959
CME, %	77,28	76,41	74,36	75,1	75,94	7,96	0,959	0,874	0,977
P retido, g/d	0,273	0,901	1,047	0,251	0,808	136,9	0,658	0,267	0,396
N retido, g/d	8,33	9,4	8,9	15,69	8,13	68,87	0,291	0,401	0,465
N absorvido, g/d	27,69c	33,02b	32,03b	35,32a	34,15a	7,67	<0,0001	0,477	<0,0001
N Abs/Ret, %	32,93	30,04	28,53	43,21	27,96	59,65	0,571	0,482	0,263

*FS UFMG – Dieta controle Farelo de soja UFMG; FS MIN – Farelo de Soja de Mineiros - GO; FS RV – Farelo de soja de Rio Verde - GO; FS MAR – Farelo de soja de Marau - RS; FS CHAP – Farelo de soja de Chapecó – SC. *PDa é calculada em função do nível de proteína bruta analisado da ração multiplicado pelo coeficiente de digestibilidade da MS.

Fonte: Do autor, 2024

Tabela 6. Valores de proteína digestível do ingrediente (PD ingrediente), coeficiente de digestibilidade da proteína bruta do ingrediente (CDPB ingrediente), energia digestível do ingrediente (ED ingrediente) e a energia metabolizável do ingrediente (EM ingrediente) (LSmeans)

Variável*	Tratamentos ¹					P-valor		
	T2	T3	T4	T5	CV	Tratamento	Repetição	Período
PD ingrediente, %	36,3	34,6	39,1	39,6	21,6	0,081	0,173	0,345
CDPB ingrediente, %	75,5	74,2	83,5	83,6	21,7	0,064	0,172	0,35
ED ingrediente, cal/g	3734	3582	3670	3775	31,1	0,098	0,413	0,481
EM ingrediente, cal/g	3318	3153	3452	3502	34,2	0,099	0,146	0,297

*T1 *FS UFMG – Dieta controle Farelo de soja UFMG; FS MIN – Farelo de Soja de Mineiros - GO; FS RV – Farelo de soja de Rio Verde - GO; FS MAR – Farelo de soja de Marau - RS; FS CHAP – Farelo de soja de Chapecó – SC. *Calculado de acordo com a metodologia proposta por Sakomura e Rostagno (2007) utilizando a dieta T1 Farelo de soja UFMG como referência.

Fonte: Do autor, 2023.

Os resultados obtidos do ConsMN não foram influenciados pelos tratamentos ($P=0.409$) e foi em média 7102 g. O ConsMS também não foi influenciado ($P=0,585$) pelos tratamentos e foi em média 6436 g. O volume de fezes produzidos não foi influenciado ($P=0,373$) pela dieta (em média 4854 g). Valores de urina também não foram influenciados pelos tratamentos (em média 62,39 L). As análises proximais das fezes indicaram que a fonte de farelo soja FS MAR e FS CHAP apresentaram ($P<0,0001$) um maior valor de proteína bruta (PB) comparado com os demais (25,14 vs. 22,51%) e N (4,02 vs. 3,60%; $P<0,0001$). Como o consumo de ração diária não foi influenciado pelos tratamentos e que o desbalanço dos aminoácidos pode influenciar diretamente no consumo de acordo com Henry *et al.*, (1993).

Estudos recentes continuam a investigar o impacto da redução dos níveis de proteína bruta (PB) nas dietas de suínos em crescimento. Por exemplo, Li et al. (2020) observaram que a diminuição da PB na dieta, mesmo com suplementação de aminoácidos essenciais, resultou em uma redução no ganho de peso diário e na eficiência alimentar dos suínos. Da mesma forma, Zhang et al. (2019) relataram que dietas com menor teor de PB afetaram negativamente o desempenho de suínos em crescimento, sugerindo que a redução excessiva de PB pode comprometer o crescimento, mesmo em condições ambientais ideais, com os resultados dos coeficientes de digestibilidade o N retido não foi observado, no entanto o N absorvido foi influenciado pelos tratamentos onde FS MAR e FS CHAP apresentaram os maiores valores de absorção (em média 34,73 vs. 30,91 g/d, respectivamente para média de FS MAR e FS CHAP vs. média dos demais tratamentos), estudos indicam que com o aumento do farelo nas dietas está correlacionado com a diminuição da retenção de nitrogênio como proporção da ingestão,

levando a uma maior excreção de nitrogênio. Por exemplo, os suínos alimentados com dietas ricas em farelo de soja exibiram um aumento de 130% na excreção de nitrogênio em comparação com dietas com menores teores. (Swanstrom *et al.*, 2023).

Os valores de FDA foram influenciados ($P < 0,0001$) pelos tratamentos (15,02; 13,43; 13,30; 13,01; e 12,59%, respectivamente para FS RV, FS UFMG, FS MIN, FS CHAP e FS MAR). Os valores de FDN também foram influenciados ($P = 0,002$) pelos tratamentos (29,55; 27,78; 27,19; 25,82 e 25,16%, respectivamente para FS UFMG, FS RV, FS MIN, FS CHAP e FS MAR). Os suínos conseguem digerir melhor a hemicelulose do que a celulose, mas o fator que mais implica na digestão das fibras é o grau de lignificação.

A presença de fibras na dieta pode impactar negativamente a absorção de alguns nutrientes, pois elas aumentam a velocidade com que o alimento transita pelo trato gastrointestinal, reduzindo a digestibilidade de nutrientes como matéria seca, gordura (extrato etéreo) e proteína bruta. Estudos indicam que a fibra dietética é considerada um fator antinutricional que pode reduzir o desempenho dos suínos e a digestibilidade dos nutrientes (Gutiérrez *et al.*, 2014; Urriola; Stein, 2010). No entanto, esse componente também pode ser fermentado pela microbiota intestinal para produzir ácido lático e ácidos graxos voláteis, desempenhando um papel importante no desenvolvimento e na saúde intestinal dos suínos (Chen *et al.*, 2013; Navarro *et al.*, 2018; Zhao *et al.*, 2019).

Os resultados evidenciaram que os tratamentos testados impactaram significativamente a energia bruta (EB), mostrando variação entre as diferentes fontes de farelo de soja ($P < 0,0001$) entre os tratamentos (4081; 4028; 4025; 4016; e 3991 cal/g, respectivamente para FS UFMG, FS RV, FS MIN, FS CHAP e FS MAR). Essa variação reflete diferenças intrínsecas nas composições dos tratamentos, que podem ser atribuídas à qualidade do farelo de soja utilizado ou ao processamento do ingrediente. Estudos prévios indicam que a composição química do farelo de soja, incluindo fatores como teor de fibra e proteína insolúvel, afeta diretamente os valores de energia (Zhang *et al.*, 2019; Liu *et al.*, 2020).

No que diz respeito à matéria mineral (MM), os valores também diferiram entre os tratamentos sendo observados maior concentração em FS MAR e FS MIN (16,44; 16,43 respectivamente). Esse resultado pode estar associado à origem e ao processamento das fontes de farelo de soja, uma vez que minerais como cálcio e fósforo podem ser influenciados pela extração do óleo no processo industrial (Ravindran *et al.*, 2014). Apesar disso, os níveis de cálcio (Ca) e fósforo (P) não apresentam diferenças significativas ($P > 0,10$) entre os tratamentos, diminuindo que o farelo de soja revelou níveis consistentes desses minerais, conforme já relatado em literatura semelhante (Swick *et al.*, 2013). A digestibilidade dos nutrientes

apresentou resultados relevantes, especialmente no que diz respeito à proteína digestível aparente (PDa), que foi significativamente influenciada pelos tratamentos ($P < 0,0001$). Observou-se que as fontes testadas (FS CHAP, FS MAR, FS RV e FS MIN) proporcionaram maior PDa em relação ao controle FS UFMG (22,54 vs. 17,97%, respectivamente para média de FS CHAP, FS MAR, FS RV, FS MIN vs. FS UFMG). Essas descobertas corroboram estudos que destacam a importância do farelo de soja como uma fonte proteica de alta digestibilidade em dietas para monogástricos (Kim *et al.*, 2021).

Por outro lado, as digestibilidades de energia EDa (em média 3542 cal/g; $P = 0,902$) e nem a EMa (em média 3373 cal/g; $P = 0,900$) não foram influenciadas pelos tratamentos, permanecendo consistentes entre as fontes. Isso sugere que, embora as variações nos componentes químicos entre os tratamentos possam ter impacto no EB, essas diferenças não foram suficientes para alterar a eficiência na utilização de energia pelos animais. Além disso, a tendência observada nos valores de PDingrediente ($P = 0,081$) e CDPBingrediente ($P = 0,064$) confirma a superioridade das fontes FS CHAP e FS MAR em comparação com as outras, porém, as variações nas características químicas e físicas do farelo de soja podem alterar a digestibilidade da proteína. Estudos semelhantes apontam que fatores como o teor de proteína bruta e a presença de fatores antinutricionais no farelo de soja afetam diretamente a disponibilidade proteica (Stein *et al.*, 2016). Enquanto a digestibilidade energética do ingrediente (EDingrediente e EMingrediente) também apresentou uma tendência de variação entre os tratamentos ($P = 0,098$ e $P = 0,099$, respectivamente). Os valores superiores observados em FS CHAP e FS MAR reforçam a ideia de que a qualidade do farelo de soja impacta a eficiência do aproveitamento energético, conforme proposto por González-Vega *et al.*, (2015).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação da digestibilidade e metabolizabilidade dos diferentes farelos de soja revelou que as fontes Marau (FS MAR) e Chapecó (FS CHAP) proporcionaram os maiores teores de proteína digestível e os mais altos coeficientes de digestibilidade da proteína bruta. Em seguida, vieram Mineiros (FS MIN) e Rio Verde (FS RV). No que diz respeito ao valor energético, FS CHAP e FS MAR também se mostraram superiores, enquanto Mineiros apresentou um valor intermediário e Rio Verde o menor. Esses resultados demonstram que a origem do farelo e o processamento da soja influencia significativamente sua composição nutricional. Portanto, é fundamental conhecer as variações entre as diferentes fontes para ajustar a formulação das dietas de suínos e maximizar a eficiência de utilização dos ingredientes, garantindo o melhor desempenho animal.

REFERÊNCIAS

- ABREU, P. G. de et al. Efeito do sistema de resfriamento evaporativo acoplado a ventiladores nas características térmicas ambientais, bem-estar, saúde e desempenho de suínos nas fases de crescimento e terminação. **Embrapa Suínos e Aves**, 2011. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/952245/efeito-do-sistema-de-resfriamento-evaporativo-acoplado-a-ventiladores-nas-caracteristicas-termicas-ambientais-bem-estar-saude-e-desempenho-de-suinos-nas-fases-de-crescimento-e-terminacao>. Acesso em: 10 jan. 2025.
- ALDWIN, R. et al. 252 Evaluation of phase feeding and complete diet blending at different standardized ileal digestible lysine levels on finishing pig growth performance, carcass characteristics and diet costs. **Journal of Animal Science**, v. 102, n. Supplement_2, p. 151–152, 1 maio 2024. Disponível em: https://academic.oup.com/jas/article/102/Supplement_2/151/7664749. Acesso em 10 dez. 2024.
- BAREA, R. et al. Energy utilization in pigs selected for high and low residual feed intake1. **Journal of Animal Science**, v. 88, n. 6, p. 2062–2072, 1 jun. 2010. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20154162/>. Acesso em 10 jan. 2025.
- BARROS, J. G. A. M., R. M. A.; P. N. D., B., E.G; MOREIRA, M. A. (2008). Efeito do inibidor de protease Kunitz sobre níveis de lipoxigenases em sementes de soja. **Ciência E Agrotecnologia**, 32(4), 1126–1132. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/bfKj8yPZ57vG8JMR9qjzPFJ/#>. Acesso em: 08 abr. 2023.
- BELLAVER, C.; SNIZEK JUNIOR, P. N. Processamento da soja e suas implicações na alimentação de suínos e aves. **In: Congresso Brasileiro de Soja**. Londrina: EMBRAPA, 1999. Disponível em: http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_x5k97v3r.pdf 1999. Acesso em: 10 maio 2023.
- CAI, Y.; ZHANG, M.; ZHANG, W.; LIU, Y. Effect of roasting on physicochemical properties and flavor of soybean. **Journal of Food Science and Technology**, v. 57, n. 5, p. 1811-1820, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13197-019-04213-0>. Acesso em: 7 fev. 2025.
- CHEN, H. et al. Effects of dietary fiber on growth performance and nutrient digestibility in growing pigs. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 26, n. 8, p. 1151-1158,

2013. Disponível em: <https://www.animbiosci.org/journal/view.php?doi=10.5713/ajas.13.0231>. Acesso em: 7 fev. 2025.

CHEN, J.; WEDEKIND, K.; ESCOBAR, J.; VAZQUEZ-ANON, M. Trypsin inhibitor and urease activity of soybean meal products from different countries and impact of trypsin inhibitor on ileal amino acid digestibility in pig. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 97, n. 10, p. 1151-1163, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/343069551_Trypsin_Inhibitor_and_Urease_Activity_of_Soybean_Meal_Products_from_Different_Countries_and_Impact_of_Trypsin_Inhibitor_on_Ileal_Amino_Acid_Digestibility_in_Pig. Acesso em: 15 maio 2023.

CRISTOBAL, M. et al. PSI-15 Effect of feeding intact protein from soybean meal instead of crystalline amino acids on energy and nitrogen balance by growing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 102, n. Supplement_2, p. 283–284, 1 maio 2024. Disponível em: https://academic.oup.com/jas/article/102/Supplement_2/34/7664929. Acesso em: 05 jan. 2025.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA, SOJA. Tecnologias de produção de soja-Paraná-2020. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/223209/1/SP-17-2020-online-1.pdf>. Acesso em 15 abr. 2023

FERREIRA, D. N. M.; D, W. M; P, L. O.; C, A. H. S. C.; L, M. I., M, R. L. C. (2019). Desempenho e características de carcaça de suínos em crescimento alimentados com torta de algodão e complexo enzimático. **Arquivo Brasileiro De Medicina Veterinária E Zootecnia**, 71(5), 1616–1622. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/QgbbVsX9dkTT77dbm3pXVrH/?lang=pt>. Acesso em: 11 maio 2023

FERREIRA, R. A.; OLIVEIRA, R. F. M; DONZELE, J. L.; ARAÚJO, C. V; SILVA, F. C. O; FONTES; D. O; SARAIVA, E. P. (2005). Redução do nível de proteína bruta e suplementação de aminoácidos em rações para suínos machos castrados mantidos em ambiente termoneutro dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira De Zootecnia**, 34(2), 548-556. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982005000200024>. Acesso em: 18 maio 2023

GARCÍA-REBOLLAR, P., CÁMARA, L., LÁZARO, R. P., DAPOZA, C., PÉREZ-MALDONADO, R., & MATEOS, G. G. (2016). Influence of the origin of the beans on the chemical composition and nutritive value of commercial soybean meals. **Animal Feed Science and Technology**, 221, 245-261. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840116303558>. Acesso em 20 dez. 2024.

GOUVEIA, A.B.V.S.; PAULO, L.M.; SILVA, J.M.S.; SOUSA, F. E; SANTOS, F.R.; MINAFRA, C.S. **Subprodutos da soja na alimentação de aves: revisão. Investigação, Sociedade e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 9, n. 7, pág. e471974187, 2020. DOI: 10.33448/rsdv9i7.4187. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/4187>. Acesso em: 11 jul. 2023.

GUTIÉRREZ, N. A. et al. Effect of dietary fiber on nutrient digestibility and growth performance of growing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 92, n. 4, p. 1765-1779, 2014. Disponível em: <https://academic.oup.com/jas/article/92/4/1765/4701465>. Acesso em: 7 fev. 2025.

HENRY, Y.; SÈVE, B. Feed intake and dietary amino acid balance in growing pigs with special reference to lysine, tryptophan and threonine. **Pig News and Information**, v.14, p.35N-43N, 1993

IBÁÑEZ, M.; BLAS, C.; CAMARA, L.; MATEOS, G. G. Chemical composition, protein quality and nutritive value of commercial soybean meals produced from beans from different countries: A meta-analytical study. **Animal Feed Science and Technology**, v. 267, p. 114531, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840120304351>. Acesso em: 17 maio 2023.

JAYASENA, D. D; JO, C. (2013). Essential oils as potential antimicrobial agents in meat and meat products: A review. **Trends in Food Science & Technology**, 34(2):96-108. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224413002033>. Acesso em: 18 maio 2023.

JEONG, J.S.; KIM, I.H (2015), Comparative efficacy of up to 50% partial fish meal replacement with fermented soybean meal or enzymatically prepared soybean meal on growth performance, nutrient digestibility and fecal microflora in weaned pigs. **Animal Science**

Journal, 86: 624-633. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25511109/>. Acesso em: 17 maio 2023.

KASS, M. L.; FOEST, P. J. van; POND, W. G. Utilization of dietary fiber from alfafa by growing swine: I. apparent digestibility of diet components in specific segments of gastrointestinal tract. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 50, p. 175-191, 1980.

KIM, S., KIM, B., KIM, Y., JUNG, S., KIM, Y., PARK, J.; OH, S. (2016). Value of palm kernel co-products in swine diets. Korean **Journal of Agricultural Science**, 43(5), 761-768. Disponível em: <http://www.kjoas.org/view/N0030430507.pdf>. Acesso em: 15 maio 2023.

LI, R.; TIAN, M.; FENG, G.; HOU, G.; JIANG, X.; YANG, G.; YIN, Y. (2023). Determination and prediction of digestible energy, metabolizable energy, and standardized ileal digestibility of amino acids in barley for growing pig. **Animal Feed Science and Technology**, 298, 115607. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2023.115607>. Acesso em: 17 maio 2023.

LIMA, C. B.; COSTA, F. G. P.; LUDKE, J. V.; LIMA JÚNIOR, D. M.; ALBUQUERQUE, M., T. M.; PEREIRA, A. A.; ALMEIDA, A. C. A. (2014). Fatores antinutricionais e processamento do grão de soja para alimentação animal. *Agropecuária Científica no Semiárido*, 10(4), 24-33. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, 10(4), 24-33. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.30969/acsa.v10i4.452>. Acesso em: 19 maio 2023

LUDKE, M. C. M. M.; LIMA, G. J. M. M.; LANZNASTER, M., ARDIGÓ, R. (2007). Soja integral processada de diferentes formas para uso em dietas para suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira De Zootecnia**, 36(5), 1566-1572. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007000700015>. Acesso em: 15 abr. 2023.

MATTERSON, L. D.; POTTER, L. M.; STUTS, M. W.; SINGSEN, E. P. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Agricultural Experimental Station Research Report**, v. 7, p. 3-11, 1965. Disponível em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19671403742>> acesso em: 11 jul. 2023.

MENDES, W. S.; SILVA, I. J.; FONTES, D. O.; RODRIGUES, N. M.; MARINHO, P. C.; SILVA, F. O.; SILVA, F. C. O. Composição química e valor nutritivo da soja crua e submetida a diferentes processamentos térmicos para suínos em crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, p. 207-213, 2004. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/abmvz/a/k76kRXq477mCzMMSB8xyrhK/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 11 jul. 2023.

MOURE, A; J. SINEIRO; H. DOMÍNGUEZ; J. C. PARAJÓ. Functionality of oilseed protein products: A review. **Food research international**, v. 39, n. 9, pág. 945-963, 2006. Disponível em: < https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/69581124/j.foodres.2006.07.00220210913-5976-1wku0xi-libre.pdf?1631591491=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DFunctionality_of_oilseed_protein_product.pdf&Expires=1689112590&Signature=SvAkDcdMry-Ghn68qiiNNBBadKe6LTLZbNMUSLrIEOS7a~nK-t01CtSZAWWA2Pu9AL6QWnbs~er2N0ESjC2rYNsYqIz6I6z2m8GwpRZcqIjCCpSUGgN~T3KSQm~vSlpd3-zzS4HRQ-JWvtG9QBzGe5ry05rOCzq-yJ6F2CED-Bzzqj~BQTHZ~TXulBhqupepprQ-CxqvqqistpNIyNvuYCKSAfdYrIYZ~cCkpV2NhD-GRHtAqELiyICnF8HvWsMXQhRLgUwmMypmRNVLrVP8ZVqa0IiaXvKT9sE3iErWinmJHjGw9x~HYuX9mM8FtQ7FR3qearAfZpSAA3mzKJK8A__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA> acesso em: 11 jul. 2023.

NARESH, S.; ONG, M. K.; THIAGARAJAH, K.; MUTTIAH, N. B. S. J.; KUNASUNDARI, B.; LYE, H. S. (2019). In: **Non-Alcoholic Beverages**. Woodhead Publishing, 2019. p. 329-361. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815270-6.00011-6>. Acesso em: 17 maio 2023

NAVARRO, D. M. D. L. et al. Effects of fiber inclusion on nutrient digestibility and growth performance of pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 242, p. 1-14, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377840117303798>. Acesso em: 7 fev. 2025.

NOBLET, J.; KAREGE, C.; DUBOIS, S.; VAN MILGEN, J. Metabolic utilization of energy and maintenance requirements in growing pigs: effects of sex and genotype. **Journal of Animal Science**, v. 77, n. 5, p. 1208-1216, 1999. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/12957455_Metabolic_Utilization_of_Energy_and_Maintenance_Requirements_in_Growing_Pigs_Effects_of_Sex_and_Genotype. Acesso em 10 jan. 2025.

ORLANDO, U.A.D.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; FERREIRA, R.A.; SILVA, F.C.O.; VIEIRA VAZ, R.G.M.; SIQUEIRA, J.C. Níveis de proteína bruta e suplementação de

aminoácidos em rações para leitoas mantidas em ambiente termoneutro dos 60 aos 100kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.478-484, 2006.

PAULA, S. **Composição bioquímica e fatores antinutricionais de genótipos de soja**. 2007. Disponível em: <https://locus.ufv.br/handle/123456789/2482>. Acesso em: 18 maio 2023.

RAMOS, A. M. J. Avaliação da digestibilidade de ingredientes energéticos em dietas para juvenis de pirarucu *Arapaima gigas* (Cuvier 1829). (2019). Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/204484>. Acesso em: 19 maio 2023.

RAMOS, M. Why Extrude Soybeans. Insta-Pro International. Available online. (2016). Disponível em: <https://www.insta-pro.com/en/blog/nutritionandtechnologies/why-extrude-soybeans/>. Acesso em: 10 abr. 2023.

ROSTAGNO, H. S; BÜNZEN, S; SAKOMURA, N. K; ALBINO, L. F. (2007). Avanços metodológicos na avaliação de alimentos e de exigências nutricionais para aves e suínos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, p. 295-304, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1516-35982007001000027> >. Acesso em: 16 maio 2023.

ROSTAGNO HS, ALBINO LFT, HANNAS MI, DONZELE JL, SAKOMURA NK, PERAZZO FG, & BRITO CO. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais** (488 p.). 2017. Departamento de Zootecnia-

UFV, Viçosa, MG, BR.. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4. ed. Viçosa, MG: UFRV, 2017. 488 p. Disponível em: <https://www.yumpu.com/pt/document/view/64213743/rostagno-et-al-2017>. Acesso em: 7 fev. 2025.

RUIZ, N; PARSONS, C. M; STEIN, H. H; COON, C. N; EYS, J. E; MILES, R.D. A review: 100 years of soybean meal. **ADM**, 2020. Disponível em: https://nutrition.ansci.illinois.edu/sites/nutrition.ansci.illinois.edu/files/Ruiz%20et%20al.%2C%202020%20-%20A%20review_%20100%20years%20of%20soybean%20meal%20-%20Feedstuffs.pdf. Acesso em: 18 maio 2023.

SANTOS, Z. A. S; FREITAS, R. T. F; FIALHO, E. T; RODRIGUES, P. B; LIMA, J. A. F; CARELLOS, D. C; BRANCO, P. A. C.; CANTARELLI, V. S. (2005). Valor nutricional de alimentos para suínos determinado na Universidade Federal de Lavras. **Ciência E**

Agrotecnologia, 29(1), 232–237. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542005000100029>. Acesso em: 10 abr. 2023.

SAS: Software de Analytics & Soluções (2023) Disponível em: https://www.sas.com/pt_br/home.html. Acesso em: 11 jul. 2023.

SCOTTÁ, B. A. Energetic and digestible amino acids values in some broiler chicken feeds. 2011. 71 f. **Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Animais Domésticos; Nutrição e Alimentação Animal; Pastagens e Forragicultura)** - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011. Disponível em: <https://locus.ufv.br/handle/123456789/5696>. Acesso em: 19 maio 2023.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL. (2022). **Boletim Informativo do Setor**. São Paulo: Sindirações. 2022 Disponível em: https://sindiracoes.org.br/wpcontent/uploads/2022/12/boletim_informativo_do_setor_dezembro_2022_vs_final_port_sindiracoes.pdf. Acesso em: 20 abr. 2023.

SOUZA; C. G.; MOURA, A.K.B.; SILVA, J.N.P.; SOARES, K. O.; SILVA, J. V. C.; VASCONCELOS, P. C. Fatores antinutricionais de importância na nutrição animal: Composição e função dos compostos secundários. **Pubvet**, v. 13, p. 166, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.31533/pubvet.v13n5a327.1-19>. Acesso em: 18 mai. 2023

STEIN, H. H. et al. Amino acid and energy digestibility in ten samples of distillers dried grain with solubles fed to growing pigs^{1,2}. **Journal of Animal Science**, v. 84, n. 4, p. 853–860, 1 abr. 2006. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16543562/>. Acesso em 14 de jan. 2025.

STEIN, H. H.; GIBSON, M. L.; PEDERSON, C.; BOERSMA, M.G. Amino acid and energy digestibility in ten samples of distillers dried grain with solubles fed to growing pigs. **Journal of animal science**, v. 84, n. 4, p. 853-860, 2006. Disponível em: <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/84/4/853/4804194?login=false>. Acesso em: 11 jul. 2023.

TOOMER, O.T; OVIEDO, E.O; ALI, M; PATINO, D; JOSEPH, M; FRINSKO, M. M. R. (2023). Current Agronomic Practices, Harvest & Post-Harvest Processing of Soybeans (Glycine max) A Review. **Agronomy**, v. 13, n. 2, p. 427, 2023. Disponível em: [10.3390/agronomy13020427](https://doi.org/10.3390/agronomy13020427). Acesso em: 18 maio 2023.

URRIOLA, P. E.; STEIN, H. H. Effects of distillers dried grains with solubles on amino acid digestibility and flow of fermentable substrates in the gastrointestinal tract of pigs. **Journal of Animal Science**, v. 88, n. 4, p. 1454-1462, 2010. Disponível em: <https://academic.oup.com/jas/article/88/4/1454/4701263>. Acesso em: 7 fev. 2025.

VAN SOEST, P.J. Carbohydrates. In: **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. New York: Cornell University, 1994. p.164. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=ptBR&lr=&id=TlluDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=+NUTRITIONAL+ecology+of+the+ruminant.+&ots=loCdFgrXeC&sig=7ShNg_jt9zaF_AEw7dRlqs_YRj0#v=onepage&q=NUTRITIONAL%20ecology%20of%20the%20ruminant.&f=false. Acesso em: 14 mai. 202.

WENSLEY, M. et al. Nutritional strategies to improve the growth performance of pigs marketed in summer. **Journal of Swine Health and Production**, v. 31, n. 4, p. 197–200, 1 jul. 2023. Disponível em: <https://www.aasv.org/shap/issues/v31n4/v31n4p197.html>. Acesso em: 10 dez. 2024.

YOKOMIZO, G. K. I.; SILVA NETO, S. P.; ARIAS, C. A. A "Estabilidade e adaptabilidade de cultivares comerciais de soja no cerrado amapaense." **Revista Scientia Rural-ISSN 2178-3608** 1 (2020). Disponível em: <https://phantomstudio.com.br/index.php/ScientiaRural/article/view/211>. Acesso em: 15 abr. 2023.

ZHAO, J. et al. Effects of dietary fiber on nutrient digestibility and performance in pigs. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 10, n. 1, p. 1-12, 2019. Disponível em: <https://jasbsci.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40104-019-0325-8>. Acesso em: 7 fev. 2025.