GUILHERME RESENDE DE ALMEIDA

Farelo de soja proveniente de grãos avariados na alimentação de suínos

Cuiabá
2022

GUILHERME RESENDE DE ALMEIDA

Farelo de soja proveniente de grãos avariados na alimentação de suínos

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal de Mato Grosso como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Ciência Animal.

Área: Nutrição e Produção de Não Ruminantes

Orientador: João Garcia Caramori Júnior

Coorientadora: Gerusa da Silva Salles Corrêa

Cuiabá
2022

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

A447f Almeida, Guilherme Resende de.
Farelo de soja proveniente degrãos avariados na alimentação de suinos [recurso eletrônico] / Guilherme Resende de Almeida. -- Dados eletrônicos (1 arquivo : 95 f., il. color., pdf). -- 2022.

Orientador: João Garcia Caramori Junior.
Coorientador: Gerusa da Silva Salles Corrêa.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Cuiabá, 2022.
Modo de acesso: World Wide Web: https://ri.ufmt.br.
Inclui bibliografia.

1. avaliação nutricional. 2. morfologia intestinal. 3. parâmetros sanguíneo. 4. suinocultura. I. Caramori Junior, João Garcia, *orientador*. II. Corrêa, Gerusa da Silva Salles, *coorientador*. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "FARELO DE SOJA PROVENIENTE DE GRÃOS AVARIADOS NA ALIMENTAÇÃO DE SUÍNOS"

AUTOR (A): DOUTORANDO (A) **GUILHERME RESENDE DE ALMEIDA**

Tese defendida e aprovada em 28 de outubro de 2022.

COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA

1. Prof. Dr. João Garcia Caramori Júnior (Presidente Banca / Orientador)

2. Profa. Dra. Gerusa da Silva Salles Corrêa (Membro Interno)

3. Profa. Dra. Érika Martins de Figueiredo (Membro Interno)

4. Prof. Dr. Cleber Franklin Santos de Oliveira (Membro Externo)

5. Dr. Wanderlei Dias Guerra (Membro Externo)

Cuiabá, 28/10/2022.

Documento assinado eletronicamente por **Erika Martins de Figueiredo**, **Usuário Externo**, em 10/11/2022, às 16:51, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020 .

Documento assinado eletronicamente por **Cleber Franklin Santos de Oliveira**, **Usuário Externo**, em 11/11/2022, às 22:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020 .

Documento assinado eletronicamente por **Wanderlei Guerra registrado(a) civilmente como Wanderlei DIAS Guerra**, **Usuário Externo**, em 14/11/2022, às 22:22, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020 .

Documento assinado eletronicamente por **GERUSA DA SILVA SALLES CORREA**, **Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 24/11/2022, às 11:47, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020 .

Documento assinado eletronicamente por **JOAO GARCIA CARAMORI JUNIOR**, **Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 16/02/2024, às 11:52, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020 .

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufmt.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5294954** e o código CRC **6684A622**.

Dedico

Aos meus pais, **Sebastião Resende de Almeida** e **Conceição Aparecida de Carvalho Almeida**

Pelo amor incondicional, apoio e incentivo na conquista dos meus objetivos.

Aos meus eternos avôs, Paulo**Rodrigues de Carvalho** e **Nágila Rodrigues de Carvalho** *(in memoriam)*

Pelo exemplo de vida e incentivo aos estudos.

AGRADECIMENTOS

A Deus por guiando sempre meu caminho, dando forças para vencer cada um dos obstáculos e alcançar a chegada.

Aos meus pais, Sebastião e Conceição, meus mestres da vida, por me apoiar e incentivar a realizar meus sonhos. Pela compreensão de não estar presente nos momentos especiais em família. Essa conquista não é apenas minha, mais, sim, nossa.

Ao meu orientador Professo **João Garcia Caramori Junior** por todo ensinamento e aprendizado transmitido, pela amizade e conselhos.

A minha coorientadora Professora **Gerusa da Sila Salles Corrêa** por todos os ensinamentos. transmitidos, pela confiança, pelas oportunidades, pela confiança, pelos conselhos e amizade.

A Universidade Federal de Mato Grosso, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal pela oportunidade de cursar o doutorado.

A Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT) pela concessão da bolsa de estudos.

A Associação de Produtores de Soja e Milho de Mato Grosso (APROSOJA) pelo financiamento do projeto de pesquisa desenvolvido.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência Anima, em especial aos professores **Luciano Cabral e Joadil Abreu**. E a servidora **Beliane**, pela amizade e todo apoio institucional.

Aos membros da banca **Dr[a]. Érika Figueiredo** e **Dr. Cléber Franklin** e ao **Dr. Wanderlei Guerra** pela disponibilidade, contribuições e enriquecimento dos trabalhos.

A Pós-doutora **Erika Martins Figueiredo**, pelo auxílio na execução do experimento, e pelas contribuições na redação dos trabalhos.

A todos os colegas de curso, em especial a **Tatiana**, **Lilian**, **Bruna**, **Joana**, **Núbia** e **Thiago**.

A todos os membros do Grupo de Estudo e Pesquisa de Suínos, de modo especial ao **Anderson, Lucas, Henrique, Michele, Adna, Julia, Amanda, Mariane, Carita, Luryan, Sabrina, Quezia e Carolina** pela ajuda na condução do experimento e amizade. E aos alunos e discentes do Programa de Pós-Graduação **Awanne, Fernanda, Osvaldo e Thuani** pela condução do experimento de digestibilidade e realização das análises

laboratoriais.

Ao meu grande amigo **Pedro Guilherme**, por ser meu braço direito na condução do experimento, pelas conversas, conselhos e desabafos.

Aos funcionários da Fazenda xperimetal da Universidade Federalde Mato Grosso, em especial ao **Edézio, Cleberson (Baiano), Weslen, Magaiver, Sandro, Osvaldo, Adriano e Márcio**, pela ajuda e contribuição na condução do experimento.

A Granja Mantiqueira Unidade Primavera do Leste, de modo especial ao **Guilherme Moreira, João Tavares, Wallace Bernardes, Rafaela Campos, Victor Fernades, Gustavo Bispo, Lúcelia Alvez, Thiago Castro e Daiane**, pela experieência profissional e oportunidade em contribuir com o Centro de Pesquisa do Grupo Mantiqueira e amizade.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Campus Rio Pomba, pela oportunidade de realizar o curso de Bacharel em Zootecnia e a Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri pela oportunidade de realizar o curso de Mestrado em Zootecnia.

A todos os professores da eduação básica e também da graduação e mestrado, em especial aos professores **Eduardo Martins, Maria Hilda, Lucimar, Rosangela, Michele Mendonça, Elisete Reis, Gustavo Henrique e Paulo Campos**.

A minhas amigas **Andrea, Michele e Tatiana** que sempre estiveram ao meu lado e apoiando na realização deste sonho.

A minha grande amiga e irmã do coração **Lidianne Weitzel** que sempre acreditou no meu potencial e sempre me incentivou a lutar pelos meus sonhos, dizendo sempre “vai você é capaz e vai brilhar”. Essa conquista é sua também.

Aos meus familiares, pelo incentivo, pelas orações, pelas mensagens de carinho nos momentos de saudade.

Aos meus queridos avós **Paulo e Nágila** (*in memorian*), hoje não estão mais presentes entre nós, mas são grandes responsáveis por este momento. O carinho e cuidado com os animais se tornarmam inspiração para que eu escolhesse a Zootecnia.

A todos, o meu muito obrigado.

“Esta tudo muito bom”
Paulo Rodrigues de Carvalho (2014).

RESUMO

Almeida, G. R. **Farelo de soja proveniente de grãos avariados na alimentação de suínos.** 2022, 97f. Tese (Doutorado em Ciência Animal), Faculdade de Agronomia e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2022.

A soja é a principal fonte de proteína de origem vegetal na alimentação animal, pois apresenta elevados tores de proteína, aminoácidos e energia em sua composição nutricional, por isso, devemos garantir sua qualidade. Conforme a Instrução Normativa 11/2007 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, responsável pela classificação dos grãos de soja, é permitido limite máximo de 8% de grãos avariados nos lotes de soja que chegam nas empresas esmadoras, sendo este lote classificado como fra do tipo, com isso, deve ser rebeneficiado pra enquadrameto em tipo. Acredita-se, sem embasamento científico, que a soja avariada não deve ser fornecida aos animais, pois pode comprometer seu desempenho e saúde. Sendo assim, esta tese objetivou avaliar os diferentes níveis de substituição do farelo de soja padrão pelo farelo provenientes de grãos de soja avariados sobre o desempenho, morfometria intestinal, parâmetros sanguíneos, qualidade física e qualitativa da carne suína. Com isso, foi realizado dois experimentos para avaliar diferentes níveis de substituição do farelo de soja avariado. O primeiro experimento avaliou-se os níveis 0, 4, 8, 12 e 16% de substituição por avariados, foi observado diferença para desempenho, microvilosidades intestinais e parâmetros bioquímicos do sangue (uréia e aspartato amintransferase-AST). Concluimos assim, que o uso de até 16% não compromete o desempenho e saúde dos suínos em crescimento e terminação. O segundo experimento avaliou os níveis 0, 20, 40, 60, 80 e 100% de substituição do farelo de soja padrão pelo avariado, foi avaliado o desempenho, microvilosidades intestinais, parametros bioquimicos do sangue, digestibilidade e qualidade da carne suína. Portanto, os diferentes níveis de substituição estudados não influenciaram nos resultados de desempenho, microvilosidades intestinais, parâmetros bioquímicos do sangue, digestibilidade e qualidade da carne. Desta forma, conclui-se que a substituição de até 100% do farelo de soja oriundo de grãos avariados não comprometeu o desempenho e saúde dos suínos.

Palavras-chave: avaliação nutricional, morfometria intestinal, parâmetro sanguíneo, suinocultura

ABSTRACT

Almeida, G. R. **Soybean meal from damaged grains in swine feeding.** 2022, 97f. Thesis (Doctorate in Animal Science), Faculty of Agronomy and Animal Science, Federal University of Mato Grosso, Cuiabá, 2022.

Soybean is the main source of protein of plant origin in animal feed, as it has high amounts of protein, amino acids and energy in its nutritional composition, so we must guarantee its quality. According to Normative Instruction 11/2007 of the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply, responsible for the classification of soybeans, a maximum limit of 8% of damaged grains is allowed in the batches of soybeans that arrive at the crushers, this batch being classified as fra do type, with this, it must be re-beneficiated to frame in type. It is believed without scientific basis that damaged soy should not be fed to animals, as it can compromise their performance and health. Therefore, the objective of this thesis was to evaluate the different levels of replacement of standard soybean meal by soybean meal from damaged grains, in performance, intestinal morometry, blood parameters, physical and qualitative quality of swine care. Therefore, two experiments were carried out to evaluate different levels of replacement of the damaged soybean meal. The first experiment evaluated the levels 0, 4, 8, 12 and 16% of substitution, a difference was observed for performance, intestinal microvilli and blood biochemical parameters (urea and aspartate amintransferase-AST). We conclude, therefore, that the use of up to 16% does not compromise the performance and health of the growing and finishing pigs. damaged soybean, performance, intestinal microvilli, blood biochemical parameters, digestibility and pork quality were evaluated. Therefore, the different replacement levels studied did not influence the results of performance, intestinal microvilli, blood biochemical parameters, digestibility and meat quality. In this way, we concluded that the replacement of 100% of the soybean meal from damaged grains did not compromise the performance and health of the pigs.

Keywords: avaliação nutricional, intestinal morphometry, blood parameter, swine culture

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO **10**

2. REVISÃO DE LITERATURA **12**

2.1. PANORAMA DA PRODUÇÃO DE SUÍNOS 12

2.2. SOJA 13

2.3. INSTRUÇÃO NORMATIVA 11/2007 15

2.4. QUALIDADE NUTRICIONAL DA SOJA 17

2.5. PERFIL AMINOÁCIDICO DA SOJA 21

2.5.1 lisina 22

2.5.2 Metionina + Cistina 23

2.5.3 Triptofano 24

2.5.4 treonina 25

2.5.5 Isoleucina, leucina e valina 26

2.6. FATORES QUE AFETAM A QUALIDADE DO GRÃO DE SOJA 26

2.6.1 Qualidade Física 27

2.6.2 qualidade sanitária 28

3. REFERÊNCIAS **29**

CAPITULO I **35**

Resumo **36**

Introdução **37**

Material e Métodos **39**

Resultados **42**

Discussão **43**

Conclusão **48**

Referências Bibliográficas **48**

Tabelas **52**

CAPÍTULO II **58**

Resumo **59**

Introdução **60**

Material e Métodos **61**

Resultados **66**

Discussão **67**

Conclusão **75**

Referências **76**

Tabelas **84**

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max*) é um produto de grande importância mundial devido a sua aplicação na alimentação humana e animal e ao seu valor econômico nos mercados nacional e internacional, sendo que o Brasil é o maior produtor de soja mundial com produção estimada em 135,409 milhões de toneldas na safra 2020/21 (EMBRAPA, 2021).

As características físicas e composição nutricional dos gãos de soja variam conforme a genética, das condições edafóclimáticas da região onde foi cultivada. Grande parte das cultivares de soja apresentam 30 a 45% de proteínas e de 15 a 25% de óleo, além de aminoácidos (NIELSN, 1985; SELL, 1988; BORDINGNON; MANDARINO, 1994).

Diante do exposto, devemos assegurar a qualidade do grão de soja desde a colheita no campo até seu armazenamento. As caracteristicas que garantem a qualidade dos grãos se soja são baixo teor de umidade, baixa presença de materiais estranhos, descolaração, grãos quebrados, danos causados pelo calor, danos causados por insetos e fungos, elevados valores de massa especifíca, concentração de óleos, proteínas (ALENCAR et al., 2008).

A qualidade da soja é determinada por indicadores químicos, fisicos e sanitários, sendo qua a qualidade química está inteiramente ligada ao conteúdo de óleo e proteína presentes no grão de soja, e os indiccadores físicos está relacionado com o teor de umidade, limpeza e avaria, e por fim, os indicadores sanitários que se tratam das micotoxinas (BRASIL, 2007).

Os produtores de soja são remunerados através da massa e das características ligadas a qualidade do grão de soja, tais como, umidade, impurezas, acidez e avarias, conforme determinado a Instrução Normativa 11/2007 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (BRASIL, 2007). Os lotes de soja ao chegarem nas empresas esmagadoras que apresentarem limites superiores acima de 8% de grãos avarias

conforme estabelecido pela IN 11/2007 responsável pelo padrão oficial de classificação dos grãos de soja, são classificados como fora do tipo e devem ser rebenificiados, desdobrados para enquadramento em tipo. Mesmo após ser enquadrado em tipo o produtor é penalizado, pois acreditam que o fornecimento de grãos avariados na alimentação animal pode acarretar danos no desempenho e na saúde dos animais, além de alterar a composição nutricional do grão e a possível presença de micotoxinas. Porém, não há evidencias científicas que comprovem que níveis acima de 8% acarretam em danos no desemepnho e saúde dos animais.

Diante do exposto, há necessidade de realização de estudos para avaliar os reais impactos da utilização de níveis acima do estabelecido pela IN 11/2007 no desempenho, rendimento e qualidade de carne e na sáude dos suínos em diferentes fases de produção.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. PANORAMA DA PRODUÇÃO DE SUÍNOS

A produção de suínos vem crescendo no decorrer dos últimos anos, devido a crescente demanda de carne suína que esta diretamente relacionada com a melhoria da renda per capita da população, mudança no hábito alimentar e maior aceitação dos consumidores. Com isso, houve uma maior intensificação dos sistemas de criação dos sistemas de produção para atender a crescente demanda de carane suína.

Em 2020 a produção mundial de carne suína atingiu 97.757 mil toneladas, os paises com as maiores produções são China, União Europeia, Estados Unidos, Brasil e Rúsia, sendo estes responsáveis por 85% da produção mundial. Em relação a exportação, foi exportado 11.339 mil toneldas de carne em 2020, sendo a União Europeia, Estados Unidos, Canadá, Brasil e México os maiores exportadores totalizando 93% da exportação (ABPA, 2021; EMBRAPA, 2021).

A suinocultura brasileira se destaca, pois o Brasil se consolida como o quarto maior produtor de carne suína com 4.436 mil toneladas e o quarto maior exportador com 1.024 mil toneladas. A produção brasileira vem crescendo nos útlimos anos, com um crescimento de 37% nos últimos dez anos, sendo os estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Paraná, Minas Gerais e Mato Grosso os maiores produtores do pais. No total de carne produzida no apis 77% foi destinado para atender o mercado interno e 23% para atender o mercado de exportação (ABPA,2021).

O estado de Mato Grosso se consolida como o quinto maior produtor de suínos do pais, com uma produção de 236,96 mil toneldas, sendo respnsável por 5,34% dos suínos abatidos em 2020. Em relação a exportação, Mato Grosso é o quarto maior exportador, contribuindo 3,38%

(ABPA, 2021).

O consumo per capita de carne suína no Brasile em 2020 foi de 16 kg/habitante/ano, sendo obersavo um cresimento de 13,50% nos últimos 10 anos, este aumento esta diretamente relacionado com a quebra de mitos que envolviam a carne suínas com isso houve maior aceitação pelos consumidores (ABPA, 2021).

Com o crescimento da produção de suínos no Brasil, consequentemente houve aumento da produção de ração para alimentação dos animais, com isso, maior procura por alimentos, tais como, milho e soja para fabricação de ração. Desta forma, devemos buscar alimentos de qualidade para assegurar o fornecimento de ração de qualidade sem compromentar o desempenho e saúde dos animais.

2.2. SOJA

A soja (*Glicyne max*) é considerada uma oleaginosa de origem chinesa, e sua cultura se destaca devido ao seu alto valor proteico e energeético. O cultivo da soja é importante para a economia brasileira, visto que é responsável pel produção de óleo e subprodutos principalmente o farelo soja utilizado na alimentação animal.

De acordo com dados apresentados pela Empresa Brasileira de Pesqisa Agropecuária (EMBRAPA, 2021), a produção mundial de soja na safra 2020/21 foi de 362,947 milhões de toneldas com uma área plantada de 127,842 milhões de hectares. O Brasil se destaca na produção de soja, sendo o maior produtor mundial, na safra 2020/21 o país produziu 135,912,3 milhões de toneladas, com um crescimento correspondente a 8,90% em comparação com a safra 2019/2020 (CONAB, 2021). No ranking dos estados, Mato Grosso é o maior produtor de soja do Brasil com uma produção de 35,947 milhões de toneladas, com uma área plantada de 10,294 milhões de hectares (EMBRAPA, 2021).

A soja exerce papel fundamental para economia do Brasil, sendo as empresas esmagadoras responsáveis por movimentar um dos setores econômicos mais produtivos do pais, obtendo como produto o óleo, farelo e casca. Segundo dados da EMBRAPA (2021), em 2020 o Brasil exportou 74,1 milhões de toneladas de soja grão, 16,7 milhões de toneladas de farelo de soja e 1,0 milhão de toneladas de óleo de soja, gerando U$ 35,232 bilhões para a economia brasileira. Tendo em vista a importância da soja para a economia devemos entender todo o processo de produção deste o momento do plantio até seu armazenamento para assegurar a qualidade do grão de soja e seus subprodutos.

A soja tem grande importância na alimentação animal visto que é a principal fonte protéica de origem vegetal presente na dieta, pois apresenta alta concentração de proteínas, aminoácidos e até energia embora seja menor que milho em sua composição.

Apesar da soja apresentar grande potencial para alimentação de aves e suínos, não pode ser fornecida de forma *in natura* devido os fatores antinutricionais que esta possui, dentre eles, inibidores de tripsina e quimiotripisina que são responsáveis por inibir a digestão protéica, ácido fítico que contém o fitato responsável por alterar propriedades funcionais e nutricionais dos alimentos e as saponinas caracterizadas pelo sabor amargo e capazes de formar complexos insolúveis de difícil digestão.

Também apresentam fatores alérgicos como Glicinina e β-Conglicinina responsáveis pela reação da absorção de nutrientes e acarretam em efeitos deletérios nas microvilosidades do instetino delgado. Outro fator limitante é com relação a lipase e lipoxigenase que causam a oxidação e rancificação da gordura da soja e os polisacarídeos não-amídicos soluveis (PNAS), que provocam redução do desempenho animal (BELLAVER; SNIZEK JR, 1999). Com isso, o processamento do grão de soja se torna indispensável, principalmente o tratamento térmico, pois inativa os fatores antinutricionais (CARVALHO, 2006).

Diante da importância da soja na alimentação animal como fonte de proteína de origem vegetal nas rações, deve-se ter um rigoroso controle da qualidade dos grãos de soja no momento do recebimento do lote nas empresas esmagadoras, e para isso utiliza-se a normativa 11/2007.

2.3. INSTRUÇÃO NORMATIVA 11/2007

A Instrução Normmativa 11/2007 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, tem por objetivo definir os padrões oficiais de classificação da soja, levando em consideração os requisitos de qualidade instrínseca e extrínseca, de amostragem e de marcação ou rotulagem (BRASIL, 2007).

A IN 11/2007 determina que o limite máximo de grãos avariados nos lotes recebidos nas empresas esmagadoras é de 8%. Grãos avariados, são grãos ou pedaços de grãos que se apresentam queimados, ardidos, mofados, fermentados, germinados, danificados, imaturos e chocho, conforme demostrado no Quadro e figura 1 (BRASIL, 2007).

Quadro 1 - Características dos graõs avariados

Tipos de Avaria	Características
Queimados	Grãos ou pedaços de grãos carbonizados.
Ardidos	Grãos ou pedaços de grãos que se apresentam fermentados e com coloração marrom escura.
Mofados	Grãos ou pedaços de grãos que contém fungos (mofo ou bolor).
Fermentados	Grãos ou pedaços de grãos que durante o processo de fermentação sofreu alteração na cor do cotilédone.
Germinados	Grãos ou pedaços de grãos que apresentam a emissão da radícula.
Danificados	Grãos que possuem manchas na polpa alterados e deformados, perfurados ou atacados por determinadas doenças ou insetos ao longo de sua fase de evolução.
Imaturos	Grãos se apresentam verdes, que não apresentaram seu desenvolvimento fisiológico completo e podem se apresentar enrugados.
Chochos	Grãos que possuem formatos irregulares e apresentam enrugados, atrofiados e sem massa interna.

Fonte: Adaptado de Brasil (2007).

Figura 1- Grãos avariados A - Gráo queimado; B – Grão ardido; C- Grão mofado; D – Grão fermentado; E – Grão germinado; F – Grão danificado; G – Grão imaturo; H – Grão chocho; I – Grãos amassados; J – Grãos partidos; K – Grãos quebrados; Grãos esverdeados. Fonte : SENAR (2017).

Os lotes de soja ao serem recebidos nas empresas esmagadoras e apresentarem níveis acima de 8% de avaria são classificados como fora do tipo. A soja é classificada como fora do tipo quando não atende as especificações apresentadas nas Tabelas 1 e 2 para sojas do grupo I (soja destinada para consumo humano) e soja do grupo II (soja destinadas para outras finalidades).

Tabela 1 - Limites de tolerância (%) para o grão de soja do grupo I

Tipo	Avaria				Esverdeados	Quebrados e amassados	Materiais estranhos e impurezas
	Ardidos e queimados	Queimados	Mofados	Total			
1	1	0,3	0,5	4	2	8	1
2	2	1	1,5	6	4	15	1

Fonte: Brasil (2007)

Tabela 2 - Limites de tolerância (%) para o grão de soja do grupo II

Tipo	Avaria				Esverdeados	Quebrados e amassados	materiais estranhos e impurezas
	Ardidos e queimados	Queimados	Mofados	Total			
Padrão	4	1	6	8	2	8	1

Fonte: Brasil (2007).

A soja classificada como fora do tipo por defeitos graves (queimados, ardidos e mofados) e por materiais estranhos e impurezas não podem ser comercializadas diretamente para o consumo humano e devem ser rebeneficiadas para efeito de enquadramento nesta categoria. A soja classificada com defeitos leves pode ser comercializada conforme se apresenta, desde que seja identificada, ou rebeneficiada, desdobrada ou recomposta para efeito de enquadramento nesta categoria.

Quando a soja apresenta mau estado de conservação, percentual superior a 12% de defeitos graves para destino humano e 40% para outros usos, odor estranho impropio ao produto, presença de insetos vivos, mortos ou parte desses no produto já classificado e destinado para alimentação humana e presença de sementes tóxicas para soja destinada a alimentação humana será desclassifada e proibida a sua comercialização (BRASIL, 2007).

2.4. QUALIDADE NUTRICIONAL DA SOJA

O grão de soja, por apresentar elevado conteúdo de proteína bruta e energia, se tronando a principal fonte de proteína de origem vegetal, apresentando 30 a 45% de proteína bruta de alto valor bilógico e 17 a 18% de óleo, contendo exelente conteúdo de aminoácidos essenciais em sua composição, importantes para alimentação de aves e suínos (BELLAVER et al., 2002). A soja também apresenta em sua composição minerais, como ferro, fosfóro, potássio, magnésio, mangânes e zinco, além de vitaminas do complexo B e fibras confomre descrito na Tabela 3. A composição nutricional da soja, principalmente de proteínas e óleos podem variar de acordo com o ambiente como o local onde foi cultivado, genótipo conforme o tipo da cultivar e a época de plantio.

Tabela 3- Composição química do grão de soja

Composição	Quantidade
Energia bruta (Kcal/kg)	417
Umidade (%)	11
Materia seca (%)	91
Proteínas (%)	38
Lipídeos (%)	19
Carboidratos (%)	23
Açucares e Fibra Alimentar (%)	4
Cinzas (%)	5
Cálcio (mg/100g)	240
Fósforo (mg/100g)	580
Ferro (mg/100g)	9,4
Sódio (mg/100g)	1
Potássio (mg/100g)	1900
Magnésio (mg/100g)	220
Zinco (mg/100g)	3200
Cobre (mg/100g)	980
Vitamina A (ug/100g)	12
Vitamina E (mg/100g)	1,8
Vitamina B1 9mg/100g)	0,8

Fonte: Kagawa, (1995) e Silva et al., (2022).

O fornecimento da soja *in natura* na alimentação de aves e suínos se torna inviável,

devido a presença de fatores antinutricionais, que podem acarreatar em queda da produtividade, lesões no intestino, hipetrofia de alguns órgãos e a redução do aproveitamento de nutrientes. Entre os fatores antinutricionais destacamos os inibidores de tripisina e quimiotripisna, lectinas, fatores alergênicos, lipases e lipoxigenase, polisacarídeos não amiláceos.

Os inibidores de tripsina possui a capacidade de se ligar a tripsina, impedindo a sua ação sobre as proteínas. Existem dois tipos de inibidores de tripsina, sendo Bowman-Birk e o de Kunitz (CRANCIANINOV et al, 2005).

As lectinas combiman-se com as células presentes na parede intestinal, desta forma ocassionam interferência na absorção de nutrientes (BELLAVER; SNIZEK Jr., 1999). A lipase e lipoxigenase são responsáveis por promover a rancificação da gordura da soja (BELLAVER; SNIZEK Jr., 1999).

Os fatores alergênicos como glicina e β-conglicina, provocam a hipersensibilidade, ocasionando a redução da absorção dos nutrientes, além de provocar efeitos deletérios nas microvilosidades do intestino delgado (BELLAVER; SNIZEK Jr., 1999; GRANT, 1989).

Os polissacarídeos não amiláceos soluveis conhecidos como PNAs, provocam redução do desempenho de aves e suínos, sendo eles calssificados em três grupos celulose, polímeros não celulósicos (pentosonas, arabinoxylanos, xylanos, b-glucanos) e polipolisacarideos pécticos (glicomananos, galactomananos, arabinanos, xiloglucanos e galactanos). A ação antinutricional ocasionada pelos PNAs podem ser elimindas por meio da utilização de enzimas nas dietas dos animais, auxiliando na digestão dos polissacarideos (BELLAVER; SNIZEK Jr., 1999).

O tratamento térmico é fundamental para o bom aproveitamento da proteína de origem vegetal na dieta de animais, principalmente aves e suínos. A utilização do tratamento térmico, além de eliminar os fatores antinutricionais, também contribuem para ruptura da parede celular, sendo assim liberando a proteína complexada, responsável pela redução do aproveitamento proteíco

(MENDES et al., 2004).

O farelo de soja é um dos subprodutos da soja, sendo obtido por meio da extração do óleo por solvente. Após a obtenção do farelo de soja o mesmo é levado ao toster que por objetivo recuperar parte do hexano ainda presente no farelo e eliminar os fatores antinutricionais. Quando ocorre o correto processamento térmico do farelo, é altamente palatável e digestível, apresentando elevado conteúdo proteico, excelente balanço de aminoácidos, baixa concentração de fibras e um bom conteúdo energético, como demostrado na Tabela 4.

Tabela 4 - Composição nutricional do farelo de soja

Nutrientes	Quantidades
Proteína Bruta (%)	46,5
Extrato Etéreo (%)	2,85
Energia Metabolizável (kcal/kg)	3240
Lisina digestível (%)	2,59
Met. + Cis. digestível (%)	1,18
Treonina (%)	1,57
Triptofano (%)	0,59

Fonte: Rostagno et al. (2017).

No Brasil possui uma ótima oferta de farelo de soja, sua alta digestibilidade dos aminoácidos, torna excelente para os suínos. O tratamento térmico ao longo do processo de extração do óleo pode comprometer a digestão de certos aminoácidos, principalmente da lisina, sendo este aminoácido limitante da para suínos, sendo o farelo de soja a principal fonte na dieta dos animais, para avaliar a qualidade do farelo de soja é determinar se houve sub ou superaquecimento que podem comprometer a digestibilidade do farelo de soja .

No super aquecimento pode ocorrer a reação de Mailard que acarreta na coloração caramelo ocassionada pelo pigmento melanodina. O super processamento causa a diminuição da quantidade ou digestibilidade da proteína da soja, consequentemente uma redução da absorção das

proteínas (MACHADO et al., 2005). O sub aquecimento interfere no processo digestivo dos suínos, pois ainda há presença de fatores antinutricionais no farelo de soja, consequentemente causa redução no desempenho animal (MENDES et al., 2004). Para determinar o grau de processamento térmico do farelo de soja, há os seguintes métodos índice de atividade ureática e solubilidade proteica em KOH.

O indice de atividade ureática é baseado no principeio de que o calor gerado causa a desnaturação da enzima urease e os inibidores de tripsina na mesma proporção, liberando amônia da uréia por meio da ação da urease presente na soja, acarretando na mudança de pH da solução (BELLAVER; SNIZEK Jr., 1999). O padrão recomendado pela Anfar (1992) e Sakomura (1996), indice de atividade ureática entre 0,05 a 0,3 unidades de pH.

A solubilidade proteica é determina através da solução de KOH 0,20%, onde os grupos amino livres reagem com outros grupos para formar fontes peptídicas, que acarreta na redução da solubilidade da proteína, A faixa de solubilidade proteíca deve varia entre 73 a 85%, sendo que valores abaixo de 70% indicam superaquecimento e valores acima de 85% subaquecimento (BELLAVER; SNIZEK Jr., 1999; MENDES et al., 2004).

2.5. PERFIL AMINOÁCIDICO DA SOJA

A soja é a principal fornecedora de proteína de origem vegetal na alimentação de aves e suínos, sendo a proteína da soja rica em aminoácidos essenciais para os animais, tais como, lisina, metionina, metionina + cistepina, treonina, triptofano, arginina, valina, isoleucina, leucina e fenilalanina (ROSTAGNO et al., 2017). O teor de aminoácidos não esta associado ao teor de proteínas, mas sim ao acúmulo de nitrogênio na forma de amônio e nitrato, ou seja, nitrogênio não proteíco (SCHMIDT et al., 2004).

Tabela 5 – Composição de aminoácidos do farelo de soja

Aminoácidos	Quantidade (%)
Lisina	2,52
Metionina	0,56
Metionina + Cisteína	1,16
Treonina	1,54
Triptofano	0,57
Arginina	3,15
Valina	1,96
Isoleucina	1,9
Leucina	3,12
Histidina	1,09
Fenilalanina	2,11
Alanina	1,76
Cisteína	0,6
Tirosina	1,49
Glicina + Serina	1,69
Serina	2,18
Prolina	2,07
Glutamina	3,56
Ácido Glutâmico	4,01
Asparagina	1,91
Ácido Aspártico	2,86

Fonte: Rostagno et al., 2017.

2.5.1 LISINA

A lisina é o primeiro aminoácido limitante para suínos, sendo responsável pricipalmente para síntese proteíca, em animais jovens pode representar cerca de 80% do acréscimo protéico (KLASING, 2009). A quantidade inadequada, excesso ou deficiência desse aminoácido pode comprometar o desempenho dos animais e características de carcaça, como baixo ganho de peso, afeta negativamente a conversão alimentar, maior espessura de toucinho e menor deposição de carne magra (BIDNER et al., 2004; TOUS et a l., 2014). Palhares et al. (2020), observaram que a deficiência e excesso de lisina comprometeram o desempenho dos animais, ocorrendo a redução do ganho de peso diário e pior conversão alimentar.

A lisina é utilizada como aminoácido referência na formulação de dietas para aves e suínos, pois além de atuar na sintese proteíca, é considerado aminoácido essencial, não havendo nenhuma via de sintese endogéna e para suínos é o primeiro aminoácido limitante e o segundo para aves, sua análise laboratorial para determinar os níveisnos ingredientes, rações e tecidos é simples e precis, sua exigência para as diferentes fases de criação encontra-se disposnível na literatura e nas tabelas de exigências nutricionais, e a sua suplementação na dieta de suínos é considerada economicamente viável (BATTERHAM, 1990).

A exigência de lisina pode ser influênciada por diversos fatores, tais com, genótipo, sexo, idade, condições ambientais, padrão d consumo e condiçõs sanitárias (ABREU et al, 2007; BRUMANO; GATTÁS, 2009). Neto et al. (2000), ao avaliar níveis crescentes de lisina (0,85, 0,95, 1,05, 1,15 e 1,25%) na dieta de suínos na fase inicial, observaram aumento no ganho de peso, melhor conversão alimentar com o aumento dos níveis de lisina na dieta. Abreu et al. (2007), não observaram efeito dos níveis de lisina (0,80, 0,90, 1,00 e 1,10%) sobre o consumo de ração e ganho de peso, mas houve uma melhora na conversão alimentar a medida que elevou os níveis de lisina na dieta , so mesmo autores observam aumento da composição de proteína na carcaça conforme houve o aumento dos níveis de lisina.

2.5.2 METIONINA + CISTINA

A metionina é considerado um aminoácido essencial, é o segundo aminoácido limitante na dieta de suínos, sendo importante para o crescimento dos suínos. De acordo com Kiefer et al. (2005), a metionina tem sido doadora de radicais metil quando são necessários para realização da biossíntese cartinina, colina, creatinina, epinefrina, políaminas e melationia que são considerados importantes para o crescimento dos animais, pode ocorrer também o catabolismo desse aminoácido

à cistina pelo organimos dos animais, sendo considerado um processo irreversível. Esse processo é importante para eliminar o excesso de metionina e suprir a deficiência de cistina, sendo o catabolismo um processo importante, pois os suínos são sensíveis ao excesso de metionina na dieta (BAKER, 1991; KIEFER et al., 2005).

A rota metabólica da metionia sintetiza vários compostos, entre estes temos o amonoácido cistina, sendo sintetizado por duas moléculas de cisteína, que atua na compsoição da estrutura de algumas moléculas, entre elas, a insulina e as imunoglobulinas, interligando cadeias polipeptídicas por meio da ponte dissulfeto (BAKER, 1991; MOURA et al., 2006).

Kiefer et al. (2005), ao avaliarem diferentes níveis de metionina + cistina (0,448; 0,490; 0,531; 0,573 e 0,615) na dieta de leitões dos 30 aos 60kg, observaram maior ganho de peso com o aumento dos níveis de metionina + cistina e melhor conversão alimentar ao nível estimado de 0,551%. Outros autores como Santos et al. (2007), também observaram aumento no ganho de peso, ao elevar os níveis de metionina + cistina (0,440; 0,464; 0,488; 0,512 e 0,536) na dieta de leitoões dos 60 a 95 Kg e uma melhor conversão alimentar com nível estimado de 0,506%. Os mesmos autores observaram aumento do rendimento de carcaça até o nível estimado de 0,507% de metinina + cistina. Moura et al. (2006), observaram redução da deposição de gordura na carcaça com o nível estimado de 0,556% de metionina + cistina.

2.5.3 TRIPTOFANO

O triptofano é um aminoácido essencial, e para suínos é o terceiro aminoácido limitante (BERTECHINI, 2021). É um aminoácido que além de participar na síntese proteíca, atua também como precursor de seretonina que uma neurotransmissor responsável por estímular a ingestão de alimento e a redução do estresse antes do abate (HENRY et al., 1992; PEREIRA et al., 2008).

O efeito negativo provocado pela deficinência de triptofano na ingestão de ração e no desempenho de suínos na fase de terminação e está interligado na concentração de proteína bruta presente na dieta, pois o transporte do triptofano através das membranas celulares, tanto no intestino como no cérebro, compete com o transporte de aminoácidos neutros de cadeia longa, como a tirosina e leucina, como consequencia haverá menor quantidade de triptofano metabolizado em serotonina, resultando em menor ingestão de alimento (PEREIRA et al., 2008).

2.5.4 TREONINA

A treonina é considerado um aminoácido essencial, e para leitões é o terceiro limitante (BERTECHINI et al., 2021). A treonina apresenta finções importantes, tais como a síntese de proteína muscular, síntese de mucinas no sistema gastrointestinal e síntese de imunoglobulinas no sistema imune (SANTOS et al., 2010). As mucinas são glicoproteínas de alto peso molecular e ricas em treonina. Os anticorpos também são considerados glicoproteínas globulares, sendo considerado primeiro aminoácido limitante para produção de imunoglobulinas G (AJINOMOTO, 2003).

A exigência de treonina aumenta no decorrer do avanço da idade dos suínos, pois os níveis necessários para manutenção são maiores do que para deposição de proteína na carcaça (FULLER et al., 1989). Santos et al. (2010), ao estudarem diferentes níveis de treonina (0,470; 0,497; 0,528; 0,557 e 0,587%) para suínos machos castrados dos 95 aos 125 kg observaram melhoria da conversão alimentar até o nível estaimado de 0,526% de treonina. Pozza et al. (2000) ao avaliarem diferentes níveis de treonina (0,49; 0,54; 0,59; 0,64 e 0,69%) na dieta de leitões dos 15 aos 30kg, observam uma redução do consumo de ração até o nível estimado de 0,57% e melhor conversão alimentar utilizando o nível de 0,59% de treonina.

2.5.5 ISOLEUCINA, LEUCINA E VALINA

A isoleucina, leucina e valina são aminoácidos de cadeia ramificada (ACR), pois são caracterizados por sua estrutura apresentar cadeias laterais ramificadas. Os aminoácidos de cadeia ramificada, valina, isoleucina e leucina, compõem o grupo de aminoácidos essenciais necessários para manutenção e crecimento tecidual (HUEPA et al., 2017). A valina é o quinto aminoácido limitante para suínos e a isoleucina o sexto, para os animais monogástricos eles são considerados essenciais, pois apresenta como principal função a síntese proteíca, bem como sua regulação (HTOO; WILTAFSKY, 2011).

Dietas com deficiência de proteína bruta na ração pode acarretar em deficiência de aminoácidos de cadeia ramificada. Nyachoti et al. (2006), verificaram que a redução dos níveis de proteína bruta da ração de 21 para 17%, acarretou na redução do ganho de peso dos animais, visto que as rações experimentais apresentaram deficiência de isoleucina e valina.

Porém o excesso de leucina pode influenciar de forma negativa o desempenho dos animais devido ao antagonismo com outros aminoácidos de cadeia ramificada, pois o excesso de leucina acarreta no aumento do catabolismo da leucina e valina (DIAZ HUEPA, 2017).

De acordo com Diaz Huepa (2017), a primeira etapa do metabolismo de aminoácidos de cadeia ramificada ocorre no músculo esquelético, sendo comum para valina, leucina e isoleucina. A leucina pode estimular a sintese de proteína nos suínos através da ativação da sinalização de componetes responsáveis pela condução da tradução do mRNA.

2.6. FATORES QUE AFETAM A QUALIDADE DO GRÃO DE SOJA

A qualidade dos grãos de soja é um dos pontos mais relevantes tanto para a comercialização quanto para o processamento, sendo relevante para determinar o valor final do

produto.

A qualidade da soja é um fator extremamente importante para toda cadeia de produção, sendo assim se torna fundamental o acompanhamento da produção desde o plantio até o seu armazemanto, desta forma garante a qualidade dos seus subprodutos, tais como, óleo e farelo de soja.

A qualidade do grão de soja pode ser dividida em três grupos, sendo eles a qualidade física (umidade, percevejos e mecânicos), qualidade sanitária (fungos e insetos) e qualidade nutricional (composição química do grão). A perda da qualidade do grão é considerado irreversível, uma vez que compromete a qualidade interna dos grãos.

2.6.1 QUALIDADE FÍSICA

A qualidade física dos grãos de soja podem ser afetada pelas condições ambientais, visto que a colheita pode coincidir com o período chuvoso e dificultar a retirada dos grãos do campo, desta forma o processo de deterioração dos grãos é acelerado (ANDRADE, 2016). Segundo Andrade et al. (2010), observaram que o atraso na colheita de grãos de soja provocados pela chuva, aceleraram o processo de deteriorização dos grãos de soja. Os mesmos autores verificaram, que o aumento da preciptação e do volume de água recebido pela simulação da chuva houve aumento no percentual de grãos ardidos, mofados, avariados e fermentados.

O teor de umidade dos grãos de soja, é um fator negativo no sistema de produção de soja, pois pode comprometer os demais parâmetros de qualidade do grão. De acordo com Tsukahara et al. (2016), o teor de umidade para realização da colheita mecanizada deve estar entre 12 a 14%. No momento da colheita de grãos com percentual acima de 14%, estão sujeitos à maior incidência de danos mecânicos latentes, e teores abaixo de 12% podem estar mais sensíveis a

quebra dos grãos e prejuízos a qualidade fisiológica das sementes (FRANCA NETO et al., 2007). Conforme a Instrução Normativa 11/2007 do MAPA, o limite máximo aceitável de umidade em grãos de soja para armazenamento e comercialização é de 14% (BRASIL, 2007).

A umidade e a temperatura são fatores que podem comprometer a qualidade do grão armazenado. Alencar et al. (2009), avaliaram as alterações qualitativas do grão de soja armazenados com diferentes teores de umidade e de temperatura, e observaram que grãos de soja armazenado com teór de umidade de 14,8% e tempertura de 30ªC mativeram o padrão básico, abaixo de 8% de grãos avariados, conforme determina a IN 11/2007 até os 180 dias de armazenamento, e os grãos armazenados com 12,8 e 14,8% de umidade e tempertura de 40ºC, foram classifcados como fora do padrão básico a partir de 135 e 90 dias de armazenamento.

2.6.2 QUALIDADE SANITÁRIA

A qualidade sanitária dos grãos de soja é um fator de grande relevância para a toda cadeia de produção de soja, desde o momente que antecede o plantio até o seu processamento na indústria. A presença de microrganimos nos grãos de soja tem comprometido a qualidade sanitária do grãos, dentre eles os fungos são responsáveis por causar diversos danos, desde a fase de campos até seu amarmazenamento (MEDEIROS et al., 2016). Os fungos presentes nos grãos de soja são divididos em dois grupos, sendo os fungos que produzem os grãos ardidos, e os que além de produzir grãos ardidos também poduzem micotoxinas (ANDRADE, 2016).

As micotoxinas são metabólitos secundários produzidos por fungos filamentosos, em especial por espécies dos gêneros Aspergillus, Fusarium e Penicillium (FREIRE et al., 2007; ANDRADE, 2016). O surgimento das micotoxinas em grãos de soja está diretamente relacionado com a temperatura e umidade, pois os fungos estão dispersos no ambiente, e a contaminação dos

grãos pode dar início no campo, ao longo do desenvolvimento das sementes, ou durante o período de colheita, principalmente se coincidir com o período de chuva (BÜNZEN; HAESE, 2006). A umidade do grão, umidade relativa do ar, temperatura, presenças de roedores e insetos são considerados fatores responsáveis pelo crescimento dos fungos, uma vez que provocam danos físicos ao grãos de soja (BÜNZEN; HAESE, 2006).

Em conclusão, a presença de fatores antinutricionais, como inibidores de tripsina e quimiotripsina, lectinas, fatores alergênicos, lipases, lipoxigenase e polissacarídeos não amiláceos, pode ter diversos efeitos negativos na nutrição animal. Esses fatores podem levar a uma queda na produtividade, lesões no intestino, hipertrofia de órgãos e redução do aproveitamento de nutrientes.

Para minimizar esses efeitos, o tratamento térmico adequado dos ingredientes, como o farelo de soja, é fundamental. O tratamento térmico não apenas elimina os fatores antinutricionais, mas também ajuda na ruptura da parede celular, tornando a proteína mais disponível para a digestão pelos animais.

O farelo de soja é uma importante fonte de proteína vegetal na alimentação de aves e suínos. No entanto, o processo de extração do óleo de soja e o tratamento térmico podem afetar a qualidade nutricional do farelo. O superaquecimento pode levar à formação de compostos indesejáveis, como a melanodina, que comprometem a digestibilidade e a absorção das proteínas. Por outro lado, o subaquecimento pode resultar na presença de fatores antinutricionais no farelo, reduzindo o desempenho animal.

3. REFERÊNCIAS

ABPA. Relatório Anual 2021. Disponível em: < https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2021/04/ABPA_Relatorio_Anual_2021_web.pdf>. Acessado em: 20 jan. 2022.

ABREU, M. L. T. D., DONZELE, J. L., OLIVEIRA, R. F. M. D., OLIVEIRA, A. L. S. D., SANTOS, F. D. A., & PEREIRA, A. A. Níveis de lisina digestível em rações, utilizando-se o

conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça dos 60 aos 95 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 1, p. 54-61, 2007.

ABREU, M. L. T.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F. M.; OLIVEIRA, A. L. S.; HAESE, D.; PEREIRA, A. A. Níveis de lisina digestível em rações, utilizando-se o conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados de alto potencial genético, dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 1, p. 62-67, 2007.

AJINOMOTO. Exigências de treonina para suínos: benefícios da suplementação de L-Treonina. **Informativo técnico**, v. 10, 2003.

ALENCAR, E. R.; FARONI, L. R. D. A.; DE LACERDA FILHO, A. F.; FERREIRA, L. G.; MENEGHITTI, M. R. QUALIDADE DOS GRÃOS DE SOJA EM FUNÇÃO DAS CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO. **Revista Engenharia na Agricultura-REVENG**, v. 16, n. 2, 2008.

ALENCAR, E. R.; FARONI, L. R. D.; FILHO, A. F. L.; PETERNELLI, L. A.; COSTA, A. R Qualidade dos grãos de soja armazenados em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, p. 606-613, 2009.

ANDRADE, P. J.; FERRONATO, A.; JUNIOR, J. H. C.; CANEPPELE, M. A. B. Qualidade física dos grãos de soja, cultivar tmg115rr, submetidos à simulação de chuva durante o retardamento de colheita. **Scientia Agraria**, v. 11, n. 4, p. 281-292, 2010.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE RAÇÕES. Métodos analíticos de controle de alimentos para uso animal. São Paulo: ANFAR, 1992. p.1-2

BAKER, DAVID H. Particionamento de nutrientes para o crescimento e outras funções metabólicas: eficiência e considerações prioritárias. **Poultry Science** , v. 70, n. 8, pág. 1797-1805, 1991.

BATTERHAM, E. S.; ANDERSEN, L. M.; BAIGENT, D. R.; WHITE, E. Utilization of ileal digestible amino acids by growing pigs: effect of dietary lysine concentration on efficiency of lysine retention. **British Journal of Nutrition**, v. 64, n. 1, p. 81-94, 1990.

BELLAVER, C.; COTREFAL, G.; GRECCO, M. Soja integral: processamento e uso. Aliment. Anim., v.7, p.28-30, 2002.
BELLAVER, C.; SNIZEK JUNIOR, P. N. Processamento da soja e suas implicações na alimentação de suínos e aves. In: **Congresso Brasileiro de Soja**. Londrina^ ePR PR: EMBRAPA, 1999.

BIDNER, B. S.; ELLIS, M.; WITTE, D. P.; CARR, S. N.; MCKEITH, F. K. Influence of dietary lysine level, pre-slaughter fasting, and rendement napole genotype on fresh pork quality. **Meat Science**, v.68, p.53-60, 2004.

BORDINGNON, J. R.; MANDARINO, J. M. G. Soja: composição química, valor nutricional e sabor. 1994.

BRASIL. 2007. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Instrução Normativa, 11/2007. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=1194426968> Acesso em:18 de mar. 2019.

BRUMANO, GLADSTONE; GATTÁS, GUSTAVO. Fatores que influenciam na exigência de lisina para suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 6, n. 3, p. 918-940, 2009.

BÜNZEN, S.; HAESE, D. Controle de micotoxinas na alimentação de aves e suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 3, n. 1, p. 299-304, 2006.

CARVALHO, A. D. Á.; LOVATTO, P. A.; HAUSCHILD, L.; ANDRETTA, I.; LEHNEN, C. R.; ZANELLA, I. Processamento da soja integral e uso em dietas para suínos: digestibilidade e metabolismo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 2023-2028, 2007.

CONAB. Último levantamento da safra 2021/21 confirma redução na produção de grãos. Disponível em: < https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4234-ultimo-levantamento-da-safra-2020-21-confirma-reducao-na-producao-de-graos>. Acessado em: 11 fev. 2021.

CRANCIANINOV, W., SANTANA, A., FREITAS, A., MANDARINO, J., & BENASSI, V. D. T. Determinação do inibidor de tripsina de kunitz em soja crua e tratada de cultivares brasileiras. In: **Embrapa Soja-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 2005, Londrina. Resumos expandidos. Londrina: Embrapa Soja, 2005., 2005.

DIAZ HUEPA, L. M. Aminoácidos de cadeia ramificada para suínos na fase inicial. 2017.

EMBRAPA. Estatística suínos. Disponível em: < https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas/suinos/brasil>. Acessado em: 11 fev. 2021.

EMBRAPA. Soja em números (safra 2020/21). Disponível em: https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos#:~:text=Consumo%20interno%20(processamento)%20de%20soja,%24%2028%2C561%20bilh%C3%B5es%20(2020). Acesso em: 18 fev. 2022.

FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; PÁDUA, G.P.; COSTA, N.P.; HENNING, A.A. Tecnologia para produção de sementes de soja de alta qualidade – Série Sementes. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 12p. (Embrapa Soja, Circular Técnica, 40).

FULLER, M. F.; MCWILLIAM, R.; WANG, T. C.; GILES, L. R. The optimum dietary amino acid pattern for growing pigs: 2. Requirements for maintenance and for tissue protein accretion. **British journal of Nutrition**, v. 62, n. 2, p. 255-267, 1989.

GRABER, H.G.; SCOTT, H.M.; BACKER, D.H. Sulfur amino acid nutrition of the growing chick: Effect of age on the capacity of cystine to spare dietary methionine. Poultry Science, v.50, p.1450-1455, 1971.

GRANT, G. Anti-nutritional effects of soyabean: a review. **Progress in food & nutrition science**,

v. 13, n. 3-4, p. 317-348, 1989.

HENRY, Y.; SÈVE, B.; COLLEAUX, Y.; GANIER, P.; SALIGAUT, C.; JÉGO, P. Interactive effects of dietary levels of tryptophan and protein on voluntary feed intake and growth performance in pigs, in relation to plasma free amino acids and hypothalamic serotonin. **Journal of animal science**, v. 70, n. 6, p. 1873-1887, 1992.

HTOO, J.; WILTAFSKY, M. K. Roles, metabolism y antagonismos de aminoacidos de cadena ramificada en la nutrición animal. 2011.

HUEPA, L. M. D.; SATO, J.; TOLEDO, J. B.; MONTEIRO, A. N. T. R.; POZZA, P. C. Aminoácidos de cadeia ramificada na alimentação de suínos: Revisão. **Pubvet**, v. 11, p. 1074-1187, 2017.

KIEFER, C.; FERREIRA, A. S.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F. M. D.; SILVA, F. C. D. O.; BRUSTOLINI, P. C. Exigência de metionina + cistina digestíveis para suínos machos castrados mantidos em ambiente termoneutro dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 3, p. 847-854, 2005.

KLASING, K. C. Minimizar o catabolismo de aminoácidos diminui as necessidades de aminoácidos. **The Journal of Nutrition** , v. 139, n. 1, pág. 11-12, 2009.

MACHADO, Fabiano de Paula Pereira. Efeitos do tratamento térmico na qualidade protéica de farinhas de soja convencional e isenta de lectina e inibidor Kunitz. 2005.

MEDEIROS, J. G. F.; ARAUJO NETO, A. C.; URSULINO, M. M.; NASCIMENTO, L. C. D.; ALVES, E. U. Fungos associados às sementes de Enterolobium contortisiliquum: análise da incidência, controle e efeitos na qualidade fisiológica com o uso de extratos vegetais. **Ciência Florestal**, v. 26, p. 47-58, 2016.

MOURA, J. D. O.; BRUSTOLINI, P. C.; SILVA, F. C. D. O.; DONZELE, J. L.; FERREIRA, A. S.; PAULA, E. D. Exigências de aminoácidos sulfurados digestíveis para suínos machos castrados e fêmeas de 15 a 30 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 1085-1090, 2006.

NIELSEN, N. S. Structure of soy proteins. **New protein foods**, v. 5, p. 27-64, 1985.

PALHARES, L. O.; DUTRA JÚNIOR, W. M.; LOURENÇO-SILVA, M. I.; CARMO, M. R.; SERAFIM, J. E.; GASPARINI, S. P.; LIMA, M. C. R.; HOLANDA, M. C. R. Efeito dos níveis de lisina/proteína ideal sobre desempenho, características de carcaça, digestibilidade e parâmetros sanguíneos de suínos machos, castrados, da raça Duroc, de 30kg a 50kg. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 72, p. 1305-1312, 2020.

PEREIRA, A. A.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F. M. D.; ABREU, M. L. T. D.; SILVA, F. C. D. O.; MARTINS, M. D. S. Níveis de triptofano digestível em rações para suínos machos castrados de alto potencial genético na fase dos 97 aos 125 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 11, p. 1984-1989, 2008.

PÍPOLO, A. E.; HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J. C.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; DEBIASI, H.; MANDARINO, J. M. G. Teores de óleo e proteína em soja: fatores envolvidos e qualidade para a indústria. **Embrapa Soja-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2015.

POHNDORF, R. S. **Efeitos da umidade e do resfriamento no armazenamento sobre a qualidade de grãos e do óleo de soja para fins comestíveis e de produção de biodiesel**. 2012. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pelotas.

POZZA, P. C.; GOMES, P. C.; DONZELE, J. L.; FERREIRA, A. S.; LEÃO, M. I.; SANTOS, M. S. D.; RODRIGUEIRO, R. J. B. Exigência de treonina para leitoas dos 15 aos 30 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 817-822, 2000.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; DE OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; EUCLIDES, R. Tabelas brasileiras para suínos e aves. **Composição de alimentos e exigências nutricionais**, p. 488, 2017.

SAKOMURA, N. K. Uso da soja integral na alimentação de aves. In: SIMPOSIO LATINO AMERICANO DE NUTRICAO DE SUINOS E AVES, 1996, Piracicaba, SP. Anais... Piracicaba: CBNA, p.26-38, 1996.

SANTOS, F. D. A.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F. M. D.; SILVA, F. C. D. O.; ABREU, M. L. T. D.; SARAIVA, A. Níveis de treonina digestível em rações para suínos machos castrados de alto potencial genético na fase dos 95 aos 125 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 526-531, 2010.

SANTOS, F. D. A.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F. M. D.; SILVA, F. C. D. O.; ABREU, M. L. T. D.; SARAIVA, A.; BRUSTOLINI, P. C. Exigência de metionina+ cistina digestíveis em suínos machos castrados de alto potencial genético na fase dos 60 aos 95 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 2047-2053, 2007.

SANTOS, F. D. A.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F. M. D.; SILVA, F. C. D. O.; ABREU, M. L. T. D.; SARAIVA, A. Níveis de treonina digestível em rações para suínos machos castrados de alto potencial genético na fase dos 95 aos 125 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 526-531, 2010.

SCHMIDT, A.; LIMA, G.J.M.M.; KLEIN, C.H. Composição química de híbridos de milho produzidos nasafrinha em Marechal Cândido Rondon, Paraná.Concórdia: Embrapa/CNPSA,2004. 4p. (Comunicadotécnico, 357).

SELL, A. M. Técnicas imunoquímicas na análise genética das lipoxigenases' L IND. 1'e'L IND. 2'em soja. 1988. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa.

SILVA, ROSANA MARIA PEREIRA et al. Caracterização da qualidade físico-química em grãos de soja de municípios da região centro-oeste do Brasil. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 5, p. e187953370-e187953370, 2020.

TOUS, N.; LIZARDO, R.; VILÀ, B.; GISPERT, M. Efeito da redução de proteína e lisina da dieta no desempenho de crescimento, características de carcaça, gordura intramuscular e perfil de ácidos graxos de suínos machos castrados em terminação. **Journal of Animal Science** , v. 92, n. 1, pág. 129-140, 2014.

TOUS, N.; LIZARDO, R.; VILÀ, B.; GISPERT, M.; FONT-I-FURNOLS, M.; ESTEVE-GARCIA, E. Effect of reducing dietary protein and lysine on growth performance, carcass characteristics, intramuscular fat, and fatty acid profile of finishing barrows. **Journal of Animal Science**, v.92, p.129-140, 2014.

TRINDADE NETO, M. A.; KRONKA, R. N.; BARBOSA, H. P.; DE SORDI, I. M. P.; SCHAMMASS, E. A. Níveis de lisina para suínos na fase inicial-I do crescimento, desempenho e retenção de nitrogênio. **Boletim de Indústria Animal**, v. 57, n. 1, p. 65-74, 2000.

TSUKAHARA, R. Y.; FONSECA, I. C. D. B.; SILVA, M. A. D. A.; KOCHINSKI, E. G.; PRESTES NETO, J.; SUYAMA, J. T. Produtividade de soja em consequência do atraso da colheita e de condições ambientais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, p. 905-915, 2016.

CAPITULO I

Suínos alimentados com diferentes níveis de farelo de soja provenientes de grãos avariados

GR de Almeida[1], GSS Corrêa[2], JG Caramori Junior[2], EM de Figueiredo[1], CFS de Oliveira[3], AB Corrêa[1], LS Cabral[1] e WD Guerra[4]

[1]Deparatamento de Zootecnia e Extensão Rural, Universidade Federal de Mato Grosso- Campus Cuiabá. Avenida Fernando Corrêa, 2367, Boa Esperança, CEP: 78060-900. Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.

[2]Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Manto Grosso – Campus Cuiabá. Avenida Fernando Corrêa, 2367, Boa Esperança, CEP: 78060-900. Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.

[3]Departamento de Zootecnia, Universidade Federal da Paraíba – Campus II – Rodovia PB 079 – Km 12, CEP: 58.397-000 - Areia – Paraíba, Brasil

[4]Associação dos Produtores de Soja e Milho do Estado de Mato Grosso. Rua Engenheiro Edgard Prado Arze, 1777 – Edifício Cloves Vettorato, CPA, CEP 78049-932. Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.

Este artigo está nas normas da Revista Animal

Suínos alimentados com diferentes níveis de farelo de soja provenientes de grãos avariados

Resumo

Avaliou-se os efeitos de diferentes porcentagens de grãos de soja na alimentação de suínos machos castrados dos 63 a 134 dias. Foram utilizados 70 leitões com peso inicial de 28 kg, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos, sete repetições e quantos animais cada. Os tratamentos constituíram de diferentes níveis de substituição de farelo de soja padrão por farelo proveniente de grãos avariados (0, 4, 8, 12 e 16%). Foi analisado o consumo de ração, ganho de peso, ganho de peso diário, conversão alimentar, morfometria intestinal do duodeno, jejuno e íleo e parâmetros sanguíneos (ureia, creatinina, albumina, aspartato aminotransferase, alanina aminotransferase e proteína total). Observou-se que consumo de ração, altura de vilo, profundidade de cripta e relação vilo: cripta no duodeno aumentaram de forma linear a medida que aumentou a substituição do farelo de soja com grãos avariados. No jejuno observou-se efeito linear decrescente para altura do vilo e relação vilo: cripta e linear crescente para profundidade de cripta. Já no íleo observou-se efeito quadrático para altura do vilo e profundidade de cripta, com maior altura de vilo e profundidade de cripta, com valor máximo estimado de 5.34 e 6.57% de avaria. Em relação aos parâmetros sanguíneos, verificou-se efeito linear crescente para uréia e quadrático para AST, com os valores estimados em 9.95% de avaria. Entretanto, creatinina, albumina e ALT não foram influenciadas pelos teores estudados. O fornecimento de farelo de soja com até 16% de avaria pode ser utilizado na dieta de leitões dos 63 a 134 dias de idade, visto que não compromete o desempenho dos suínos em crescimento.

Palavras-chave: avaria, morfometria intestinal, parâmetro sanguíneo, suinocultura

Implicações

A soja é a principal fonte de proteína de origem vegetal na alimentação animal. Conforme a instrução normativa 11/2007 do MAPA, responsável pela classificação dos grãos de soja, só é permitido 8% de grãos avariados no momento do recebimento dos lotes de soja nas empresas esmagadoras. Na alimentação animal também é permitido somente 8%, pois acreditam que a utilização de soja avariada pode comprometer o desempenho, saúde e qualidade da carne sem embasamento científico. Com isso, o trabalho permitirá avaliar se níveis acima do estabelecido pela IN 11/2007 acarreta em dados no desempenho, saúde e qualidade da carne dos suínos.

Introdução

O Brasil é o maior produtor mundial de soja, cuja produção atingiu 124,845 milhões de toneladas na safra de 2019/2020. Dentre os estados brasileiros, o Mato Grosso apresenta um grande destaque na produção, com 35,885 milhões de toneladas de soja produzidas na mesma safra, considerado o maior produtor de soja do Brasil (CONAB, 2020).

O grão de soja (*Glycine max*) apresenta um alto teor de proteína de 30% a 45% e de 15% a 25% de óleo em sua composição (Sell, 1988), tornando-o a principal fonte de proteína de origem vegetal utilizado na alimentação animal. Todavia, a qualidade da proteína (composição de aminoácidos da proteína) é mais importante do que o teor total de proteína presente na soja (Medic et al., 2014). Devido a facilidade de absorção proteica com dietas suplementadas com aminoácidos.

As características, propriedades físicas e composição química dos grãos de soja não estão apenas relacionadas com a herança genética, mas também com as condições

edafoclimáticas nas quais a planta se desenvolveu (EMBRAPA, 1994). Faz-se necessário avaliar a qualidade deste grão, visto que podem também ser acometidos por danos promovidos por percevejos, umidade, além de danos mecânicos ocasionados por máquinas colhedoras no momento da colheita (Krzyzanowski et al., 2018).

As empresas de beneficiamento de grãos remuneram os produtores pela massa e pelas características relacionadas à qualidade dos grãos (umidade, impurezas e avarias), de acordo com os critérios estabelecidos pela Instrução Normativa nº 11, de maio de 2007, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que determina o padrão oficial de classificação.

De acordo com esta Instrução Normativa, os grãos que apresentam percentuais de avarias acima dos limites estabelecidos, até 8%, são classificados como fora do tipo e devem ser rebeneficiados, desdobrados ou recompostos para fins de enquadramento em tipo prefixado (Brasil, 2007). Contudo, independente do tratamento adotado, o produtor não é pago pelo produto. No entanto, algumas empresas têm buscado este tipo de grão avariado (fermentado e ardido) para melhorar a qualidade proteica do farelo de soja.

Entretanto, na literatura há poucos relatos sobre estudos com o uso de farelo de soja de grãos avariados na alimentação de suínos, e seus reais impactos sobre o desempenho e saúde animal o que demonstra a necessidade de estudos para avaliar se realmente esses valores são prejudiciais ao animal.

Assim, o presente estudo foi realizado para avaliar os efeitos da substituição do farelo de soja proveniente de grãos avariados com diferentes níveis de substituição ao farelo de soja padrão na alimentação de suínos dos 63 a 134 dias de idade.

Material e Métodos

O protocolo experimental foi analisado e aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais em Ensino e Experimentação da Universidade Federal de Mato Grosso sob número de protocolo 23108-044502/15-3. O experimento foi conduzido em Campo Verde, Mato Grosso, Brasil (Latitude: 15º 49' 21.42090"S, Longitude: 55º 25' 06.36511"W).

Utilizou-se durante o período experimental um total de 70 suínos machos castrados (de linhagens com os cruzamentos de Landrace x Large White) a partir de 63 dias de idade e peso médio inicial de 28±0.314 kg em baias de alvenaria, providos de comedouro semi-automático e bebedouro pendular tipo chupeta.

Após os animais serem pesados individualmente, estes foram distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado em cinco tratamentos, sete repetições e dois animais por unidade experimental. Os tratamentos consistiram de uma dieta basal utilizando farelo de soja padrão, formuladas para atender as exigências nutricionais dos suínos segundo as recomendações das Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos (Rostagno et al., 2017) e mais quatro dietas experimentais formuladas por meio da substituição da dieta controle por 4, 8, 12 e 16% do farelo de soja padrão por farelos de soja provenientes de grãos avariados. Os dois lotes de farelos de soja (padrão e 79,70% de grãos avariados) foram previamente analisados e identificados por um classificador de grãos certificado (Tabela 1). Os dois lotes de soja de soja foram individualmente processados, por meio da extração com solventes para separar óleo e obter o farelo de soja padrão e o farelo de soja com 79,70% de avaria.

Foram previamente analisados a composição nutricional dos dois farelos de soja, padrão e 79,70 de grãos avariados, e do milho por meio de equipamentos de

Espectroscopia de Refletância do Infravermelho Próximo (NIRs). Por meio do NIRs, foram obtidos os conteúdos de energia metabolizável (EM), proteína bruta (PB), cálcio (Ca), fósforo disponível (P), e aminoácidos digestíveis de cada um dos ingredientes (Tabela 2). As rações experimentais e água foram fornecidos aos suínos à vontade durante todo o estudo.

Para a análise do desempenho, os animais foram pesados no início e ao final do experimento, para avaliação do ganho de peso (GP) e ganho de peso diário (GPD); o consumo médio de ração (CMR) foi obtido por meio da diferença entre a ração fornecida, sobra e desperdício durante o experimento. Após obter os resultados de GP e CMR calculou-se a conversão alimentar (CA).

Aos 134 dias de idade, um animal de cada parcela foi submetido a jejum alimentar de 12 horas, para posterior colheita de amostras de sangue e abate. Foram coletadas amostras de sangue por tratamento, para determinarmos os níveis circulantes de uréia, creatinina, albumina, proteína total e das enzimas aspartato aminotransferase (AST) e alanina aminotransferase (ALT). Realizou-se as colheitas das amostras por punção da veia jugular, com auxílio de agulha de 40x12 mm e seringa descartável de 10 mL. Após a colheita do sangue, fez-se a transferência do mesmo para um tubo sem anticoagulante. Logo em seguida, realizou-se a centrifugação a 1.500 rpm por cinco minutos obtendo o o soro sanguíneo que foi congelado para avaliação bioquímica do sangue, por meio de ensaios colorimétricos, utilizando kits de reagentes específicos para esta análise.

Os suínos foram abatidos conforme as instruções do MAPA (2000), insesibilizados por eletronarcose e submetidos à sangria na posição horizontal.

Para análise de morfometria intestinal foram coletados segmentos de

aproximadamente 10cm da região mediana do duodeno, jejuno e íleo. Os segmentos foram abertos longitudinalmente, estendidos em uma base de papel rígido, lavados em água corrente, e fixados em formol para confecção de lâminas histológicas para medição de altura de vilosidade, profundidade de cripta e relação vilosidade:cripta. Após 48 horas no formol, as amostras intestinais foram clivadas, desidratadas em álcool, diafanizadas em xilol, incluídas em parafina, microtomizadas, dispostas em lâminas histológicas e coradas em solução de hematoxilina-eosina.

Após a confecção, as imagens foram digitalizadas e analisadas em software editor de imagens ImageJ®, utilizado para mensuração da altura de vilosidades e profundidade de criptas. Para análise dos resultados, a média aritmética de 10 medidas de vilosidade ou criptas foi considerada para cada segmento.

Os dados foram analisados por meio do pacote estatístico Statistical Analysis System (SAS, 2012), para verificar as premissas estatísticas de normalidade dos resíduos utilizou-se o teste de Shapiro-Wilk e a homogeneidade das variâncias foi avaliada pelo Teste de Levene. Os dados de todas as variáveis foram submetidos à análise de variância através do procedimento MIXED do SAS (SAS 9.3). O efeito de período de avaliação foi inserido no modelo como covariável. Quando observado efeito significativo, as médias foram comparadas com uso do testes de regressão polinomiais lineares e quadraticas ao nível de 5% de probabilidade. O modelo estatístico usado para a análise de variância de todas as variáveis foi:

$$Yij = \mu + ti + eij$$

Onde:

Yij = resultado observado;

μ = média geral do experimento;

ti = efeito do farelo de soja avariado;

eij = erro aleatório associado a cada observação.

Resultados

Em relação aos resultados de desempenho observados no presente estudo verificou-se que houve diferença (P<0.05) no consumo médio de ração dos suínos, pois aumentou de forma linear à medida que se elevou os níveis de farelo de soja proveniente de grãos avariados, conforme equação estimada em Y= 168.45 + 0.385x (Tabela 3). Todavia, o ganho de peso, o ganho de peso diário e a conversão alimentar não foram influenciados (P>0.05) pelos níveis de farelo de soja avariados estudados. Observou-se neste estudo um aumento linear no consumo de ração dos suínos que receberam dietas contendo até 16% de farelo de soja proveniente de grãos avariados.

No que se refere aos dados de morfometria intestinal, foi observado um aumento linear para altura das vilosidades, profundidade de cripta e relação vilo:cripta no segmento do duodeno, de acordo com as equações Y = 459.85 + 16.588x; Y = 96.754 + 1.6903x e Y = 4.814 + 0.0682x, respectivamente. No jejuno, constatou-se uma redução linear na altura dos vilos e na relação vilo:cripta, contudo, verificou-se um aumento linear para profundidade de cripta, segundo as equações Y = 276.53 – 3.1663x; Y = 6.46 – 0.140x e Y = 42.75 + 0.6327x, respectivamente. No íleo, os tratamentos influenciaram (P<0.05) de forma quadrática a altura dos vilos e profundidade de cripta que aumentaram de acordo com as equações $Y = 277.15 + 7.1757x - 0.6716x^2$ e $Y = 46.069 + 1.0822x - 0.0823x^2$, respectivamente, até os níveis estimados de 5.34 e 6.57% (Tabela 4).

Observou-se que a inclusão de farelo de soja proveniente de grãos avariados, promoveu alterações nas variáveis avaliadas. Foi constatado aumento na altura das vilosidades, profundidade de cripta e relação vilo:cripta no segmento do duodeno. No segmento do jejuno, constatou-se uma redução do tamanho das vilosidades, aumento da profundidade de cripta e redução na relação vilo:cripta. Em relação ao íleo, verificou-se aumento na altura dos vilos e na profundidade de cripta.

Em relação aos parâmetros sanguíneos os diferentes níveis de farelo de soja avariados influenciaram ($P<0.05$) os níveis de uréia e aspartato transaminase (AST). A ureia e a AST se comportou de forma quadrática, segundo as equações $Y = 10.374 - 0.4896x + 0.0567x^2$ e $Y = 18,694 + 3,0379x - 0,1527x^2$, respectivamente, até o nível estimados de 9.95%. Em contrapartida, as variáveis creatina, albumina, alanina aminoatransferase (ALT) e proteína total não foram influenciadas ($P>0.05$) pelos diferentes tratamentos (Tabela 5).

Discussão

Farelo de soja proveniente de grãos avariados pode ser adicionado na alimentação de suínos em crescimento, visto que não compromete o desempenho dos animais. Ademais, neste estudo, a análise da composição química dos farelos de soja, mostra que o farelo de soja proveniente de grãos avariados, apresentou valores mais elevados de proteína bruta e treonina em relação ao farelo padrão. Portanto, o farelo de soja proveniente de grãos avariados, apresenta-se como uma excelente opção na alimentação de suínos, visto que apresenta níveis nutricionais semelhantes ou até melhores que o considerado padrão.

Quanto mais elevado o nível de energia, menor o consumo voluntário (De la Llata

et al.,2001; Rezende et al., 2006; Liu et al., 2018). De acordo Bertechini (2006), suínos em crescimento e terminação alimentados com dietas ricas em energia reduzem o consumo de ração com o objetivo de manter o consumo diário ideal de energia. Desta forma, considerando que o nível de energia de uma ração tem efeito significativo sobre o consumo de ração pelos animais, infere-se que o aumento no consumo de ração dos suínos que foram alimentados com farelo proveniente de grãos de soja avariados, pode estar associado ao menor conteúdo energético do farelo de soja com avaria (3.205 Kcal/kg) em comparação com o farelo de soja padrão (3.309 Kcal/kg).

No presente experimento, à medida que se aumentou os níveis de farelo de soja avariados nas dietas dos suínos não houve alterações significativas no ganho de peso (GP) e no ganho de peso diário (GPD). Neste sentido, considerando a lisina é considerada como primeiro aminoácido limitante em rações para suínos, o mais importante para a síntese proteica muscular e deposição de carne magra na carcaça dos animais, o que faz com que as respostas de desempenho dos animais possam estar associadas ao seu nível na dieta. Diversos estudos relatam que níveis crescentes de lisina em rações de suínos na fase de crescimento e terminação promovem aumento no ganho de peso dos animais (Moretto et al., 2000; Abreu et al., 2007; Ho et al., 2019; Soto et al., 2019).

Diante do exposto, infere-se que os tratamentos avaliados neste estudo não influenciaram o ganho de peso dos animais, visto que não foi constatado diferenças entre os dois níveis de lisina encontrados nos farelos padrão e avariado, utilizados nesse ensaio. Isto mostra que o farelo de soja, oriundo de grãos com até 16% de avarias atende as exigências dos animais da mesma forma que os oriundos de grãos com até 8%

(padrão do mercado)

Com relação à conversão alimentar (CA), não se verificou diferença significativa de acordo com os tratamentos estudados. Estudos apontam que respostas positivas observadas no índice de conversão alimentar dos animais, geralmente estão associadas ao aumento da densidade energética da ração (Rezende et al., 2006). Contudo, mesmo o farelo de soja proveniente de grãos avariados apresente um menor nível de energia metabolizável (3205 kcal/Kg), não foi observado diferença na conversão alimentar dos suínos que receberam esse tratamento.

Neste sentido, ao se considerar a treonina um aminoácido de fundamental importância para a manutenção da integridade do intestino delgado. Este aminoácido está presente no epitélio gastrointestinal, no muco e enzimas digestivas, e além de atuar diretamente na integridade e no desenvolvimento do intestino, ainda está envolvida na resposta imune, visto que constitui parte das moléculas de determinadas globulinas do sistema imunitário (Wu, 1998; Ojano-Dirain e Waldroup, 2002) onde neste encontrou-se maiores teores de treonina no farelo com 79,70% de avaria e inúmeras pesquisas demonstraram aumento na altura das vilosidades nos diferentes segmentos do intestino delgado em função do aumento dos níveis de treonina digestível na dieta (Zaefarian et al., 2008; Reis et al., 2016; Zhang et al., 2019; Koo et al.,2020).

Com base nesses relatos, sugere-se que o aumento na altura dos vilos observados nos segmentos do duodeno e íleo no grupo de suínos alimentados com o farelo de soja proveniente de grãos avariados pode estar relacionado ao maior nível de treonina (17.02 g Kg^{-1}) presente na nesse farelo, em relação ao farelo padrão (16.73 g Kg^{-1}).

A profundidade de cripta é um indicativo da capacidade compensatória ou

hiperplasia das células epiteliais, em virtude de um maior nível de agressão à estrutura morfológica da mucosa intestinal causada pelas dietas (Arouca et al., 2012). De acordo Pluske et al. (1997), o maior valor de profundidade de cripta indica maior atividade de proliferação celular, garantindo adequada taxa de renovação do epitélio e, assim, compensando as perdas nas extremidades das vilosidades. Neste ensaio, embora se tenha observado maior profundidade de cripta nos segmentos duodeno e jejuno, de suínos alimentados com farelo de soja avariada, o que indica um maior nível de agressão à estrutura celular da mucosa intestinal.

A relação desejável entre vilosidades e criptas intestinais ocorre quando os vilos apresentam uma maior altura e as criptas estão rasas, visto que quanto maior a relação altura de vilosidade:profundidade de cripta, melhor será a absorção de nutrientes e menores serão as perdas energéticas com a renovação celular (Li ,1991). Neste ensaio, foram encontrados maior relação vilo:cripta no segmento do duodeno para os suínos que receberam a dieta com farelo de soja avariado, entretanto, resultado contrário, foi constatado no jejuno. Embora, mesmo o jejuno apresentando uma menor relação vilo:cripta, isto não foi suficiente para interferir negativamente na absorção de nutrientes, visto que o desempenho dos suínos que foram submetidos a esse tratamento, não foi comprometido.

Foi constatado neste estudo, que os suínos alimentados com dietas contendo farelo de soja proveniente de grãos avariados, apresentaram aumento nos níveis de AST até o nível de 9.95% e aumento crescente dos níveis de uréia, à medida que aumentou os níveis de proteína da dieta.

O conhecimento dos parâmetros sanguíneos permite avaliar o estado clínico,

nutricional, metabólico e produtivo nos animais de acordo com a espécie e categoria animal (Gonzáles, 2006). Tendo em vista que a enzima AST, é utilizada para diagnóstico de lesão muscular em animais e investigação de doenças hepáticas e que os níveis plasmáticos normais da AST são menores que 100 UI/L em todas as espécies animais, com exceção dos cavalos (Kerr, 2003; Motta, 2003). Os resultados encontrados no estudo estão dentro dos níveis normais da atividade plasmática da AST, o que permite inferir que a inclusão de até 16% de farelo de soja avariado não comprometeu a atividade hepática dos animais.

Os níveis de ureia plasmática, composto sintetizado no fígado por meio da amônia originada do catabolismo de aminoácidos, podem ser avaliados através do nível de proteína presente na dieta fornecida aos animais e pelo funcionamento renal (Carlson, 1994). Assim, quando ocorre um aumento dos níveis de proteína na dieta, verifica-se um aumento dos níveis plasmáticos de ureia (Kerr, 2003). Considerando que os níveis normais de ureia no plasma de suínos correspondem a níveis de 14.84-51.48 mg/dL, pode-se inferir que adição de até 16% de farelo de soja avariado não promoveu aumento nos níveis de ureia no plasma de suínos.

Após analisar todos esses resultados, ficou evidenciado que o farelo de soja provenientes de grãos avariados, sobretudo ardidos e fermentados tem o mesmo ou melhor composição nutricional que o farelo de soja padrão, portanto os teores de farelo de soja avariado utilizados não acarretaram nenhum efeito deletério nos animais. Fato de extrema importância, já que a normativa estabelece o limite máximo de 8% de avarias e este limite pode e deve ser reavaliado como forma de valorização de um farelo que atende as exigências sem nenhum comprometimento ao desempenho e saúde animal.

Conclusão

Farelo de soja com níveis de até 16% de avarias pode ser utilizado na alimentação dos suínos em crescimento e terminação sem comprometer o desempenho e a saúde dos animais.

Referências Bibliográficas

Abreu MLTD, Donzele JL, Oliveira RFMD, Oliveira ALSD, Santos FDA e Pereira AA 2007. Níveis de lisina digestível em rações, utilizando-se o conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça dos 60 aos 95 kg. Revista Brasileira de Zootecnia 36, 54-61.

Arouca CLC, Maciel MP, Aiura FS, Barbosa MM, Botelho LFR, Pereira FM e Pereira FM 2012. Desempenho, morfometria de órgãos e histologia intestinal de suínos na fase de terminação tardia alimentados com cana-de-açúcar. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal 13, 1074-1083.

Bertechini, AG. 2006. Nutrição de monogástricos. Lavras, MG.

Brasil. 2007. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Instrução Normativa, 11/2007. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=1194426968> Acesso em:18 de mar. 2019.

Carlson, PG 1994. Testes de química clínica. São Paulo, SP: Manole Ldta.

CONAB. (2020). Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira de grãos 2020. file:///C:/Users/Guilherme%20Resende/Downloads/E-book_BoletimZdeZSafrasZ-Z12oZlevantamento.pdf

De la Llata M, Dritz SS, Tokach MD, Goodband RD, Nelssen JL e Loughin TM 2001. Effects of dietary fat on growth performance and carcass charcteristics of growing-finishing pigs read in a commercial environment. Journal of Animal Science 79, 2643-2650.

González FHD 2006. Introdução à Bioquímica Clínica Veterinária. Porto Alegre, PR: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Ho TT, Htoo JKK, Dao TBA, Carpena ME, Le NAT, Vu, CC e Nguyen QL 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, 258-268.

Kerr MG 2003. Exames Laboratoriais em Medicina Veterinária: Bioquímica Clínica e Hematologia. 2ªed. Roca, São Paulo, SP.

Koo B, Choi J, Yang C e Nyachoti CM 2020. Diet complexity and l-threonine supplementation: effects on growth performance, immune response, intestinal barrier function, and microbial metabolites in nursery pigs. Journal of Animal Science 98, 125.

Krzyzanowski FC, França-Neto JB e Henning AA 2018. A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura. Embrapa Soja-Circular Técnica (INFOTECA-E), Londrina, PR, Brasil.

Li DF, Nelssen JL, Reddy PG, Blecha F, Klemm R; e Goodband RD 1991. Interrelationship between hypersensitivity to soybean proteins and growth performance in early-weaned pigs. Journal of Animal Science 69, 4062-4069.

Liu Y, Kil DY, Perez-Mendonza VG, Song M e Pettigrew JE 2018. Supplementation of different fat sources affects growth performance and carcass composition of finishing pigs.

Journal of Animal Science ans Biotechnology 9, 1-8.

Medic J, Atkinson C e Jr Hurburgh, CR 2014. Current Knowledge in Soybean Composition. Journal of the American Oil Chemists' Society 91, 363–384.

Moretto V, Donzele JL, Oliveira RFMD e Fontes DDO 2000. Níveis dietéticos de lisina para suínos da raça Landrace dos 15 aos 30 kg. Revista Brasileira de Zootecnia 29, 803-809.

Motta VT 2003. Bioquímica Clínica Para o Laboratório Princípios e Interpretações. Porto Alegre, PR: Editora Médica Missau.

Ojano-Dirain CP e Waldroup PW 2002. Evaluation of lysine, methionine and threonine needs of broilers three to six week of age under moderate temperature strees. International Journal of Poultry Science 1, 16-21.

Oliveira ALS, Donzele JL, Oliveira RFM, Ferreira AS, Moita MAS e Generoso RAR 2003. Lisina em rações para suínos machos castrados selecionados para deposição de carne magra na carcaça dos 110 aos 125 kg. Revista Brasileira de Zootecnia 32, 150-155.

Pluske JR, Hampson DJ e Williams IH 1997. Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig: a review. Livestock production science 51, 215-236.

Reis JS, Dionello NJL, Nunes AP, Lopes DCN, Gotuzzo AG, Tyska DU e Rutz F 2016. Morfometria intestinal em codornas de corte alimentadas com treonina digestível. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia 68, 983-990.

Rezende WO, Donzele JL, Oliveira RFM, Abreu MLT, Ferreira AS, Silva FCO e Apolônio LR 2006. Níveis de energia metabolizável mantendo a relação lisina digestível:caloria em rações para suínos machos castrados em terminação. Revista Brasileira de Zootecnia

35, 1101-1106.

Rostagno HS, Albino LFT, Donzele JL, Gomes PC, Oliveira RF, Lopes DC, Ferreira AS, Barreto SLT e Euclides RF 2011. Brazilian tables for poultry and swine: composition of feedstuffs and nutritional requirements. 3ªed. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SAS. 2008.Statistical Analysis System Institute. SAS user's guide. Statistic. Cary, NC: SAS Institute INC.

Sell AM 1988. Técnicas imunoquímicas na análise genética das Lipoxigenases L_1 e L_2 em soja. (dissertação de mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil.

Soto JA, Tokach MD, Dritz SS, Woodworth JC, DeRouchey JM, Goodband RD e Wu F 2019. Optimal dietary standardized ileal digestible lysine and crude protein concentration for growth and carcass performance in finishing pigs weighing greater than 100 kg. Journal of Animal Science 97, 1701-1711.

Wu G 1998. Intestinal mucosal amino acid catabolism. The Journal of Nutrition128, 1249-1252.

Zaefarian F, Zaghari M e Shivazad M 2008. The threonine requirements and its effects on growth performance and gut morphology of broiler chicken fed different levels of protein. International Journal of Poultry Science 7, 1207-1215.

Zhang H, Chen Y, Li Y, Zhang T, Ying Z, Su W e Wang T 2019. l-Threonine improves intestinal mucin synthesis and immune function of intrauterine growth-retarded weanling piglets. Nutrition 59, 182-187.

Tabelas

Tabela 1. Tipo e porcentagem de avaria dos grãos de soja padrão e avariado

Avaria	Soja padrão (%)	Soja Avariada (%)
Queimado	PC	18.20
Danificados	PC	0
Germinado	PC	0
Danos por inseto	PC	0
Mofados	PC	1.40
Fermentado	PC	60.10

*PC = Padrão Comercial

Tabela 2. Valor nutricional do farelo de soja padrão e farelo de soja com 79,70% de avaria.

Nutriente (g Kg^{-1})	Composição Nutricional	
	Farelo de Soja	
	Padrão	79,70 % de Avaria
Matéria Seca	884.8	893.0
Proteína Bruta	503.7	506.4
EM (Kcal.kg^{-1})*	3309	3205
Extrato Etéreo	24	25
Metionina digestível	5.97	6.00
Cistina digestível	6.08	5.71
Metionina + Cistina digestível	12.02	11.71
Lisina digestível	26.84	26.72
Treonina digestível	16.73	17.02
Triptofano digestível	5.80	5.75
Arginina digestível	34.64	34.51
Isoleucina digestível	21.22	21.33
Leucina digestível	34.13	34.62
Valina digestível	21.35	21.69
Histidina digestível	11.79	12.00
Fenilalanina digestível	23.31	23.34
Solubilidade proteica KOH (g g^{-1})	0.739	0.712

*EM – energia metabolizável para suínos em crescimento;

Tabela 3. Composição percentual das rações basais para suínos de 63 a 134 dias de idade.

Ingredientes (g kg^{-1})	Ração Basal		
	Crescimento I	Crescimento II	Terminação
Milho Grão	75.884	81.395	86.214
Farelo de soja	20.510	15.181	10.360
Óleo de soja	0.233	0.091	0.000
Sal Comum	0.437	0.403	0.376
Calcário Calcítico	0.671	0.583	0.540
Fosfato Bicálcico	1.294	0.964	0.809
Premix[1]	0.300	0.300	0.300
Lisina	0.393	0.392	0.397
Metionina	0.110	0.082	0.067
Treonina	0.131	0.118	0.110
Triptofano	0.037	0.040	0.043
Inerte	0.000	0.450	0.785
Composição Nutricional			
Energia Metabolizável Kcal/Kg	3500	3500	3500
Proteína Bruta (g/kg)	152.80	132.90	114.80
Cálcio (g/kg)	6.60	5.20	4.50
Fósforo disponível (g/kg)	3.20	2.60	2.20
Sódio (g/kg)	1.90	1.70	1.60
Lisina Digestível (g/kg)	9.60	8.40	7.30
Metionina + Cistina (g/kg)	5.70	4.90	4.40
Metionina digestível (g/kg)	3.30	2.80	2.50
Treonina digestível (g/kg)	6.20	5.40	4.70
Triptofano digestível (g/kg)	1.90	1.70	1.50
Valina digestível (g/kg)	6.40	5.60	4.80

[1]Composição do produto: ácido fólico 133.33 mg Kg^{-1}; ácido pantotênico 5444.28 mg Kg^{-1}; bacitracina de zinco 18.33 g Kg^{-1}; biotina 16.67 mg Kg^{-1}; cobre 41.67 g Kg^{-1}; ferro 23.33 g Kg^{-1}; iodo 266.66 mg Kg^{-1}; manganês 10.67 g Kg^{-1}; niacina 6.666.40 mg Kg^{-1}; selênio 99.99 mg Kg^{-1}; vitamina A 1.999.920.00 UI Kg^{-1}; vitamina B1 333.32 mg Kg^{-1}; vitamina B12 4.999.80; vitamina B2 1.333.28; vitamina B6 666.64 mg Kg^{-1}; vitamina D3 399.964.00 UI Kg^{-1}; vitamina E 4.999.80 UI Kg^{-1}; vitamina K3 399.98 mg Kg^{-1}.

Tabela 4. Desempenho de suínos (63 a 134 dias de idade) alimentados com farelo de soja proveniente de grãos com diferentes percentuais de grãos avariados.

% de avarias	Desempenho			
	CR, kg[1]	GP, kg	GPD, kg	CA, kg/kg
0	169.333	61.000	0.871	2.776
4	168.921	61.867	0.884	2.734
8	171.192	62.575	0.894	2.738
12	173.499	63.263	0.904	2.743
16	174.762	63.700	0.910	2.744
Média	171.541	62.481	0.893	2.747
CV. %	2.567	3.260	0.3266	3.078
EQM	0.9702	0.2075	<0.0001	0.0003
Linear	0.04	0.05	0.05	0.69
Quadrática	0.6870	0.8207	0.8183	0.5842
Estimativa	-	-	-	-
R^2	0.9139	-	-	-

CR = Consumo de ração; GP = Ganho de peso; GPD = Ganho de peso diário; CA = Conversão Alimentar; CV = Coeficiente de variação; EQM = erro do quadrado médio; R^2 = coeficiente de determinação.[1]Equação Y = 168.45 + 0.3895x

Tabela 5. Morfometria intestinal, altura de vilo, profundidade de cripta e relação vilo e cripta de suínos em terminação alimentados com farelo de soja proveniente de grãos com diferentes percentuais de grãos avariados

	Duodeno			Jejuno			Íleo		
% de avarias	Vilo, µm[1]	Cripta, µm[2]	Vilo:Cripta[3]	Vilo, µm[4]	Cripta, µm[5]	Vilo:Cripta[6]	Vilo, µm[7]	Cripta, µm[8]	Vilo:Cripta
0	469.40	94.86	4.95	280.07	41.09	6.82	274.91	45.46	6.05
4	504.74	109.03	4.63	244.78	48.71	5.02	310.85	50.91	6.11
8	615.17	102.33	6.01	275.15	45.54	6.04	257.83	47.63	5.41
12	639.84	123.96	5.16	233.71	51.24	4.56	295.82	47.82	6.19
16	733.61	121.20	6.05	222.28	52.48	4.24	211.04	42.32	4.99
Média	592.55	110.28	5.36	251.20	47.81	5.34	270.09	46.83	5.75
CV	4.06	3.62	5.13	5.71	6.11	9.44	8.13	5.51	10.51
EQM	38.59	1.06	0.005	13.74	0.59	0.02	32.19	0.44	0.02
Linear	<0.001	<0.001	0.0003	0.0007	0.0008	0.0001	0.0052	0.0743	0.0938
Quadrático	0.5628	0.5351	0.7420	0.4554	0.5525	0.7005	0.0010	0.0079	0.4154
Estimativa	-	-	-	-	-	-	5.34	6.57	-
R^2	0.9671	0.7507	0.4546	0.6192	0.7564	0.6865	0.6108	0.8162	-

CV= coeficiente de variação. EQM = erro do quadrado médio. R^2= Coeficiente de determinação. [1]Equação Y = 459.85 + 16.588x; [2]Equação Y = 96.754 + 1.6903x; [3]Equação Y = 4.814 + 0.0682x; [4]Equação Y = 276.53 - 3.1663x; [5]Equação Y = 6.46 - 0.1405x; [6]Equação Y = 42.75 + 0.6327x; [7]Equação Y = 277.15 + 7.1757x - 0.6716x²; [8]Equação Y = 46.069 + 1.0822x - 0.0823x²

Tabela 6. Parâmetros sanguíneos de suínos em terminação alimentados com farelo de soja proveniente de grãos com diferentes percentuais de grãos avariados

% de avarias	Ureia mg/dl[3]	Creatinina UI/l	Albumina g/dl	ALT[1] UI/l	AST[2,4] UI/l	Proteína total g/dl
0	11.0	1.5	4.2	43.0	19.3	6.3
4	8.0	1.6	4.2	43.8	26.5	6.1
8	10.3	1.7	4.1	67.8	35.3	6.7
12	13.7	1.6	4.1	46.8	32.3	6.3
16	16.5	1.5	4.2	56.8	28.3	6.6
Média	11.9	1.6	4.2	51.6	28.4	6.4
CV	17.93	11.54	5.01	13.56	10.05	3.71
EQM	0.228	0.002	0.002	2.450	0.406	0.003
Linear	0.0002	0.8651	0.6041	0.1470	<0.0001	0.0721
Quadrático	0.0063	0.0589	0.4188	0.0612	<0.0001	0.9558
Estimativa	4.32	-	-	-	9.95	-
R^2	0.9177	-	-	-	0.9373	-

CV= coeficiente de variação. EQM = erro do quadrado médio. R^2= Coeficiente de determinação.[1]ALT = alanina aminotransferase. [2]AST = Aspartato transaminase.[3]Equação $Y = 10.374 - 0.4896x + 0.0567x^2$; [4]Equação $Y = 18.694 + 3.0379x - 0.1527x^2$

CAPÍTULO II

Soja avariada na alimentação de suínos

Guilherme Resende de Almeida[1], Gerusa Silva Salles Corrêa[2], João Garcia Caramori Junior[2], Erika Martins de Figueiredo[1*], Cleber Franklin Santos de Oliveira[2], André Brito Corrêa[1], Luciano da Silva Cabral[1] &Wanderlei Dias Guerra[3]

[1]Departamento de Zootecnia e Extensão Rural, Faculdade de Agronomia e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso- Campus Cuiabá, 78060-900 Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.

[2]Departamento de Medicina Veterinária, Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Mato Grosso – Campus Cuiabá, 78060-900 Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.

[2]Departamento de Zootecnia, Centro de ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba – Campus II, 58.397-000 Areia, Paraíba, Brasil

[3]Associação dos Produtores de Soja e Milho do Estado de Mato Grosso. Rua Engenheiro Edgard Prado Arze, 78049-932 Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.

*Autora correspondente: erika_mfigueiredo@yahoo.com.br (E.M. Figueiredo).

Este artigo está nas normas da Revista Animal Feed Science and Technology

Soja avariada na alimentação de suínos

Resumo

Avaliou-se a substituição de diferentes níveis de farelo de soja provenientes de grãos avariados na dieta de suínos machos castrados dos 30 a 100 Kg. Utilizou-se um total de 30 leitões com peso inicial de 28 kg, os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, composto por seis tratamentos com cinco repetições cada. Os tratamentos foram constituídos de diferentes níveis de substituição de farelo de soja padrão pelo farelo proveniente de grãos avariados (0, 20, 40, 60, 80 e 100%). As variáveis analisadas foram consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, parâmetros sanguineos (ureia, creatinina, albumina, proteína total e enzimas aspartato aminotransferase (AST) e alanina aminotransferase (ALT)), morfometria intestinal (altura do vilo, profundidade de cripta e relação vilo:cripta), qualidade da carne (pH, comprimento da carcaça, espessura de toucinho) e digestibilidade. Não foi observado efeito significativo para consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar. Os níveis circulantes de ureia, creatinina, albumina, proteína total, ALT e AST não foram influenciados pelos diferentes níveis de substituição de farelo de soja avariados. Sendo assim, o fornecimento de 100% de farelo de soja avariado pode ser utilizado na alimentação de suínos com 30 a 100Kg, visto que não compromete o desempenho dos sinos em crescimento.

Palavras-chave: avaria, desempenho, morfometria intestinal, parâmetro sanguíneo

Introdução

O grão de soja é um produto de grande importância mundial, tanto na alimentação humana como animal, gerando divisas econômicas no mercado nacional e internacional (Mello Filho et al., 2004; Silva et al., 2006).

Nutricionalmente, a soja apresenta elevado teores de proteína e energia, com isso é a principal fonte de proteína de origem vegetal na alimentação animal, apresentando cerca de 17 a 18% de óleo e 35 a 37% de proteína bruta de elevado valor biológico, além de apresentar em sua composição aminoácidos essenciais para aves e suínos (Bellaver et al., 2002).

Na alimentação animal a soja é a principal fonte de proteína de origem vegetal. Por essa importância da soja na alimentação de aves e suínos, deve-se garantir a qualidade dos grãos da colheita até o seu armazenamento. Os produtores de soja são remunerados pela massa e pelas características relacionadas à qualidade dos grãos (umidade, impurezas, avarias e acidez), conforme estabelecido pela Instrução Normativa n° 11, de maio de 2007, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Segundo essa Normativa, a porcentagem acima 8% de avaria nos grãos, são desclassificados e devem ser rebeneficiados, desdobrados ou recompostos para enquadramento em tipo (Brasil, 2007). Mesmo após esse rebeneficiamento do grão, o produtor de soja é penalizado no valor pago ao produto, por acreditarem, sem base científica na possibilidade desse grão avariado, quando utilizado diretamente à alimentação animal, acarretar danos no desempenho e saúde, por suposta alteração no seu valor nutritivo e apresentação de microrganismos e micotoxinas.

Porém a escassez relatos na literatura, sobre o uso de farelo de soja oriundos de

grãos avariados na alimentação de suínos, e se há comprometimento ou não sobre o desempenho e saúde animal, justifica a necessidade de realizar estudos para avaliar quais teores máximos prejudicam mesmo o desempenho animal.

Assim, esse estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da utilização do farelo de soja proveniente de grãos avariados na dieta de suínos em crescimento e terminação sobre o desempenho, parâmetros sanguíneos, digestibilidade, morfometria intestinal e qualidade de carne.

Material e Métodos

O protocolo experimental foi analisado e aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais em Ensino e Experimentação da Universidade Federal de Mato Grosso sob número de protocolo 23108-044502/15-3. O presente estudo foi desenvolvido em setembro de 2020 Santo Antônio do Leverger, Mato Grosso, Brasil (Latitude: 15º 51'17" S, Longitude: 56º 04' 13" W e altitude 144 metros).

Foram utilizados 30 leitões machos castrados (Landrace x Large Withe), com 63 dias de idade e peso médio inicial 28 kg em baias individuais de alvenaria, com comedouro linear e bebedouro chupeta pendular. Após a pesagem individual, os suínos foram distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado composto por seis tratamentos, cinco repetições e um leitão por unidade experimental.

Os tratamentos foram constituídos em uma dieta controle utilizando farelo de soja padrão, formulada para atender as exigências nutricionais dos suínos conforme as recomendações das Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos (Rostagno et al., 2017) e cinco dietas experimentais formuladas através da substituição de 20, 40, 60, 80 e 100% de

farelos de soja oriundos de grãos avariados com 92% de grãos avariados, sobretudo ardidos.

Os dois lotes de soja foram previamente analisados e identificados por um classificador de grãos certificado. Os dois lotes de soja foram individualmente processados, por meio de extração com solventes para separa óleo e obter o farelo de soja padrão e o farelo de soja com 92% de avaria (Tabela 2).

A composição nutricional dos dois farelos de soja (padrão e 92% de grãos avariados) e do milho, foram determinadas por meio de equipamentos de Espectroscopia de Refletância do Infravermelho Próximo (NIRS). Por meio do NIRS, foram obtidos os conteúdos de energia metabolizável (EM), proteína bruta (PB), cálcio (Ca), fósforo disponível (P) e aminoácidos digestíveis (Tabela 3). Foram realizadas análises de micotoxinas em amostras dos dois farelos de soja por meio da técnica cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), para determinar a quantidade total das micotoxinas: aflotoxina MS, desoxinivalenol, diacetoxicipenol, fumonisinas, toxina e zearalenona (Tabela 4).

A ração e água foram fornecidos à vontade aos suínos durante todo o período experimental.

O galpão experimental era composto por seis ventiladores e dois nebulizadores que tinham o objetivo de manter a temperatura ambiente e unidade relativa dentro da zona de conforto dos suínos. As temperaturas e umidades relativas foram coletada diariamente, seis vezes ao dia (07; 10; 13; 16; 19; e 21 h) por meio de termômetro de bulbo seco e bulbo úmido, de globo negro e uma vez ao dia (07:00 horas) por meio do termômetro de máxima e mínima. Esses dados foram posteriormente convertidos no

índice bioclimático ITGU (Índice de Temperatura de Globo e Umidade) de acordo com Buffington et al. (1981).

Para determinação do ganho de peso (GP) os animais foram pesados no início e final de cada fase. O consumo médio de ração (CMR) foi obtido por meio da diferença entre a ração fornecida, sobra durante cada uma das três fases. Após obter os resultados de GP e CMR calculou-se a conversão alimentar (CA) por tratamento e fase.

No 70° dia de experimento realizou-se a colheita de amostras de sangue para realização de análise de parâmetros bioquímicos. Para determinar os níveis circulantes de ureia, creatinina, albumina, proteína total e das enzimas aspartato aminotransferase (AST) e alanina aminotransferase (ALT). A colheita foi realizada através da punção da veia jugular, com auxílio de agulha de 40x12 mm e seringa descartável de 10 mL. Após a colheita, o sangue foi acondicionado em tubo com anticoagulante e em seguida centrifugamos a 1.500 rpm por cinco minutos para obtenção do sangue sanguíneo, o qual congelamos para posterior avaliação bioquímica, por meio de ensaios colorimétricos, utilizando kits de reagentes específicos para esta análise.

Para análise de digestibilidade do farelo de soja proveniente de grãos avariados, *in vivo,* foram realizadas coletas total de fezes durante cinco dias, com intervalo de 12 horas entre cada uma. Ao final do período de coleta, foi determinada a quantidade de ração consumida, por repetição, durante os cinco dias de coleta. As excretas coletadas, foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados, pesados, em seguida, armazenadas em freezer até o final do período de coleta. Após o fim das coletas, as amostras foram homogeneizadas e retidas alíquotas para análises laboratoriais de matéria seca, proteína bruta, nitrogênio e energia. Após obter os resultados de análise

laboratoriais das rações e excretas, foram realizados os cálculos dos valores de energia metabolizável aparente (EMA), coeficiente de digestibilidade aparente de matéria seca (CDAMS), coeficiente de digestibilidade aparente de proteína bruta (CDAPB) e coeficiente de digestibilidade aparente de energia metabolizável.

Aos 143 dias de idade, os suínos foram submetidos a jejum alimentar de 12 horas, para posterior abate. Os suínos foram abatidos conforme as instruções do MAPA (2000), submetidos ao método de insensibilização por eletronarcose e sangria na posição horizontal.

Para realização da análise de morfometria intestinal foram coletados segmentos de aproximadamente 10 cm da região mediana do duodeno, jejuno e íleo. Os fragmentos do intestino foram abertos longitudinalmente e fixados em papel rígido, lavados em água corrente e fixados em formol para posterior confecção de lâminas histológicas para medição da altura de vilo, profundidade de cripta e relação vilo:cripta. Após 48 horas no formol, as amostras dos segmentos do intestino foram clivadas, desidratadas em álcool, diafanizadas em xilol, incluídas em parafina, microtomizas, dispostas em lâminas histológicas e coradas em solução de hamatoxilina-eosina.

A confecção das lâminas histológicas, com o auxílio de uma câmera acoplada ao microscópio foi registrado as imagens das lâminas e em seguida analisou-se as imagens através do software editor de imagens ImageJ®, utilizado para mensuração da altura de vilo e profundi0dade de cripta. Para análise dos resultados, a média aritmética de 20 medidas de vilosidade ou cripta foi considerada uma observação.

Assim que efetuado o abate, foram avaliados o comprimento de carcaça, espessura de toucinho e pH 45 minutos, 24 horas e 48 horas *pós mortem.* Para

determinação do comprimento da carcaça foi utilizado fita métrica, sendo medido a partir do bordo cranial da sínfise pubiana até o bordo crânio ventral do atlas, conforme descrito pela ABCS (1973). Para determinação da espessura de toucinho utilizou-se a meia carcaça esquerda de cada um dos animais, e foram realizadas três medidas, sendo na altura da primeira costela, na altura da última costela e na altura da última vertebra lombar. As medidas foram realizadas perpendicularmente à linha dorso-lombar, por meio do auxílio de um paquímetro.

Os dados foram analisados por meio do pacote estatístico Statistical Analysis System (SAS, 2012), para verificar as premissas estatísticas de normalidade dos resíduos utilizou-se o teste de Shapiro-Wilk e a homogeneidade das variâncias foi avaliada pelo Teste de Levene. Os dados de todas as variáveis foram submetidos à análise de variância através do procedimento MIXED do SAS (SAS 9.3). O efeito de período de avaliação foi inserido no modelo como covariável. Quando observado efeito significativo, as médias foram comparadas com uso do testes de regressão polinomiais lineares e quadraticas ao nível de 5% de probabilidade. O modelo estatístico usado para a análise de variância de todas as variáveis foi:

$$Yij = \mu + ti + eij$$

Onde:

Yij = resultado observado;

μ = média geral do experimento;

ti = efeito do farelo de soja avariado;

eij = erro aleatório associado a cada observação.

A composição nutricional dos dois farelos de soja (padrão e 92% de grãos avariados) também foi avaliado estatisticamente por meio de teste de Fisher a 5% de probabilidade.

Resultados

Durante a fase de crescimento I a temperatura de bulbo seco (TBS) foi registrada em 31,6 ± 2,1ºC, a umidade relativa do ar 43,5 ± 10,7% e a temperatura de globo negro em 30,7 ± 2,8ºC com índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) calculado correspondendo a 79,6 ± 1,1ºC, e temperatura mínima 22,38ºC e temperatura máxima 37,23ºC.

Na fase de crescimento II a temperatura de bulbo seco (TBS) foi registrada em 33,5 ± 3,84ºC, a umidade relativa do ar 38,1 ± 15,35% e a temperatura de globo negro em 32,8 ± 4,22ºC com índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) calculado correspondendo a 81,70 ± 0,90ºC, e temperatura de mínima 25,68ºC e máxima 29,89ºC. Ao longo da fase de terminação a temperatura de bulbo seco encontrada foi de 30,0 ± 3,7ºC, a umidade relativa do ar encontrada foi de 57,6% ± 19,05, e temperatura de globo em 28,9 ± 3,6ºC e índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) 79,1 ± 2,3ºC, temperatura máxima de 36,28ºC.

A tabela 3 apresenta a composição química e nutricional de grãos de soja padrão e avariado. Ao observar os resultados verifica-se diferenças significativas entre os grãos de soja padrão e avariado. O grão de soja avariado apresenta maior teor de matéria seca, energia metabolizável, extrato etéreo (teor de gordura) e fibra em comparação ao grão de soja padrão.

Em relação aos resultados de desempenho observados neste estudo não observou-se diferença significativa (P>0,05) para o período total no consumo médio de ração, ganho de peso e conversão alimentar assim como no período total (Tabelas 6 e 7).

Para os dados de parâmetros bioquímicos do sangue, não foi observado efeito significativo, sendo assim, os diferentes níveis de farelo de soja não influenciaram os níveis circulantes de albumina, creatinina, enzimas ALT e AST, proteína total e ureia (Tabela 8).

Não houve nenhuma interação (P>0,05) na morfometria intestinal, ou seja, o fornecimento de diferentes níveis de farelo de soja variados não comprometeu a altura dos vilos, profundidade de cripta e relação vilo:cripta do duodeno, jejuno e íleo.

Os diferentes níveis de substituição do farelo de soja provenientes de grãos avariados não influenciaram nos resultados comprimento de carcaça, espessura de toucinho e pH 25 minutos, pH 24 e 48 horas, sendo assim, os diferentes níveis de substituição do farelo de soja provenientes de grãos avariados não comprometeu nos resultados de qualidade quantitativa e qualitativa da carne.

Discussão

Pode-se verificar com os valores médios de temperatura do ar e do ITGU que os suínos foram expostos a estresse por calor, se considerado que a faixa de termoneutralidade para suínos em crescimento e em terminação está entre 16 a 24ºC (MANNO et al., 2006) e que 74 (ITGU) é considerado conforto térmico e os valores encontrados nas três fases estudadas estavam acima de 79, representando assim um

sinal de perigo para os suínos nestas categorias (FERREIRA, 2011).

Ao avaliar a composição nutricional dos farelos de soja estudados, identificou-se que o farelo de soja com 92% de avarias, tem praticamente a mesma composição do farelo padrão com teores até 8%. No presente estudo, não foi observado efeito significativo para o consumo de ração dos suínos nas fases de crescimento I, crescimento II e terminação e fase total. Sabe-se que os aminoácidos essenciais são aqueles obtidos pela dieta em quantidade que atendam ás necessidades nutricionais do animal para manutenção, crescimento e reprodução (Bertechini, 2006), ou seja, aqueles que não podem faltar na dieta de suínos em crescimento.

Em relação ao ganho de peso desses leitões, também não encontramos efeito significativo entre os níveis de inclusão do farelo de soja com grãos avariados. A lisina, além de ser considerado o aminoácido referência na formulação de rações para suínos é também o primeiro aminoácido limitante em dietas a base de soja e milho, ou seja, primeiro aminoácido de impacto num plano nutricional. Isso quer dizer se mesmo todos os aminoácidos essenciais estejam contidos na dieta, em quantidades balanceadas, a ausência de lisina implicará negativamente na síntese proteica e em consequência influenciará negativamente o desempenho (Genova et al., 2017).

Diversos estudos demonstram que níveis crescentes de lisina em rações de suínos na fase de crescimento e terminação promovem aumento no ganho de peso dos animais (Moretto et al., 2007; Ho et al., 2019; Soto et al., 2019). Neste estudo, ficou evidenciado que mesmo o farelo de soja oriundo de grãos de soja com 92% de avarias, sobretudo ardidos, apresentou menores níveis de lisina em relação a soja padrão, não foi suficiente para comprometer o ganho de peso dos animais, isto porque a quantidade foi suficiente

para atender a demanda do animal.

A leucina, isoleucina e valina são aminoácidos de cadeia ramificada. Para suínos a valina é o quinto limitante e a isoleucina o sexto. Esses aminoácidos são considerados essenciais para monogástricos e a principal função é a síntese proteica, bem como sua regulação (Htoo e Wiltafsky, 2011). No presente estudo, verificamos que as porcentagens de isoleucina e valina foram significativamente maiores no grão de soja avariado quando comparado ao padrão.

Assim, entendemos que embora a porcentagem de lisina do grão de soja padrão é maior em comparação ao grão avariado, o ganho de peso dos animais que receberam rações com grãos avariados, não foi afetado devido às funções positivas da valina e isoleucina na síntese proteica, compensar a menor porcentagem de lisina apresentada no grão avariado, conforme foi descrito acima.

O triptofano é outro aminoácido essencial, que desempenha impotantes funções como a síntese de serotonina, sendo um neuromediador associado ao humor, resposta ao estresse, sono e apetite (Genova et al., 2017). Nesse estudo, ao comparar a composição química dos grãos de soja (avariado e padrão), a porcentagem de triptofano não diferenciou nos dois farelos de soja (padrão e avariado), com isso, não interferiu no consumo médio de ração nas diferentes fases e no periodo total.

Outra explicação para os resultados obtidos para consumo esta relacionado aos compostos fenólicos, o ácido vanílico é o mais encotrado nos grãos de soja, sendo responsável pelo sabor amargo, com isso é encontrado em maior concentração nos grãos queimados e menor em grãos ardidos, com isso o farelo de soja utilizado neste estudo se caracteriza por 81,80% de grãos ardido (Tabela 1), sendo assim, não houve

alteração na palatabilidade do farelo de soja e consequentemente não comprometeu o consumo de ração (Wenneck, et al.,2021).

Na análise micotoxicológica realizada no presente estudo, verificou-se a ausência de aflotoxina B1, aflotoxina B2, aflotoxina G1, aflotoxina G2, desoxinivalenol, diacetoxicirpenol, fumonisinas, toxina T-2 e Zearalenona., tanto no farelo de soja padrão como no avariado. Segundo Souto et al. (2017), animais experimentalmente expostos à dose mais elevada de toxina desenvolveram sinais clínicos de aflatoxicose, como a fibrose hepática, aumento nos valores de ALP e GGT, diminuição no ganho de peso e nos valores de proteína e albumina plasmáticas. Baseado nessa informação, podemos concluir de fato a ausência de aflotoxinas, tanto no farelo de grãos de soja padrão como avariados, pois na análise dos parâmetros bioquímicos, realizada nos leitões experimentais do presente estudo, não observamos nenhuma diferença significativa entre os parâmetros sanguíneos.

Outra explicação para os resultados encontrados para desempenho pode estar associada aos níveis de fibra dos farelos de soja utilizados no estudo. Animais monogástricos, como os suínos apresentam baixa capacidade de digestão de alimentos fibrosos, visto que as fibras apresentam componentes em sua parede celular, como os carboidratos estruturais celulose, hemicelulose, pectina, lignina e compostos fenólicos, que podem interferir na digestibilidade (Merttens, 1992; Gomes et al, 2007; Beterchini, 2021). Segundo relato por Farias et al. (2008), a inclusão de fibra na dieta de suínos, resultam na redução do ganho de peso diário, consumo diário de ração e piora na conversão alimentar.

Além disso, dietas contendo elevado teor de fibra aumentam a taxa de passagem

da digesta pelo trato gastrintestinal, com isso, ocorre menor ação das enzimas digestivas, afetando a digestão e absorção de nutrientes (Gomes et al., 2007). Diante do exposto, o menor conteúdo de fibra encontrado no farelo de soja proveniente de grãos avariados 6,40% em comparação ao farelo de soja padrão 8,20%, pode ter resultado na menor taxa de passagem da digesta no trato digestivo ao elevar os níveis de substituição, consequentemente maior ação das enzimas digestivas e melhor absorção de nutrientes, sendo assim, o desempenho dos suínos não foi comprometido.

De acordo com os resultados encontrados, os diferentes níveis de substituição do farelo de soja provenientes de grão avariados não comprometeram a altura dos vilos, profundidade de cripta e a relação vilo: cripta para os diferentes segmentos do intestino delgado. A treonina é considerada um aminoácido fundamental para manutenção da integridade intestinal delgado, visto que ele está presente no epitélio gastrointestinal, no muco e enzimas digestivas, além disso, atua na integridade e no desenvolvimento do intestino (Wu, 1998; Ojano-Dirain e Waldroup, 2002; Santos et al.,2010).

Estudos demonstram que níveis crescentes de treonina nas dietas provocaram aumento da altura do vilo nos diferentes segmentos do intestino delgado (Zaefarian et al., 2008; Reis et al., 2016). Os resultados observados no presente estudo, pode ser explicado pelos níveis de treonina dos dois farelos de soja utilizados, visto que não foi observado diferença entre os níveis, sendo que o farelo de soja padrão apresentou 1,56% e o farelo padrão 1,62% de treonina.

Segundo Arouca et al. (2012), a profundidade de cripta é um indicativo da capacidade compensatória ou hiperplasia das células epiteliais, podendo ser ocasionada pelo maior nível de agressão à estrutura morfológica da mucosa intestinal ocasionada

pelas dietas fornecidas aos animais. O aumento nos valores de profundidade de cripta, é em decorrência da redução da altura das vilosidades, com o objetivo de assegurar a adequada taxa de turnover celular e garantir a reposição das perdas celulares da região apical das vilosidades intestinais (Pluske et al.,1997; Araújo et al., 2006). Diante do exposto, podemos observar que o aumento dos níveis de substituição do farelo de soja proveniente de grãos avariados na dieta de suínos em crescimento e terminação não comprometeu a profundidade de cripta, com isso, ocasionando melhor aproveitamento dos nutrientes pelos suínos.

A relação vilo: cripta é um indicativo que permite inferir se está ocorrendo uma boa ou má absorção de nutrientes presentes na dieta fornecida pelos animais, com isso, quanto maior for a relação altura de vilosidades e profundidade de criptas, melhor a absorção de nutrientes e menores as perdas energéticas com a renovação celular (Li et al., 1991; Arouca et al., 2012). Podemos observar no presente estudo que o farelo de soja proveniente de grãos avariados não comprometeu a relação vilo:cripta independente dos níveis de substituição avaliados, não comprometendo a absorção de nutrientes, visto que o desempenho dos suínos não foram comprometidos.

Os diferentes níveis de substituição do farelo de soja padrão pelo farelo de soja proveniente de grãos avariados não influenciaram o comprimento de carcaça, espessura de toucinho e valores de ph 45 minutos e 24 e 48 pós abate. Desta forma, demostra que o farelo de soja proveniente de grãos avariados não compromete a qualidade qualitativa e quantitativa da carcaça de suínos. Um dos grandes objetivos da indústria suinícola é a redução da espessura de toucinho na carcaça, acompanhada juntamente com o aumento do percentual de carne magra e área de olho de lombo (Gomes et al., 2007).

Entretanto, suínos em fase de terminação que apresentam alto consumo voluntário de ração, podem elevar o percentual de gordura na carcaça devido ao excesso de energia consumida nas dietas (Bertol et al., 2001). Apesar do nível de energia do farelo de soja proveniente de grãos avariados (3.563,43 Kcal/kg) ser maior do que o farelo de soja padrão (2.950,50 Kcal/kg) não acarretou no aumento da espessura de toucinho.

A deposição de tecido muscular está diretamente relacionada com a quantidade de proteína ou lisina consumida pelos suínos (Friesen et al., 1994; Friesen et al., 1995). A lisina é um aminoácido importante para síntese proteica na carcaça, visto que é o aminoácido limitante para suínos e as respostas de desempenho e qualidade de carcaça estão diretamente ligados ao nível de lisina presente nas dietas (Oliveira et al., 2003). Marinho et al. (2007), ao avaliar dois níveis de lisina 0,67 e 0,87%, observaram redução da espessura de toucinho nos animais alimentados com dieta contendo 0,87% de lisina. No presente estudo, mesmo o farelo de soja apresentando o menor nível de lisina 2,34% em comparação com o farelo de soja padrão 2,48%, não acarretou no aumento da espessura de toucinho.

O pH post mortem não foi influenciado pelos diferentes níveis de substituição do farelo de soja proveniente de grãos avariados. O pH da carne é um parâmetro importante para determinação da qualidade da carne de suínos. Após os animais serem abatidos, inicia-se o processo de *rigor-mortis*, ou seja, a transformação do músculo em carne. Durante a conversão do músculo em carne, ocorre o metabolismo do glicogênio presente nas fibras musculares, reduzindo gradativamente o pH, alguns fatores como estresse pré-abate, metabolismo elevado ou predisposição genética podem influenciar na velocidade e redução do pH (Moura et al., 2015).

A pós o abate, o pH inicial deve estar em torno de 6,0 e 6,5 e o pH final entre 5,5

a 5,8 (Lemos et al., 2014). O pH post mortem não foi influenciado pelos diferentes níveis de substituição do farelo de soja proveniente de grãos avariados, a média do pH inicial encontrada no presente estudo foi 6,23, estando dentro dos valores ideais de pH inicial entre 6,0 e 6,5 (Lemos et al., 2014). A média de pH final foi 6,31, acima do proposto por Lemos et al. (2014) que é 5,5 e 5,8, o aumento do pH final pode estar associado ao manejo pré-abate dos animais, sendo que o embarque, o transporte, o jejum prolongado e o contato com suínos estranhos acarretam no consumo das reservas de glicogênio, consequentemente demorada da glicólise com relativa redução da formação de ácido lático muscular, sendo assim, o pH reduz nas primeiras horas e em seguida se estabiliza, permanecendo em geral em níveis superiores a 6,0 (Maganhini et al., 2007). Os resultados de energia metabolizável aparente, coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e energia não foram influenciados pelos níveis de substituição do farelo de soja proveniente de grãos avariados.

Os coeficientes de digestibilidade aparente são utilizados para determinar o valor nutricional dos alimentos. A utilização do farelo de soja proveniente de grãos avariados não comprometeu a digestibilidade dos nutrientes, podendo ser explicado pelo baixo teor de fibra encontrado no farelo de soja avariado (6,4%) em comparação com o farelo de soja padrão (8,2%).

Segundo relatado por Ferreira et al (1997), a fibra presente nos alimentos utilizados nas dietas desempenha efeito negativo na digestão de proteínas devido a associação com a lignocelulose, como consequência reduz seu aproveitamento. A alta concentração de fibra nas dietas pode interferir de forma negativa a digestibilidade de matéria seca e demais nutrientes, devido ao aumento da taxa de passagem da digesta

no trato gastrointestinal do s suínos (Wilfart et al., 2007, Urriola et al., 2013; Navarro et al., 2018). O valor médio encontrado no presente estudo para CDAPB foi 93,22%, valor superior ao encontrado por Mendes et al. (2004) 90,78%, e o valor médio observado para CDAMS foi 57,03%, o menor nível de fibra na dieta com o aumento dos níveis de substituição do farelo de soja proveniente de grãos avariados proporcionou melhor aproveitamento da proteína bruta e matéria seca, sendo assim, não comprometeu o desempenho dos animais.

Também foi observado que o farelo de soja proveniente de grãos avariados não afetou negativamente o CDAEM, sendo o valor médio encontrado foi 83,37%, visto que menor nível de fibra proporcionou menor gasto energético para metabolizar os nutrientes da dieta, segundo Pals e Ewan (1978) e Ferreira et al. (1997), alimentos que apresentam elevados níveis de fibras proporcionam valores menores de coeficiente de digestibilidade de energia metabolizável, pois há maior gasto de energia para metabolizar os nutrientes presentes no alimento, com isso, maior gasto energético na conversão de energia presente nos alimentos, em energia, para ser utilizada pelos animais.

Ao analisar os resultados encontrados neste estudo, ficou evidenciado que os níveis de substituição do farelo de soja proveniente de grãos avariados não prejudicaram o desempenho e saúde dos suínos.

Conclusão

A composição nutricional dos dois farelos de soja (padrão e 92% de grãos avariados) são diferentes. Farelo de soja com níveis de até 100% de avarias pode ser utilizado na alimentação dos suínos em crescimento e terminação sem prejudicar o desempenho e a saúde dos animais.

Referências

Araújo, L.F., Junqueira, O.M., Lopes, E.L., Araújo, C.S.D.S., Ortolan, J.H., Laurentiz, A.C.D. 2006. Utilização da levedura desidratada (Saccharomyces cerevisiae) para leitões na fase inicial. Cienc. Rural 36, 1576-1581.

Arouca, C.L.C., Maciel, M.P., Aiura, F.S., Barbosa, M.M., Botelho, L.F.R., Pereira, F.M., Pereira, F.M. 2012. Desempenho, morfometria de órgãos e histologia intestinal de suínas na fase de terminação de alimentação tardia com cana-de-açúcar. Ver. Bras. Saúde e Prod. Anim. 13, 1074-1083.

Associação Brasileira de Criadores de Suínos – ABCS. 1973 Método brasileiro de avaliação de carcaças. Estrela, 17p.

Bellaver, C., Snizek Junior, P.N. 1999. Processamento da soja e suas implicações na alimentação de suínos e aves. In: Congresso Brasileiro de Soja. Londrina^ ePR PR: EMBRAPA.

Bellaver, C., Cotrefal, G., Grecco, M. (2002). Soja integral: processamento e uso. Aliment. Anim. *7*, 28-30.

Bertechini, A.G. 2006. Nutrição de monogástricos. Lavras, MG.

Bertechini, A.G.2021. Nutrição de monogástricos. Lavras, MG.

Bertol, T.M., Ludke, J.V., Bellaver, C. 2001. Efeito do peso do suíno em terminação ao início da restrição alimentar sobre o desempenho e a qualidade da carcaça. R. Bras. Zootec. 30, 417-424. https://doi.org/10.1590/S1516-35982001000200018.

Brasil. 2000. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Instrução Normativa, 3/2000. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/bem-estar-animal/arquivos/arquivos-legislacao/in-03-de-2000.pdf> Acesso em: 18 de mar.. 2019.

Brasil. 2007. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Instrução Normativa, 11/2007. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=1194426968> Acesso em:18 de mar. 2019.

Buffington, D., Collasso-Arocho, A., Canton, G., Pit, D. 1981. Black globe-humidity index (ITGU) as comfort equation for dairy cows. Trans. ASAE, v.24, p. 711-714.

Chamone, JMA, Melo, MTP, Arouca, CLC, Barbosa, MM, Souza, FA, Santos, D. (2010). Fisiologia digestiva de leitões. *Revista Eletrônica Nutritime* , *7* ,5, 1353-1363.

Farias, L.A., Lopes, J.B., Figueirêdo, A.V., Albuquerque, D.M.N., Neto, A.A.A., Ramos, L.S.N. 2008. Pseudofruto do cajueiro (Anacardium occidentale L.) para suínos em crescimento: Metabolismo de nutrientes e desempenho. Cienc. Anim. Bras. 9, 100-109.

Ferreira, E.R.A., Fialho, E.T., Teixeira, A.S., Lima, J.A.F., Gonçalves, T.M. 1997. Avaliação da composição química e determinação de valores energéticos e equação de predição de alguns alimentos para suínos. 26, 514-523.

Friesen, K.G., Nelssen, J.L., Unruh, J.A., Goodband, R.D., Tokach, M.D. 1994. Efeitos da inter-relação entre genótipo, sexo e lisina da dieta no desempenho de crescimento e

composição da carcaça em suínos em terminação alimentados com 104 ou 127 kg. J. Anim. Sci.72, 946-954. https://doi.org/10.2527/1994.724946x.

Friesen, K.G., Nelssen, J.L., Goodband, R.D., Tokach, M.D., Unruh, J.A., Kropf, D.H., Kerr, B.J. 1995. O efeito da lisina da dieta no crescimento, composição da carcaça e metabolismo lipídico em leitoas de alto crescimento magras alimentadas de 72 a 136 kg. J. Anim. Sci. 73, 3392-3401. https://doi.org/10.2527/1995.73113392x.

Genova, JL, Leal, IF, Rupolo, PE, dos Reis, LE & Barbosa, V. M. (2017) Aminoácidos limitantes na nutrição de suínos. *Revista Eletrônica Nutritime*, 14, 5, 7032-7045.

Gomes, J.D.F., Putrino, S.M., Grossklaus, C., Utiyama, C.E., Oetting, L.L., de Oliveira Souza, L.W., Fukushima, R.S., Fagundes, A.C., Sobral, P.J.A., de Lima, C.G. 2007. Efeitos do incremento de fibra dietética sobre a digestibilidade, desempenho e características de carcaça: I. suínos em crescimento e terminação. Semina: Ciências Agrárias, 28, 483-492.

Ho, T.T., Htoo, J.K.K. Dao, T.B.A. Carpena, M.E. Le, N.A.T. Vu, C.C., 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. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 103; 258-268. http://doi.org/10.1111/jpn.13029.

Htoo, J. E Wiltafsky, M. 2011. Roles, metabolism y antagonismos de aminoacidos de cadena ramificada en la nutrición animal. 25-32.

Lemos, A.L.S.C., Yamada, E.A., Silveira, E.T.F., Gonçalves, J.R., Neto, M.P., Haguiwara, M.M.H., Bromberg, R. 2014. Manual de industrialização dos suínos. Associação

Brasileira dos Criadores de Suínos. 1 ed. 17 – 27.

Li, DF, Nelssen, JL, Reddy, PG, Blecha, F., Klemm, R., & Goodband, RD (1991). Inter-relação entre hipersensibilidade às proteínas da soja e desempenho de crescimento em leitões desmamados precocemente. J. Anim. Sci. 69 10, 4062-4069. https://doi.org/10.2527/1991.69104062x.

Maganhini, M.B., Mariano, B., Soares, A.L., Guarnieri, P.D., Shimokomaki, M., Ida, E.I. 2007. Carnes PSE (Pale, Soft, Exudative) e DFD (Dark, Firm, Dry) em lombo suino numa linha de abate industrial. Food Sci. Technol. 27 , 69-72.

Marinho, P.C., Fontes, D.D.O., Silva, F.C.D.O., Silva, M.D.A., Pereira, F. A., Arouca, C. L. C. 2007. Efeito dos níveis de lisina digestível e da ractopamina sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos castrados em terminação. R. Bras. Zootec. 36, 1791-1798.

Mendes, W.S., Silva, I.J., Fontes, D.O., Rodriguez, N.M., Marinho, P.C., Silva, F. O., Arouca, C.L.C., Silva, F. C. O. 2004. Composição química e valor nutritivo da soja crua e submetida a diferentes processamentos térmicos para suínos em crescimento. Arq. Bras. Med. Vet. e Zootec. 56, 207-213.

Mello Filho, O. L. D., Sediyama, C.S., Moreira, M.A., Reis, M.S., Massoni, G.A., Piovesan, N.D. 2004. Grain yield and seed quality of soybean selected for high protein content. Pesqui. Agropecu. Bras. *39*, 445-450.

Mertens, D.R. 1992. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. In: Simpósio Internacional em Ruminantes. Anais... Lavras:

Sociedade Brasileira de Zootecnia, 29, 188 – 212.

Meurer, F., Hayashi, C., Barbero, L. M., Santos, L. D. D., Bombardelli, R. A., & Colpini, L. M. S. 2008. Farelo de soja na alimentação de tilápias-do-nilo durante o período de reversão sexual. R. Bras. Zootec. *37*, 791-794. https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000500002.

Moretto, V., Donzele, J.L., Oliveira, R.F.M.D., Fontes, D.D.O. 2000. Níveis dietéticos de lisina para suínos da raça Landrace dos 15 aos 30 kg. R. Bras. Zootec. 29, 803-809. https://doi.org/10.1590/S1516-35982000000300023.

Moura, J.W.F., Medeiros, F.M., Alves, M.G.M., Batista, A.S.M. 2015. Fatores influenciadores na qualidade da carne suína. RCPA 17, 18-29. http://dx.doi.org/10.15528/2176-4158/rcpa.v17n1p18-29.

Navarro, D.M., Bruininx, E.M., de Jong, L., Stein, H.H. 2018. Effects of physicochemical characteristics of feed ingredients on the apparent total tract digestibility of energy, DM, and nutrients by growing pigs. Journal of animal Science, 96, 2265-2277. https://doi.org/10.1093/jas/sky149.

Ojano-Dirain, C.P., Waldroup, P.W. 2002. Evaluation of lysine, methionine and threonine needs of broilers three to six week of age under moderate temperature stress. Int. J. Poult. Sci. 1, 16 – 21.

Oliveira, A.L.S.D., Donzele, J.L., Oliveira, R.F.M.D., Ferreira, A.S., Moita, A.M. S., Generoso, R.A.R. 2003. Lisina em rações para suínos machos castrados selecionados para deposição de carne magra na carcaça dos 110 aos 125 kg. R. Bras. Zootec. 32,

150-155.

Pals, D.A., Ewan, R.C. 1978. Utilization of energy of dried whey and wheat middlings by Young swuine. J. Anim. Sci. 46, 402 – 408. https://doi.org/10.2527/jas1978.462402x.

Pluske, J.R., Hampson, D.J., Williams, I.H. 1997. Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig: a review. Livestock production science, 51, 215-236. https://doi.org/10.1016/S0301-6226(97)00057-2

Reis, J.S., Dionello, N.J.L., Nunes, A.P., Lopes, D.C.N., Gotuzzo, A.G., Tyska, D.U., Rutz, F. 2016. Morfometria intestinal em codornas de corte alimentadas com treonina digestível. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 68, 983-990. https:// https://doi.org/10.1590/1678-4162-8776 .

Rostagno, H.S., Albino, L.F.T., Donzele, J.L., Gomes, P.C., de Oliveira, R.F., Lopes, D. C., Euclides, R. 2017. Tabelas brasileiras para suínos e aves. Composição de alimentos e exigências nutricionais, Viçosa, MG.

Santos, F.D.A., Donzele, J.L., Oliveira, R.F.M.D., Silva, F.C.D.O., Abreu, M.L. T.D., Saraiva, A. 2010. Níveis de treonina digestível em rações para suínos machos castrados de alto potencial genético na fase dos 95 aos 125 kg. R. Bras. Zootec, 39, 526-531. https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000300011.

SAS. 2008. Statistical Analysis System Institute. SAS user's guide. Statistic. Cary, NC: SAS Institute INC.

Silva, M. S., Naves, M. M. V., Oliveira, R. B. D., Leite, O. D. S. 2006. Composição química e valor protéico do resíduo de soja em relação ao grão de soja. J. Food Sci.

Technol. *26*, 571-576.

Soto, JA, Tokach, MD, Dritz, SS, Woodworth, JC, DeRouchey, JM, Goodband, RD, Wu, F. 2019. Optimal dietary standardized ileal digestible lysine and crude protein concentration for growth and carcass performance in finishing pigs weighing greater than 100 kg. J. Anim. Sci. 97, 1701-1711. https://doi.org/10.1093/jas/skz052.

Souto, P.C.M.C., Augusto, L., Di Gregorio, M. C., & de Oliveira, C. A. F. 2017. Principais micotoxicoses em suínos. Veterinária e Zootecnia 24, 480-494. https://doi.org/10.35172/rvz.2017.v24.286.

Urriola, P.E., Cervantes-Pahm, S.K., Stein, H.H. 2013. Fiber in Swine Nutrition. In: Sustainable swine nutrition1 st edited by Chiba LI. Wiley J, e Sons Publishing, Alabama, USA. 255 – 276.

Wenneck, GS, Wenneck, GS, Saath, R., de Souza Volpato, C., de Araújo, LL, & de Oliveira Sá, N. 2021. Grão de soja ardido, queimado e fermentado: Alterações das frações proteicas, lipídicas e compostos fenólicos e suas consequências na dieta animal. Res. Soc. Dev. *10*, 1-7. https://doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12561.

Wilfart, A., Montagne, L., Simmins, H., Noblet, J., Van Milgen, J. 2007. Digesta transit in different segments of the gastrointestinal tract of pigs as affected by insoluble fibre supplied by wheat bran. Br. J. Nutr. 98, 54-62. https:// doi: 10.1017/S0007114507682981.

Wu, G. 1998. Intestinal mucosal amino acid catabolism. The J. Nutrit., *128*, 1249-1252. https://doi.org/10.1093/jn/128.8.1249.

Zaefarian, F., Zaghari, M., Shivazad, M. 2008. The Threonine Requirements and its Effects on Growth Performance and Gut Morphology of Broiler Chicken Fed Different Levels of Protein. Int. J. Poult. Sci. *7* (12), 1207-1215.

Tabelas

Tabela 1. Tipo e porcentagem de avaria dos grãos de soja padrão e avariado

Avaria	Soja padrão (%)	Soja Avariada (%)
Esverdeado	NC	0
Ardido	NC	81,80
Queimado	NC	0
Mofado	NC	0
Fermentado	NC	16,90
Germinado	NC	0
Imaturo	NC	0
Chochos	NC	0
Picados	NC	0
Mofados	NC	0
Umidade	NC	12,90

NC: nível comercial

Tabela 2. Composição percentual das rações basais para suínos de 63 a 134 dias de idade.

Ingredientes (g kg^{-1})	Ração Basal		
	Crescimento I	Crescimento II	Terminação
Milho Grão	76.630	82.110	86.690
Farelo de soja	19.780	14.350	9.470
Óleo de soja	0.200	0.030	0.000
Sal Comum	0.420	0.380	0.350
Calcário Calcítico	0.730	0.620	0.550
Fosfato Bicálcico	1.270	0.950	0.800
Premix Mineral	0.050	0.050	0.050
Premix Vitamínico	0.130	0.100	0.10
Cloreto de Colina	0.050	0.050	0.050
Lisina	0.440	0.430	0.430
Metionina	0.140	0.110	0.090
Treonina	0.130	0.110	0.100
Triptofano	0.05	0.050	0.050
Inerte	0.000	0.640	1.260
Composição Nutricional (g kg^{-1})			
Energia Metabolizável Kcal/Kg	3500	3500	3500
Proteína Bruta	152.80	132.90	114.80
Cálcio	6.55	5.24	4.54
Fósforo disponível	3.24	2.56	2.21
Sódio	1.85	1.71	1.60
Lisina Digestível	9.60	8.35	7.26
Metionina + Cistina	5.66	4.93	4.36
Metionina digestível	3.58	3.05	2.67
Treonina digestível	6.24	5.43	4.72
Triptofano digestível	1.92	1.67	1.45
Valina digestível	6.62	5.41	4.64

Tabela 3. Composição química e nutricional dos grãos de soja padrão e avariado utilizados nas dietas dos suínos em crescimento e terminação.

Nutrientes (%)	Tratamento		Média	CV (%)
	Padrão	Avariado		
Matéria Seca	89,16b	92,59a	90,87	0,37
Energia Metabolizável	2950,50b	3563,43a	3256,96	0,05
Proteína Bruta	41,45a	42,15a	41,8	3,1
Metionina	0,52a	0,52a	0,52	3,73
Cistina	0,55a	0,54a	0,55	3,61
Metionina + Cisteina	1,08a	1,08a	1,08	3,59
Lisina	2,48a	2,34b	2,42	3,24
Treonina	1,56a	1,62a	1,59	3,41
Triptofano	0,54a	0,54a	0,54	3,63
Arginina	2,99a	2,99a	2,99	3,26
Isoleucina	1,90a	1,96a	1,93	3,24
Leucina	3,11b	3,25a	3,18	3,38
Valina	1,96b	2,03a	1,99	3,15
Histidina	1,06a	1,06a	1,06	3,04
Fenilalanina	2,11b	2,22a	2,17	3,1
Glicina	1,81a	1,82a	1,81	2,4
Serina	2,08a	2,12a	2,1	3,01
Prolina	2,04a	2,10a	2,07	3,44
Alanina	1,75b	1,84b	1,79	3,41
Ácido Aspártico	4,70b	4,88a	4,79	3,27
Ácido Glutâmico	7,40a	7,51a	7,45	3,31
Extrato Etéreo	2,30b	16,12a	9,21	4,35
Fibra	8,20b	6,40a	7,3	4,35
Cinzas	6,60b	5,94a	6,27	1,48

Médias seguidas de letras distintas na linha não diferem estatisticamente, pelo teste Fisher, ao nível de 5% de probabilidade. CV: Coeficiente de variação

Tabela 4. Análises Micotoxicológicas no grão de soja padrão e avariado.

	Limite (LQ) (µ/kg)	Farelo de Soja Padrão	Farelo de soja Avariado
AFB1	1	<LQ	<LQ
AFB2	1	<LQ	<LQ
AFG1	1	<LQ	<LQ
AFG2	1	<LQ	<LQ
Desoxinivalenol	200	<LQ	<LQ
Diacetoxicirpenol	100	<LQ	<LQ
Fumonisinas	125	<LQ	<LQ
Toxina T-2	100	<LQ	<LQ
Zearalenona	20	<LQ	<LQ

AFB1: aflotoxina B1, AFB2: aflotoxina B2, AFG1: aflotoxina G1, AFG2: aflotoxina G2, LQ: limite

Tabela 5. Desempenho de suínos de 30 a 100 kg alimentados com farelo de soja proveniente de grãos com diferentes percentuais de grãos avariados

% de avarias	Desempenho			
	CR (kg)	GP (kg)	CA	Peso Final (kg)
0	214,27	78,20	2,74	106,20
20	221,84	80,62	2,75	109,25
40	202,59	71,80	2,84	99,60
60	220,11	77,75	2,83	105,75
80	207,76	73,37	2,83	101,50
100	206,72	71,63	2,90	99,00
Média	212,22	75,56	2,81	103,55
CV %	7,17	8,85	6,28	7,94
P-valor	0,5387	0,4606	0,6055	0,6174

Médias na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Fisher, ao nível de 5% de probabilidade. CV: Coeficiente de variação

Tabela 6. Morfometria intestinal de suínos em terminação alimentados com farelo de soja proveniente de grãos com diferentes percentuais de grãos avariados

Tratamento	Duodeno			Jejuno			Íleo		
	Vilo	Cripta	Vilo:Cripta	Vilo	Cripta	Vilo:Cripta	Vilo	Cripta	Vilo:Cripta
0%	655,46	447,80	1,46	480,96	350,52	1,37	454,87	363,69	1,25
20%	679,44	460,88	1,47	503,14	393,24	1,28	456,59	365,11	1,25
40%	683,84	478,89	1,43	456,41	342,03	1,33	458,94	366,24	1,25
60%	662,80	484,89	1,37	473,47	386,45	1,23	445,43	357,82	1,24
80%	646,96	456,49	1,42	520,91	372,38	1,40	452,12	354,19	1,22
100%	674,60	481,71	1,40	428,12	385,89	1,09	453,44	363,2	1,24
Média	667,18	468,38	1,42	476,34	371,75	1,28	453,57	361,71	1,25
P-valor	0,1096	0,3531	0,266	0,1269	0,29	0,0985	0,2925	0,225	0,3018
CV(%)	2,28	4,59	3,19	7,50	6,94	6,41	1,49	2,30	1,46

CV= Coeficiente de Variação

Tabela 7. Parâmetros bioquímicos do sangue de suínos alimentados com diferentes níveis de farelo de soja avariados

Tratamentos	Albumina	Creatinina	ALT	AST	Proteína Total	Ureia
0%	4,50	1,65	38,00	23,75	5,80	14,00
20%	4,70	1,61	37,00	25,75	6,10	15,00
40%	3,80	1,58	35,00	23,50	5,50	13,40
60%	4,20	1,53	48,00	23,00	6,10	16,60
80%	4,20	1,52	40,33	22,75	6,27	15,60
100%	3,60	1,59	49,00	20,75	5,00	18,25
Média	4,16	1,58	41,22	22,86	5,79	15,52
CV (%)	7,23	3,27	10,58	17,20	11,91	16,53
P Valor	0,2769	0,4450	0,2652	0,3301	0,2770	0,2827

CV= Coeficiente de Variação

Tabela 8 - Energia metabolizável aparente (EMA), coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDAPB), coeficiente de digestibilidade aparente de matéria seca (CDAMS) e coeficiente de digestibilidade aparente de energia metabolizável (CDAEM) do farelo de soja proveniente de grãos avariados na alimentação de suínos em crescimento.

Tratamentos	EMA	CDAPB	CDAMS	CDAEM
0%	1990,14	94,04	55,17	85,07
20%	1858,58	91,79	61,57	81,9
40%	1813,13	93,2	58,61	83,29
60%	1870,28	93,74	57,63	82,28
80%	1810,31	93,03	52,89	84,68
100%	1701,37	93,51	56,34	83,03
Média	1840,64	93,22	57,03	83,37
CV %[1]	10,24	1,74	8,55	5,25
P-Valor	0,9999	0,9999	0,3992	0,9999

[1]CV = Coeficiente de variação.

Tabela 9 – Qualidade qualitativa e quantitativa da carcaça de suínos alimentados com diferentes níveis de substituição de farelo de soja oriundos de grãos avariados

Tratamento	CC[1]	ET[2]	pH		
			45 m.[3]	24 h.[4]	48 h.[4]
0	99,00	24,27	6,23	6,35	5,85
20	100,60	21,33	6,04	6,26	5,90
40	96,00	23,20	6,43	6,31	5,88
60	97,00	26,43	6,31	6,39	5,79
80	96,80	23,20	6,25	6,37	5,89
100	93,20	22,80	6,12	6,2	5,79
Média	97,10	23,54	6,23	6,31	5,85
CV (%)[5]	4,76	17,36	3,56	3,25	1,98
P-valor	0,2222	0,2007	0,1020	0,9999	0,9999

[1]CC= Comprimento de Carcaça; [2]ET= Espessura de Toucinho; [3]m= minutos, [4]h= horas, [5]CV= coeficiente de variação.