



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
Faculdade de Ciências Agrárias
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia



BEM-ESTAR E QUALIDADE ESPERMÁTICA DE REPRODUTORES SUÍNOS SUPLEMENTADOS COM FIBRA INSOLÚVEL PARCIALMENTE FERMENTÁVEL

Daniela Ferreira de Brito Mandú

Zootecnista

Dourados - MS

2025



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
Faculdade de Ciências Agrárias
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia



BEM-ESTAR E QUALIDADE ESPERMÁTICA DE REPRODUTORES SUÍNOS SUPLEMENTADOS COM FIBRA INSOLÚVEL PARCIALMENTE FERMENTÁVEL

Daniela Ferreira de Brito Mandú

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Fabiana Ribeiro Caldara

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Fernanda de Castro Burbarelli

Co-orientador: Caio César dos Ouros

**Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agrárias da Universidade Federal
da Grande Dourados, como parte das
exigências para a obtenção do título de
Mestre em Zootecnia**

Dourados - MS

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

M273b Mandú, Daniela Ferreira De Brito

BEM-ESTAR E QUALIDADE ESPERMÁTICA DE REPRODUTORES SUÍNOS
SUPLEMENTADOS COM FIBRA INSOLÚVEL PARCIALMENTE FERMENTÁVEL [recurso
eletrônico] / Daniela Ferreira De Brito Mandú. -- 2025.

Arquivo em formato pdf.

Orientadora: Fabiana Ribeiro Caldara.

Coorientadoras: Maria Fernanda de Castro Burbarelli, Caio César dos Ouros .

Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2025.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:

<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. comportamento. 2. cachaço. 3. desempenho reprodutivo. 4. fibra eubiótica. 5. sêmen. I.
Caldara, Fabiana Ribeiro. II. Burbarelli, Maria Fernanda De Castro. III. Ouros, Caio César Dos. IV.
Título.

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

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
Faculdade de Ciências Agrárias
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Bem-estar e qualidade espermática de reprodutores suínos suplementados com fibra insolúvel parcialmente fermentável

Daniela Ferreira de Brito Mandú

O presente trabalho em nível de Mestrado foi avaliado e aprovado, em 03 de Julho de 2025, pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Profº. Drº. Rodrigo Garofalo Garcia
Universidade Federal da Grande Dourados

Profº. Drº. Luan Sousa dos Santos
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Profª. Drª. Fabiana Ribeiro Caldara
Orientadora

BIOGRAFIA

Daniela Ferreira de Brito Mandú, fruto de um milagre, nasceu em 19 de outubro de 1999, na acolhedora cidade de Lucélia, interior de São Paulo. Filha de Márcia Regina Ferreira de Brito Mandú e Francisco Mandú, cresceu em um ambiente familiar repleto de afeto e valores sólidos, ao lado dos irmãos Diego Marcos de Brito Mandú e Josiani Ferreira de Brito Mandú. O amor encontrou lugar definitivo em sua vida ao lado de Vitor Gomes da Silva, com quem construiu uma linda família e se tornou mãe de Maria Clara Mandú da Silva, sua maior fonte de inspiração e força. Desde cedo, revelou um olhar sensível para o mundo ao seu redor. Em 2013, movida pelo desejo de novos horizontes, prestou vestibular e iniciou seus estudos no ensino médio integrado ao técnico em agropecuária na Etec Eng. Herval Bellusci. Foi ali que nasceu sua paixão pelos animais, especialmente pelo cuidado com seu bem-estar, algo que passou a guiar todas as suas escolhas. Em 2016, com fé e determinação, prestou vestibular para a única universidade que gostaria de estudar. Aprovada na primeira chamada, iniciou no ano seguinte o curso de Zootecnia, carregando consigo a certeza do caminho que queria trilhar: a suinocultura. Sua dedicação logo se destacou. Ainda no primeiro ano da graduação, conquistou uma bolsa no Programa de Educação Tutorial (PET), sob a orientação do professor Dr. Rodrigo Garofalo Garcia. Em 2018, seu sonho começou a tomar forma com a conquista de uma bolsa na área de suinocultura com foco em bem-estar animal, orientada pela professora Dra. Fabiana Ribeiro Caldara, uma parceria que perdurou durante toda a graduação e seguiu firme na pós-graduação. No período de julho de 2022 a fevereiro de 2023, realizou um estágio marcante como bolsista da Agrocere Pic, no centro de pesquisa da Agrocere Multimix, em Patrocínio, Minas Gerais, sob a supervisão de Juliana Cristina Rego Ribas e Vivian Schwab Sobral. Essa experiência intensificou ainda mais sua paixão pela pesquisa e pelo cuidado ético com os animais. Em março de 2023, iniciou seu mestrado em Zootecnia pela Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), novamente sob orientação da Dra. Fabiana Caldara. No dia 10 de fevereiro de 2025, foi aprovada no exame de qualificação e no dia 3 de julho de 2025, defendeu seu mestrado.

“Seja forte e corajoso.”

Josué 1: 9.

DEDICATÓRIA

À Santíssima Trindade, Nossa Senhora das Graças e toda milícia celeste.

Ao meu companheiro de vida Vitor Gomes da Silva, minha filha Maria Clara Mandú da Silva, meus pais Márcia e Francisco Mandú, meus irmãos Josiani e Diego Mandú, minha cunhada Mariane Mandú, meus sobrinhos Pedro Henrique, Lívia e Isabelly Mandú, minhas tias Maria Luetina e Maria Aparecida, minha prima Jeane Cleia e família, e in memoriam da minha avó Josefa Maria de Jesus Brito e do meu avô Marciano Ferreira de Brito.

Dedico !

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por Sua presença constante em minha vida, por jamais me desamparar e por me conceder a força necessária para superar cada desafio. Senhor, sou grata pela minha vida, por segurar minha mão todos os dias e por colocar em meu caminho pessoas especiais que contribuíram para a realização desta conquista. Obrigada pelo amor incondicional, pela proteção e pelo amparo infinito. Minha gratidão também se estende a Nossa Senhora, por suas incansáveis intercessões. Suas orações e o amor de mãe me sustentaram em cada etapa deste percurso. Obrigada por estar ao meu lado em todos os momentos, iluminando meu caminho com sua presença acolhedora.

À minha mãe, Márcia Regina Ferreira de Brito Mandú, minha eterna gratidão por todo o amor incondicional e pelo apoio incansável. Obrigada por estar sempre ao meu lado, incentivando-me a ser a melhor versão de mim mesma e a dar o meu melhor em cada desafio. Sou profundamente grata por ser um exemplo inspirador de mulher forte e determinada, que luta e conquista com coragem. Obrigada por estar presente em todos os momentos, por segurar minha mão e me ajudar a alcançar mais esta conquista. Sua dedicação e amor são fundamentais em minha vida, eu te amo muito mãe.

Ao meu pai Francisco Mandú que não mede esforços para me ajudar, mesmo com seu jeitinho o senhor sempre está presente. Obrigada por me amar e por compartilhar comigo sua paixão pela agropecuária, despertando em mim esse mesmo amor pela área. O senhor é meu exemplo de honestidade, dedicação, força, vontade de ser e fazer o melhor todos os dias.

Ao meu companheiro de vida, Vitor Gomes da Silva, minha eterna gratidão por caminhar ao meu lado e transformar este sonho em realidade. Obrigada por segurar minha mão, por me apoiar incondicionalmente e por me incentivar a conquistar tudo o que desejo. Sua presença me inspira a ser uma profissional mais dedicada, uma mulher mais forte e uma pessoa melhor. Sou profundamente grata por seu amor incondicional e por todos os dias, escolher estar ao meu lado. Obrigada por ser um pai e marido extraordinário, por aceitar este desafio comigo e por cuidar, amar e proteger nossa filha com tanta dedicação. É emocionante testemunhar o seu

compromisso com a nossa família. Esta conquista não é apenas minha, é nossa! Eu te amo!

À minha querida, amada e tão sonhada filha, Maria Clara Mandú da Silva, não há palavras que expressem a força, coragem e determinação que você me trouxe desde o momento em que soube que estava a caminho. Você me transforma, a cada dia, em uma mulher e mãe melhor, e por toda a minha vida vou me esforçar para ser o melhor

exemplo e apoio para você. Você é minha inspiração diária, a força que me impulsiona a alcançar todos os meus objetivos. Apesar das dificuldades e do desafio de ficarmos distantes por algum tempo, Deus esteve ao nosso lado, guiando e fortalecendo-nos em cada passo dessa jornada. Meu maior desejo é ser um exemplo para você, para que um dia você também lute pelos seus sonhos com determinação e fé. Saiba que estarei sempre aqui para você, com amor incondicional. Eu te amo, minha bênção do céu!

À minha querida irmã Josiani Mandú e ao meu sobrinho e afilhado Pedro Henrique Mandú, meu mais profundo agradecimento por estarem sempre presentes em minha vida. Obrigada por todo o amor que me dedicam, por sempre estar disponível para atender minhas ligações, por me acolherem nos momentos de dificuldade e por compartilharem comigo as alegrias das minhas conquistas. A presença de vocês é um pilar de força e conforto para mim. Saber que posso contar com vocês, em qualquer situação, é algo inestimável. Vocês ocupam um lugar especial e essencial no meu coração.

Ao meu irmão Diego Marcos Mandú, à minha cunhada Mariane Mandú e às minhas sobrinhas Isabelly Mandú e Lívia Mandú, meu mais sincero agradecimento por estarem sempre ao meu lado. Obrigada por todo amor, carinho e pelo apoio incondicional, especialmente nos momentos dedicados aos meus estudos. A presença e o suporte de vocês são verdadeiramente valiosos e fazem toda a diferença na minha vida. Saibam que vocês ocupam um lugar especial no meu coração. Sou imensamente grata por ter vocês ao meu lado.

À minha avó, Josefa Maria de Jesus Brito, e às minhas tias, Maria Luetina de Jesus Brito e Maria Aparecida de Jesus Brito, minha profunda gratidão por todo apoio, amor, carinho e sabedoria que sempre compartilharam comigo. Obrigada pelos

conselhos, pelas orações que fortalecem minha fé e por estarem sempre presentes, oferecendo ajuda incondicional sempre que necessário. Saber que posso contar com vocês em todos os momentos é um conforto inestimável. Amo vocês e sou imensamente grata por tê-las em minha vida!

À minha prima Jeane Cleia Brito e sua família, que são verdadeiros exemplos para mim. Sua dedicação aos estudos sempre me inspirou a seguir em frente e me motivou a buscar meus objetivos. Admiro profundamente sua força de vontade e determinação para se tornar, a cada dia, uma profissional ainda melhor. Obrigada por todo amor, por estar sempre presente e por ajudar sempre que necessário. Sou especialmente grata pelo carinho e cuidado que você dedica à Maria Clara. Você é uma madrinha incrível e uma pessoa muito especial.

À minha sogra Miralda de Sousa Gomes da Silva, ao meu sogro José Ernandes da Silva e à minha cunhada Gabriela Gomes da Silva, sou imensamente grata por todo o carinho, amor e apoio que sempre nos oferecem, especialmente pelo cuidado e dedicação à Maria Clara. Vocês têm um papel fundamental em nossas vidas, e sua presença torna nossos dias ainda mais especiais. Obrigada por tudo o que fazem por nós. Vocês são verdadeiramente especiais e muito amados!

À Juliana Ribas e Vivian Schwab Sobral, vocês ocupam um lugar extremamente especial em minha vida! Jamais esquecerei tudo o que fizeram por mim e todo o conhecimento que generosamente compartilharam. Vocês são exemplos inspiradores de mulheres fortes, guerreiras, determinadas, inteligentes e profissionais de excelência, que admiro profundamente. Agradeço de coração por estarem ao meu lado nos momentos mais difíceis, oferecendo não apenas suporte técnico, mas também ensinamentos que me ajudaram a ser uma profissional mais humana, pautada pelo respeito, amor, cuidado e empatia. Vocês são verdadeiras bênçãos de Deus em minha vida, e o impacto que tiveram em minha jornada é imensurável. Obrigada por acreditarem em mim, por confiarem essa grande missão e por segurarem minha mão quando mais precisei. Sempre levarei comigo os aprendizados e o exemplo de dedicação e profissionalismo que vocês representam. Sou eternamente grata por tudo e por cada gesto de apoio. Vocês são e sempre serão muito especiais para mim!

À minha querida e especial orientadora, Prof^a. Dr^a. Fabiana Ribeiro Caldara,

minha eterna gratidão por ter sido um pilar em meus momentos de maior dificuldade. Obrigada por segurar minha mão e me ajudar a alcançar este marco tão significativo, concluindo esta grande missão e realizando mais um sonho. Jamais esquecerei tudo o que fez por mim, sua presença em minha vida foi verdadeiramente uma bênção divina que me encorajou a persistir e nunca desistir. Você é um exemplo inspirador de bondade, empatia, amor, dedicação, força, coragem e determinação em tudo o que realiza. Sou imensamente grata por ter aberto portas e oportunidades que impulsionaram meu crescimento, tanto profissional quanto pessoal. Seu amor e carinho pelos animais são inspiradores e contagiam todos ao seu redor. Professora, meu coração transborda de gratidão pelo cuidado, o suporte e o vasto conhecimento que você compartilhou comigo, sempre presente e disposta a ensinar. Sua generosidade e dedicação foram fundamentais nesta jornada. Levarei seu exemplo e tudo o que aprendi com você em meu coração para sempre. Muito obrigada!

A todos os professores que contribuíram para agregar conhecimento, especialmente Prof^a. Dr^a. Maria Fernanda de Castro Burbarelli, Prof^a. Dr^a. Ana Carolina Amorim Orrico, Prof^o. Dr^o. Leonardo Oliveira Seno e Prof^o. Dr^o. Mabio Silvan José da Silva, expresso minha gratidão pelos valiosos conselhos e pelo apoio constante ao longo dessa jornada. Obrigada pelo carinho e por me incentivarem a perseverar nos estudos, sempre com palavras encorajadoras e orientações precisas. Sou especialmente grata pelos puxões de orelha, que, com sabedoria, me motivaram a aprimorar meu desempenho e minha dedicação. Suas contribuições foram fundamentais para o meu crescimento acadêmico e pessoal.

Aos amigos que estiveram ao meu lado durante esse período tão importante, Amanda Maria, Jacqueline Rosa, Leidiane Martinez, Isabelly Alencar e Sígrid Luna, minha mais sincera gratidão. Obrigada pelo companheirismo, pelos conselhos valiosos e pela disposição em ajudar sempre que necessário. Vocês são muito especiais e tiveram um papel essencial em minha trajetória.

Aos membros da banca, minha gratidão por aceitarem o convite e por contribuírem generosamente com sua presença e vasto conhecimento, enriquecendo minha formação acadêmica de maneira significativa.

Ao programa de Pós-Graduação da Universidade Federal da Grande Dourados, pela oportunidade de realizar esta especialização, extremamente

importante tanto para o meu desenvolvimento acadêmico quanto para o meu crescimento pessoal.

À CAPES, expresso minha eterna gratidão pela concessão da bolsa, que foi fundamental para minha formação e para a concretização deste sonho. Muito obrigada por viabilizar essa conquista!

A TODOS, MINHA ETERNA GRATIDÃO!

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	1
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Fibra alimentar: conceitos, características e fontes	3
2.2 Papel da fibra na nutrição de suínos.....	5
2.3 Saúde gastrointestinal e fibra.....	9
2.4 Impacto da fibra insolúvel na regulação hormonal e função reprodutiva	11
2.5 Enriquecimento nutricional e benefícios para o comportamento e bem-estar	14
3.OBJETIVO(S).....	17
4.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17
CAPÍTULO 2.....	28
1 INTRODUÇÃO	30
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	31
2.1 Local e instalações experimentais	31
2.2 Animais e delineamento experimental	32
2.3 Manejo da alimentação e fornecimento da fibra.....	32
2.4 Coleta e avaliação da qualidade do sêmen.....	33
2.5 Escore de consumo de ração	33
2.6 Escore perineal e escore fecal.....	34
2.7 Avaliação comportamental	34
2.8 Condições microclimáticas.....	35
2.9 Análise estatística.....	36
3. RESULTADOS.....	37
3.1 Qualidade do Sêmen.....	37
3.2 Escore de consumo de ração, fecal e perineal	37
3.3 Comportamento	38
4. DISCUSSÃO	39
5. CONCLUSÃO.....	43
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
CAPÍTULO 3.....	48
1. CONSIDERAÇÕES FINAIS	48

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1: Composição química de ingredientes fibrosos comumente usados em dietas de suínos em crescimento (%).	7
---	---

CAPÍTULO 2

Tabela 1: Etograma utilizado para análise comportamental de cachaços, suplementados ou não com de fibra insolúvel parcialmente fermentável na dieta.	35
---	----

Tabela 2: Parâmetros macro e microcópicos do ejaculado de cachaços suplementados ou não com fibra insolúvel parcialmente fermentável na dieta.	37
---	----

Tabela 3: Escore de consumo ração, fecal e perineal de cachaços suplementados ou não com fibra insolúvel parcialmente fermentável na dieta.	38
--	----

Tabela 4: Frequência comportamental (%) de cachaços suplementados ou não com a fibra insolúvel parcialmente fermentável na dieta.	39
--	----

Bem-estar e qualidade espermática de reprodutores suínos suplementados com fibra insolúvel parcialmente fermentável

RESUMO - O macho suíno reprodutor exerce papel estratégico na suinocultura, sendo determinante para a eficiência reprodutiva e o avanço genético do rebanho. Apesar disso, essa categoria recebe menos atenção científica em comparação às fêmeas e animais de abate, sobretudo em aspectos de nutrição e bem-estar, os quais influenciam diretamente a qualidade espermática. Essa dissertação buscou avaliar os efeitos da suplementação de fibra na dieta de reprodutores suínos sobre saúde, comportamento e parâmetros reprodutivos, sendo estruturada em dois capítulos. O primeiro capítulo apresenta uma revisão sobre o papel da fibra na nutrição de suínos, explorando conceitos, fontes, propriedades e mecanismos de ação. Inicialmente vista como antinutriente, a fibra passou a ser reconhecida como promotora da integridade intestinal, favorecendo a microbiota pela produção de ácidos graxos de cadeia curta e modulando hormônios e comportamentos ligados ao bem-estar. São destacadas as diferenças entre fibras solúveis e insolúveis, com ênfase em seus efeitos sobre metabolismo, comportamento alimentar e desempenho reprodutivo, além de seu potencial como estratégia de enriquecimento nutricional. No segundo capítulo, são relatados os resultados experimentais. A suplementação não resultou em melhorias significativas na qualidade seminal, saúde ou comportamento, mas promoveu redução no consumo de ração, sugerindo maior sensação de saciedade. Esse achado aponta para a fibra como ferramenta útil no manejo alimentar, capaz de contribuir para o bem-estar sem comprometer a função reprodutiva. Ainda que os efeitos diretos tenham sido limitados, o estudo reforça a relevância de investigar diferentes tipos e níveis de fibra ao longo da vida reprodutiva e em interação com outros nutrientes.

Palavras-chaves: comportamento, cachaço, desempenho reprodutivo, fibra eubiótica, sêmen.

Welfare and sperm quality of boars supplemented with partially fermentable insoluble fiber

ABSTRACT - Male breeding pigs play a strategic role in pig farming, being crucial to the herd's reproductive efficiency and genetic advancement. Despite this, this category receives less scientific attention than females and slaughter animals, particularly regarding nutrition and welfare, which directly influence sperm quality. This dissertation sought to evaluate the effects of fiber supplementation in the diets of breeding pigs on health, behavior, and reproductive parameters. It is structured in two chapters. The first chapter presents a review of the role of fiber in swine nutrition, exploring concepts, sources, properties, and mechanisms of action. Initially viewed as an antinutrient, fiber has come to be recognized as a promoter of intestinal integrity, favoring the microbiota through the production of short-chain fatty acids and modulating hormones and behaviors linked to welfare. The differences between soluble and insoluble fiber are highlighted, with an emphasis on their effects on metabolism, feeding behavior, and reproductive performance, as well as their potential as a nutritional enrichment strategy. The second chapter reports the experimental results. Supplementation did not result in significant improvements in seminal quality, health, or behavior, but it did promote a reduction in feed consumption, suggesting a greater feeling of satiety. This finding points to fiber as a useful tool in dietary management, capable of contributing to well-being without compromising reproductive function. Although the direct effects were limited, the study reinforces the importance of investigating different types and levels of fiber throughout the reproductive lifespan and in interaction with other nutrients.

Keywords: behavior, boar, reproductive performance, eubiotic fiber, semen.

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1. INTRODUÇÃO

A produção suinícola ocupa um lugar de destaque no agronegócio global, particularmente no Brasil, onde representa uma das atividades econômicas mais relevantes, visto que em 2023 a produção de carne suína foi de 5.156 mil ton e exportação de 1.230 mil ton (ABPA, 2024). Esse cenário reflete não apenas a crescente demanda por carne suína, mas também a necessidade de sistemas produtivos que conciliem eficiência, sustentabilidade e bem-estar animal. Nesse contexto, a atenção ao bem-estar animal tem ganhado destaque, impulsionada por exigências de consumidores e regulamentações internacionais, tornando-se um requisito fundamental para a aceitação dos produtos no mercado global (Zanella, 2021; Luo et al., 2020). Mais do que uma questão ética, o bem-estar animal passou a ser reconhecido como uma estratégia essencial para melhorar a produtividade e a qualidade dos produtos suínos, contribuindo diretamente para a sustentabilidade da cadeia produtiva.

Entre os diversos aspectos da produção suinícola, a reprodução eficiente destaca-se como um fator crítico para o sucesso econômico e a sustentabilidade. A inseminação artificial (IA) desempenha um papel central nesse contexto, ao permitir a disseminação de material genético de alta qualidade e maximizar o desempenho reprodutivo do plantel (Robinson & Buhr, 2005). No entanto, o sucesso dessa tecnologia está intimamente ligado à qualidade espermática dos cachaaos, que depende de fatores como manejo, nutrição e condições de alojamento. Estudos mostram que problemas comportamentais, dietas inadequadas e saúde intestinal comprometida podem afetar negativamente a qualidade do sêmen e, consequentemente, a eficiência reprodutiva (Jha & Berrocoso, 2015; Bernardino et al., 2022).

Em unidades produtoras de leitões e especialmente em unidades produtoras de sêmen (UPS), os cachaaos são comumente mantidos em espaços reduzidos e submetidos à alimentação restrita de forma a controlar o escore de condição corporal e preservar a longevidade reprodutiva. No entanto, essa prática pode elevar os níveis de estresse, comprometendo o bem-estar e a qualidade espermática (Bernardino et

al., 2022).

Diante desse desafio, a nutrição surge como um fator chave na mitigação desses efeitos adversos e na promoção da saúde dos reprodutores. A inclusão de fibras na dieta durante períodos de restrição alimentar, como aplicados a reprodutores machos e fêmeas em gestação, tem se mostrado eficaz na indução de saciedade imediata e prolongada (Holt et al., 2006), o que contribui para a redução do estresse comportamental associado à fome. Adicionalmente, alguns tipos de fibras, como as fermentáveis, desempenham um papel essencial na modulação da microbiota intestinal, favorecendo a saúde digestiva e contribuindo para a redução de transtornos gastrointestinais (Tabeling & Kamphues, 2003). Estudos evidenciam que tanto as frações fermentáveis e quanto as não fermentáveis de fibras proporcionam benefícios fisiológicos relevantes, com destaque para suas propriedades prebióticas (Gibson et al., 2017; Tan et al., 2021), que promovem eubiose intestinal e, consequentemente, melhorias no desempenho produtivo e reprodutivo (Kroismayr & Roberts, 2009; Wu et al., 2020; Odakura et al., 2023).

Embora existam avanços significativos na compreensão dos efeitos das fibras na nutrição de suínos, e especialmente de matrizes gestantes (Do et al., 2023; Grzeŷkowiak et al., 2022; Mou et al., 2020; Odakura et al., 2023), ainda há lacunas significativas no conhecimento científico sobre sua utilização para cachaaos. Diante desse cenário, a sua iniciativa de investigar a influência da suplementação de fibra insolúvel parcialmente fermentável no bem-estar e, crucialmente, na qualidade espermática de cachaaos, é louvável e de extrema pertinência. O bem-estar animal, por sua vez, não é apenas uma questão ética, mas um fator intrínseco à produtividade, pois o estresse crônico pode comprometer a fisiologia reprodutiva.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Fibra alimentar: conceitos, características e fontes

Historicamente, as fibras na alimentação de animais não ruminantes foram consideradas fatores antinutricionais devido à sua incapacidade de serem digeridas pelas enzimas do sistema digestório, o que poderia reduzir a eficiência na absorção de nutrientes (Jha et al., 2019). No entanto, o entendimento sobre seu papel tem mudado significativamente, com estudos recentes destacando sua importância funcional e metabólica. Atualmente, reconhece-se que as fibras desempenham um papel essencial na saúde intestinal, favorecendo o equilíbrio da microbiota, a integridade da mucosa intestinal e o bem-estar geral dos animais (Jha & Berrocso, 2015). Além disso, diferentes tipos de fibras, como as solúveis e insolúveis, estão associadas a efeitos benéficos, incluindo melhora na motilidade intestinal, redução de inflamações e modulação de processos metabólicos, evidências de que seu papel vai muito além de ser um componente inerte ou prejudicial na dieta (Jha et al., 2019).

As fibras dietéticas são caracterizadas por diversas propriedades físico-químicas, incluindo solubilidade, fermentabilidade, viscosidade, capacidade de retenção de água e de ligação a compostos, as quais desempenham um papel crucial em seu comportamento funcional. Com base na solubilidade, as fibras alimentares são categorizadas em dois grupos distintos: fibras solúveis e insolúveis (Mudgil, 2017; Peris & Álvares, 1999).

As fibras solúveis (FS), como β -glucano, galactomanana, pectina, psyllium, inulina e amido resistente, possuem a capacidade de se dispersar em água, resultando na formação de géis viscosos no trato gastrointestinal (Matos-Chamorro & Chambilla-Mamani, 2010). Essa propriedade confere a essas fibras a habilidade de atrasar o esvaziamento gástrico, contribuindo para uma digestão mais lenta e proporcionando sensação prolongada de saciedade (De la Llave, 2004). Por outro lado, o aumento da viscosidade promovido pelas fibras solúveis também pode interferir negativamente na eficiência digestiva. Essa característica reduz a interação entre os nutrientes e as enzimas digestivas endógenas, comprometendo significativamente o processo digestivo e absoritivo (Johnston et al., 2003; Conte et al., 2002). Por exemplo, o efeito viscoso dessas fibras interfere na emulsificação dos lipídios da dieta no ambiente ácido do estômago, limitando sua assimilação e

prejudicando a digestão de gorduras (Mudgil, 2017). Apesar dessas limitações, as fibras solúveis têm sido amplamente reconhecidas por seus efeitos benéficos na modulação glicêmica, na redução dos níveis de colesterol e na promoção da saúde intestinal, consolidando-se como aliadas importantes na prevenção de distúrbios metabólicos e na promoção do bem-estar geral (Matos-Chamorro & Chambilla-Mamani, 2010). Ademais, muitas fibras solúveis são altamente fermentáveis, servindo como substrato para a microbiota intestinal e promovendo a produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), os quais desempenham papel essencial na manutenção da integridade da mucosa intestinal, na imunomodulação e na homeostase energética.

Por outro lado, as fibras insolúveis (FI), como celulose (um homopolissacarídeo), hemicelulose (heteropolissacarídeos), quitosana e lignina, geralmente apresentam baixa fermentabilidade (Elleuch et al., 2011) e destacam-se por sua capacidade de aumentar o volume fecal em até 20 vezes o seu peso devido à alta retenção de água. Essa propriedade está associada à prevenção da constipação, ao alívio de sintomas gastrointestinais e à melhoria do trânsito intestinal. Além disso, as fibras insolúveis contribuem para a diluição da densidade energética das rações, promovem maior mastigação e salivação, estimulam a motilidade intestinal e auxiliam na manutenção da saúde digestiva de forma geral, especialmente sob condições de alimentação restrita. É importante ressaltar que essas fibras não se dispersam em água, o que as distingue funcionalmente das fibras solúveis (Zambrano et al., 1998). Essa categorização é fundamental para compreender as diferentes funções e benefícios proporcionados por cada tipo de fibra (Mudgil, 2017; Peris & Álvares, 1999).

A fermentabilidade é outra característica fundamental das fibras alimentares, pois determina sua capacidade de servir como substrato para a fermentação microbiana no intestino grosso. Essa capacidade varia amplamente entre os diferentes tipos de fibra, por exemplo: algumas hemiceluloses como: xiloglucanos, galactomananas, glucanos de ligação mista, pectinas, gomas e mucilagens (Willians et al., 2017), apresentam fermentação quase completa (Mudgil, 2017). Por outro lado, celulose (homopolissacarídeos), lignina e amidos resistentes são praticamente não fermentáveis, (Mudgil, 2017; Willians et al., 2017).

Os componentes fermentáveis das fibras são utilizados como fonte de energia pela microbiota no cólon, resultando na produção de gases como hidrogênio, metano e dióxido de carbono, além de AGCC, como acetato, propionato e butirato (Bernaud & Rodrigues, 2013). Os AGCC desempenham um papel fundamental como fonte energética para os colonócitos e para os próprios microrganismos. A maior disponibilidade de substratos fermentáveis no cólon favorece o crescimento bacteriano, contribuindo para o aumento do volume fecal e, conseqüentemente, para a redução do risco de constipação (Cummings et al., 2001; Mudgil, 2017).

Além de estimular o desenvolvimento de bactérias benéficas, a redução do pH colônico e intracelular proporcionada pelos AGCC cria um ambiente ácido que inibe a proliferação de microrganismos patogênicos, reduzindo a formação de compostos tóxicos (Scott et al., 2008). Adicionalmente, essa acidificação diminui a solubilidade dos ácidos biliares, o que contribui para uma melhor absorção de minerais, como o cálcio, desempenhando um papel importante no metabolismo ósseo (Souza et al., 2010; Holloway et al., 2007).

2.2 Papel da fibra na nutrição de suínos

As dietas convencionais para suínos geralmente contêm grandes proporções de cereais, como milho e trigo, juntamente com alimentos proteicos, como o farelo de soja, para suprir as exigências nutricionais dos animais. Entretanto, devido às constantes oscilações na oferta e demanda desses insumos, produtores de suínos buscam alternativas mais acessíveis, como coprodutos de cereais oriundos das indústrias de biocombustíveis e de moagem, visando à redução dos custos de alimentação (Woyengo et al., 2014). Esses coprodutos, embora ricos em nutrientes, são em sua maioria fibrosos e, quando incluídos nas dietas, alteram a composição de carboidratos da ração, diminuindo o teor de amido e aumentando a proporção de polissacarídeos não amiláceos, os principais componentes da fibra alimentar (Agyekum & Nyachoti, 2017).

Os polissacarídeos amiláceos e não amiláceos diferem não apenas em sua estrutura química, mas também nos nutrientes que fornecem. Enquanto a digestão do amido no intestino delgado resulta na formação de glicose, a degradação bacteriana dos polissacarídeos não amiláceos no intestino grosso resulta na produção de ácidos

graxos voláteis (Bach, 2011; Zijlstra et al., 2012). Além disso, suínos não produzem as enzimas digestivas necessárias para quebrar polissacarídeos não amiláceos, ao contrário do que ocorre com o amido, para o qual secretam enzimas apropriadas para hidrólise (Agyekum & Nyachoti, 2017).

Na indústria de rações, milho, soja e trigo são as principais fontes de alimentação animal. A produção desses ingredientes gera toneladas de subprodutos, como palha, cascas e farelos. Os grãos de milho representam apenas cerca de 20% da planta inteira seca, enquanto a soja corresponde a cerca de 30%. Consequentemente, grande parte dos resíduos é frequentemente queimada ou utilizada para compostagem, contribuindo para a poluição do ar e desperdiçando recursos (Chuang et al., 2020; Wang et al., 2017). Esse desperdício é incompatível com os princípios de desenvolvimento sustentável. Dessa forma, subprodutos das culturas alimentares podem se tornar ingredientes valiosos na formulação de rações (Chuang et al., 2021).

A contribuição das diferentes preparações de fibra para a nutrição e saúde dos suínos depende de sua origem, tipo e quantidade adicionada à dieta. Fontes de fibra insolúvel incluem cascas, farelos de cereais e leguminosas (Zhao et al., 2018b), com ingredientes representativos como farelo de trigo, casca de aveia e casca de soja. Por outro lado, os ingredientes mais comumente utilizados para fornecer fibra solúvel às dietas suínas são subprodutos como a polpa de beterraba sacarina (Zhang et al., 2013). A casca de soja, por exemplo, contém um alto teor de fibra insolúvel, embora apresente também frações de fibra solúvel (Jaworski & Stein, 2017). A composição química de alguns ingredientes ricos em fibras comumente utilizados em dietas para animais de produção está resumida na Tabela 1. Vale ressaltar que diferentes tecnologias de processamento aplicadas a um mesmo ingrediente fibroso podem influenciar significativamente suas propriedades funcionais, como a fermentabilidade (Yang & Zhao, 2022).

Tabela 1: Composição química de ingredientes fibrosos comumente usados em dietas de suínos em crescimento (%).

Alimentos	EB	PB	MS	EE	Cinzas	FDN	FDA	FDT	FDS	FDI
DDGS de milho	18,9	26,5	85,2	8,8	5,1	37,0	17,8	38,7	1,7	37,0
Poupa de beterraba sacarina	14,1	9,7	86,9	0,4	2,5	57,7	21,7	69,8	27,4	42,5
Farelo de trigo	16,9	17,5	88,3	2,8	5,1	37,9	11,1	42,4	4,1	38,3
Casca de soja	14,7	17,4	91,3	2,9	7,2	53,2	30,2	63,1	11,2	51,9
Casca de aveia	17,2	2,5	92,3	1,7	4,8	73,5	39,8	55,8	3,9	51,9

DDGS de milho, grãos secos de destilaria de milho com solúveis; EB, energia bruta; PB, proteína bruta; MS, matéria seca; EE, extrato de éter; FDN, fibra em detergente neutro; FDA, fibra em detergente ácido; FDT, fibra alimentar total; FDS, fibra alimentar solúvel; FDI, fibra alimentar insolúvel.

Fonte: Adaptado de Pan Yang, Jinbiao Zhao (2022).

Portanto, é fundamental compreender as propriedades físico-químicas, o potencial de fermentação e a digestibilidade desses subprodutos para aplicá-los de forma eficaz na nutrição animal (Bachmann et al., 2021). Por exemplo, o aproveitamento aparente no trato gastrointestinal total (DATT) da fibra dietética solúvel (FDS) foi reportado como 20% superior ao da fibra dietética insolúvel (FDI), indicando que a FDS é mais fermentável pela microbiota intestinal de suínos (Urriola et al., 2010). Assim, a baixa digestibilidade do farelo de trigo pode ser atribuída ao seu alto teor de fibra insolúvel, tornando-o menos fermentável em comparação à polpa de beterraba sacarina e à casca de soja, as quais contêm pectina, um polissacarídeo altamente fermentável (Karr-Lilienthal et al., 2005). Além da fonte e quantidade de fibra alimentar influenciarem significativamente a fermentabilidade, diferentes tipos de fibras geram perfis distintos de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) no intestino dos suínos (Yang & Zhao, 2022).

Estudos empíricos ilustram esses aspectos, como o de Chen et al. (2014), onde relataram que suínos em crescimento alimentados com 30% de casca de soja apresentaram maior teor de acetato na digesta ileal em comparação àqueles alimentados com 30% de farelo de trigo. Por outro lado, suínos alimentados com dieta

contendo 30% de farelo de trigo exibiram maior teor de butirato no ceco do que aqueles alimentados com 30% de casca de soja. Em outro experimento, Freire et al. (2000) examinaram o efeito da inclusão de 20% de diferentes fontes fibrosas (farelo de trigo, polpa de beterraba sacarina, casca de soja ou farinha de alfafa) na dieta de leitões desmamados sobre a concentração total de AGCC no ceco. Os resultados indicaram que a casca de soja aumentou a concentração total de AGCC no ceco em 11,2%, 30,5% e 27,2% em comparação ao farelo de trigo, à polpa de beterraba e à farinha de alfafa, respectivamente.

Em estudo conduzido por Mateos et al. (2006), adicionaram-se 20 e 40 g/kg de casca de aveia a duas dietas distintas, uma à base de milho e outra à base de arroz extrusado, fornecidas a leitões desmamados. Verificou-se que a inclusão de casca de aveia diminuiu a ingestão de alimento e o ganho médio diário (GMD) nas dietas à base de milho, mas provocou o efeito inverso nas dietas à base de arroz. Concluiu-se, nesse trabalho, que o arroz extrusado é um ingrediente ideal para dietas pré-iniciais de leitões desmamados. Além disso, a adição de níveis moderados de fibra, como a casca de aveia, reduziu a incidência de diarreia e pode melhorar o desempenho produtivo em dietas com baixo teor de fibra.

Dessa forma, o uso de coprodutos fibrosos nas rações suínas oferece oportunidade de reduzir custos de produção e aumentar a lucratividade. A fibra dietética tem sido destacada por sua influência positiva na fisiologia e saúde intestinal, além de melhorar o bem-estar dos suínos. Por outro lado, os resultados de estudos sobre os efeitos da fibra no desempenho e na saúde intestinal de suínos nem sempre são consistentes, devido a variações nas fontes, tipos e níveis de inclusão de fibras, bem como nos métodos analíticos utilizados. Pesquisas adicionais são necessárias para entender melhor como diferentes fontes, tipos e níveis de fibra afetam o desempenho e a saúde intestinal dos suínos. Ademais, técnicas de processamento de rações podem ser empregadas para melhorar a solubilidade de ingredientes com altos níveis de fibra insolúvel (Agyekum & Nyachoti, 2017).

Vale ressaltar que a oferta de dietas ricas em fibra insolúvel parcialmente fermentável pode trazer benefícios adicionais aos reprodutores suínos (cachaços). Esse tipo de fibra, fermentada no cólon, resulta na produção de AGCC que são prontamente aproveitados, já que seus produtos finais são absorvidos pelas células

do cólon (Hu et al., 2023). Além disso, a fibra insolúvel parcialmente fermentável contribui para a saúde digestiva ao aumentar o volume e a consistência das fezes, facilitando a motilidade intestinal e prevenindo problemas como a constipação. A fermentação parcial dessas fibras também estimula a atividade da microbiota benéfica no intestino, promovendo um ambiente intestinal saudável. Um microbioma equilibrado é essencial para a digestão eficiente dos alimentos e a absorção adequada de nutrientes (Jha et al., 2019). Ademais, a presença dessa fibra na dieta pode ajudar a reduzir a colonização de patógenos no intestino, fortalecendo a imunidade geral dos animais por meio da competição entre bactérias benéficas e organismos indesejáveis.

Assim, alimentar cachacos com dietas ricas em fibra insolúvel, porém parcialmente fermentável pode melhorar sua condição corporal, ajudando-os a manter um peso saudável sem acúmulo excessivo de gordura, fator fundamental para a eficiência reprodutiva, pois a obesidade pode afetar negativamente a fertilidade. A saúde digestiva e a boa condição corporal influenciam diretamente a produção de esperma. Um trato gastrointestinal saudável e equilibrado assegura melhor absorção de nutrientes essenciais à espermatogênese, como zinco e selênio (Lin et al., 2022). Além disso, a fibra insolúvel parcialmente fermentável promove uma sensação de saciedade, o que pode reduzir o estresse nos animais ao diminuir a fome e, conseqüentemente, atenuar comportamentos agressivos. Animais menos estressados tendem a apresentar desempenho reprodutivo superior, o que contribui para um ambiente de criação mais tranquilo e produtivo (Wang et al., 2023).

2.3 Saúde gastrointestinal e fibra

A saúde intestinal é influenciada por diversos fatores, incluindo a dieta, a integridade da mucosa, a microbiota intestinal e o estado do sistema imunológico (Jha & Berrocoso, 2015). A microbiota intestinal é composta por um conjunto específico de espécies bacterianas que mantêm um equilíbrio ecológico, limitando mutuamente suas populações e dependentes umas das outras para sustentá-lo (Hu et al., 2023). Um desequilíbrio nessa microbiota, condição conhecida como disbiose, pode desencadear diversas enfermidades em suínos, como infecções respiratórias (Gresse et al., 2017), diarreia pós-desmame (Ringseis & Eder, 2022), disfunção do eixo intestino-fígado (Zhang et al., 2022) e comprometimento da barreira intestinal (Desai

et al., 2016). Considerando que a fibra dietética tem a capacidade de modificar a composição da microbiota, é possível ajustar a microbiota intestinal por meio da suplementação de fibra para promover a saúde dos suínos.

Fibras dietéticas específicas são fermentadas e utilizadas por grupos limitados de bactérias, favorecendo o crescimento de determinadas espécies microbianas independentemente das condições ambientais (Rogers et al., 2013). Os metabólitos resultantes da fermentação microbiana incluem os AGCC, produtos da interação da microbiota com a fibra dietética. Por exemplo, a fermentação de uma fibra específica como a celulose presente na casca de aveia produz AGCC que melhoram a digestibilidade dos nutrientes, reforçam a integridade intestinal e modulam positivamente a composição da microbiota intestinal (Zhang et al., 2013). No intestino posterior, os AGCC, em especial o butirato, podem suprir de 60% a 70% das necessidades energéticas das células do cólon e são amplamente absorvidos em suínos desmamados e em crescimento (Liu, 2015; Wrzosek et al., 2013).

Para que a energia fornecida pelos AGCC seja aproveitada eficientemente, a integridade da mucosa intestinal é essencial, pois as células colônicas desempenham papel fundamental na absorção e no metabolismo. Assim, a eficácia dos AGCC está estreitamente ligada à integridade dessa mucosa. Os AGCC regulam a proliferação e o crescimento das células do cólon, mantendo suas funções normais de absorção e metabolismo (Wrzosek et al., 2013). Além disso, os AGCC, particularmente o butirato, são cruciais para o fortalecimento da barreira intestinal, que atua como a primeira linha de defesa contra patógenos (Jha & Berrocso, 2015). A manutenção dessa barreira física é promovida pela adequada diferenciação das células epiteliais e pela expressão de genes relacionados à produção de mucina (Vital et al., 2013; McRorie & McKeown, 2017), bem como pelo aumento da secreção e da espessura da camada de muco protetor (Shen et al., 2021).

O efeito anti-inflamatório das fibras dietéticas está intimamente ligado à associado à sua capacidade de modular a microbiota intestinal e à consequente produção de AGCC. Estudos indicam que a fibra pode contribuir para a redução de processos inflamatórios no cólon, possivelmente devido à ação do acetato, um AGCC associado à regulação do recrutamento de neutrófilos em modelos experimentais de colite (Akhtar et al., 2021). Além disso, os AGCC desempenham um papel central na

melhora da função imunológica por interagirem com diversas células do sistema imune, incluindo enterócitos, células dendríticas e linfócitos T auxiliares, influenciando a imunidade adaptativa e modulando a resposta inflamatória (Liu, 2015). Os AGCC também promovem o desenvolvimento de leucócitos e reduzem o pH no cólon, criando um ambiente favorável ao crescimento de bactérias benéficas produtoras de mais AGCC, potencializando assim os efeitos benéficos desses ácidos graxos (Fang et al., 2014).

Lin et al. (2022) observaram um aumento significativo nos AGCC totais, especialmente de acetato e butirato, após suplementação dietética com fibra ou com seus metabólitos fermentáveis. O butirato destaca-se como um dos principais metabólitos gerados pela fermentação microbiana da fibra. Estudos anteriores mostram que a suplementação de dietas de machos adultos com butirato de sódio pode melhorar o volume do sêmen e a motilidade espermática, além de elevar a capacidade antioxidante e estimular a produção de testosterona (Alhaj et al., 2018). O ácido butírico, atuando como um potente inibidor da enzima histona desacetilase (HDAC), está envolvido na regulação da motilidade espermática (Parab et al., 2015) e desempenha um papel crucial no controle do programa transcricional durante a transição da fase meiótica para pós-meiótica da espermatogênese (Yin et al., 2021). Ademais, o butirato exerce função essencial no equilíbrio redox celular (Lin et al., 2014), um fator vital para a espermatogênese (Sênos & Jones, 2021). Desse modo, é possível que o ácido butírico, um componente chave dos AGCC, desempenhe um papel importante na regulação da reprodução masculina.

2.4 Impacto da fibra insolúvel na regulação hormonal e função reprodutiva

A regulação hormonal da função reprodutiva em cachacos envolve uma rede complexa de interações e é determinante na qualidade do sêmen. Esse sistema endócrino é essencial não apenas para a diferenciação e o desenvolvimento dos órgãos genitais masculinos, mas também para a descida testicular, o crescimento das glândulas acessórias e o início da produção de espermatozoides (espermatogênese) (Dutta et al., 2019). Os hormônios-chave na regulação das funções reprodutivas masculinas incluem o hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH) que, juntamente com as gonadotrofinas luteinizante (LH) e folículo-estimulante (FSH), atua sobre

células testiculares (como as células de Leydig e de Sertoli) para controlar a produção de esteroides e a espermatogênese. Andrógenos, especialmente a testosterona, são fundamentais para o funcionamento dos testículos e dos órgãos sexuais acessórios masculinos (Dutta et al., 2019).

A prolactina também influencia a produção de testosterona, enquanto o estrogênio regula o eixo hipotálamo-hipófise-gonadal (HHG) por feedback negativo. As células de Sertoli, por sua vez, produzem inibina, folistatina e ativina, peptídeos que são essenciais na autorregulação das funções testiculares essenciais, como a espermatogênese, a modulação do eixo hipotálamo-hipófise-gonadal e o controle da resposta imune local (Bilezikjian et al., 2004; Hedger, M. P., & Winnall, 2012). Durante o início da espermatogênese, a testosterona (estimulada pela ação do LH sobre as células de Leydig) aumenta, levando as células de Sertoli a iniciarem a liberação de espermatozoides. Inicialmente, a contagem espermática é baixa e os níveis de gonadotrofinas estão elevados; porém, com o avanço do processo, a produção de espermatozoides cresce significativamente e os níveis de LH e FSH diminuem (Dutta et al., 2019). A nutrição também afeta a reprodução de cachorros: dietas excessivamente restritivas podem impactar negativamente a secreção de andrógenos e a qualidade do sêmen, possivelmente mediadas por alterações no eixo hipotálamo-hipófise (Brown, 1994). Compreender todos esses processos é vital para aperfeiçoar a função testicular e a produção de sêmen em suínos.

Curiosamente, o intestino é considerado o maior órgão endócrino do corpo, sendo responsável pela secreção de diversos hormônios gastrointestinais (HGI) (McGuigan, 1978). Os HGI são peptídeos bioativos de alta eficiência produzidos por células endócrinas ao longo do trato gastrointestinal. Esses hormônios, classificados como hormônios gastrointestinais, regulam localmente atividades do trato digestivo, mas também atuam como fatores de crescimento, neurotransmissores e até hormônios ligados à fertilidade e à função sexual. Desempenham, portanto, um papel crucial na regulação de atividades metabólicas sistêmicas e estão profundamente relacionados ao surgimento e desenvolvimento de doenças imunológicas, inflamatórias, neoplásicas, neurológicas e também disfunções reprodutivas (Wu et al., 2021).

Os hormônios gastrointestinais podem influenciar a produção de hormônios

sexuais, como LH, FSH e testosterona, além de impactar a integridade da barreira hemato-testicular, regulando assim a espermatogênese. Patologicamente, certos HGI podem provocar inflamação vascular, resultando em disfunção erétil (Wang & Xie, 2022; Izzi-Engbeaya & Dhillon, 2022). Adicionalmente, a microbiota intestinal pode regular a liberação e a função desses hormônios gastrointestinais, sugerindo uma possível interação entre a flora intestinal e a sinalização endócrina digestiva (Wang & Xie, 2022; Girdhar et al., 2022; Sun et al., 2020). De fato, acredita-se que a microbiota intestinal possa influenciar a função reprodutiva masculina através de alterações nos hormônios sexuais, no estado inflamatório sistêmico e no metabolismo geral, entre outros mecanismos, embora mais pesquisas sejam necessárias para um entendimento completo dessa interação (Wang & Xie, 2022).

Uma microbiota intestinal equilibrada oferece inúmeros benefícios ao hospedeiro, incluindo proteção contra patógenos, regulação do sistema imunológico e auxílio na digestão. A produção de metabólitos bacterianos, como AGCC e ácido lático, tem impacto significativo na saúde do hospedeiro (Sekirov et al., 2010; Flint et al., 2012). No entanto, a desregulação da microbiota intestinal (disbiose) pode aumentar a permeabilidade intestinal e contribuir para inflamações crônicas de baixo grau (Cani et al., 2007; Yu et al., 2016). Essa inflamação crônica pode estar relacionada a componentes derivados da microbiota gram negativa, como o lipopolissacarídeo (LPS), um agente imunogênico bacteriano. Quando o LPS atravessa a barreira intestinal e entra na corrente sanguínea, ele pode alcançar o testículo e se ligar ao receptor TLR4, presente em células de Leydig, Sertoli e espermatozoides (Luo et al., 2025).

Essa ligação ativa vias inflamatórias intracelulares, como a NF- κ B, promovendo a liberação de citocinas pró-inflamatórias (TNF- α , IL-6) e espécies reativas de oxigênio. Como consequência, ocorre redução na produção de testosterona, disfunção mitocondrial, fragmentação do DNA espermático e prejuízo na qualidade do sêmen, caracterizando um quadro de inflamação crônica testicular com impacto negativo na fertilidade (Palladino et al., 2018; Webel et al., 1997; Gabler et al., 2008; Weber & Kerr, 2008; Hedger, 2011).

Dessa forma, a ingestão de fibras é considerada benéfica para a reprodução e a saúde de modo geral. Estudos indicam que a concentração e a motilidade dos

espermatozoides em humanos são positivamente influenciados pelo consumo de cereais, vegetais e frutas, alimentos ricos em fibras (Braga et al., 2012). Em suínos da raça Duroc, constatou-se que a motilidade espermática pode ser aprimorada pela presença de determinadas bactérias benéficas (família Rikenellaceae) na microbiota intestinal (Li et al., 2022b). Pesquisas com coelhos demonstram que a adição de fibras alimentares (hemicelulose e fibra solúvel), combinada a uma restrição moderada da ração, reduz anomalias espermáticas e aumenta a proporção de espermatozoides normais e móveis, além de melhorar a taxa de inseminação (Pascual et al., 2016). A maior ingestão de fibras na dieta também pode elevar os níveis de globulina ligadora de hormônios sexuais (SHBG), uma glicoproteína responsável por transportar e regular a biodisponibilidade de hormônios como a testosterona e o estradiol na corrente sanguínea. Essa modulação hormonal influencia diretamente a atividade endócrina envolvida no desenvolvimento e funcionamento testicular (Wallace et al., 2013; Selby, 1990). Estudos anteriores em ratos e suínos mostraram que a suplementação de fibras regula a reprodução, afetando a secreção hormonal e o metabolismo de nutrientes (Lin et al., 2019). Além disso, a suplementação de fibra alimentar durante a gestação melhorou o desenvolvimento testicular dos descendentes machos (Lin et al., 2014).

2.5 Enriquecimento nutricional e benefícios para o comportamento e bem-estar

Em sistemas de produção intensiva, os suínos, especialmente os cachacos, são frequentemente submetidos a dietas bastante restritivas. Esse manejo, aliado à ausência de estímulos ambientais, agrava o estresse e favorece o desenvolvimento de comportamentos estereotipados. A manutenção dos animais em ambientes desprovidos de enriquecimento limita severamente a expressão de comportamentos naturais, como forragear e explorar o meio (Luo et al., 2020). A falta de materiais adequados e de espaço suficiente para comportamentos exploratórios torna-se um fator crítico que favorece o surgimento de comportamentos indesejados, como a mordedura de cauda e orelhas, comumente observados em criações intensivas (Beattie et al., 2000; Kallio et al., 2018).

Além disso, um ambiente estéril, restritivo e ausência de interação social

contribui significativamente para o aumento do estresse crônico nos animais, resultando em alterações fisiológicas importantes que afetam tanto o bem-estar quanto o desempenho reprodutivo (Chaloupková et al., 2007; Carreras et al., 2016). A combinação dessas condições tende a intensificar o desequilíbrio emocional e comportamental dos cachorros, que já enfrentam a frustração da restrição alimentar. Esse cenário destaca a importância de se adotarem práticas de manejo mais humanizadas, como fornecer materiais manipuláveis, implantar enriquecimento ambiental, a retirada dos animais de gaiolas individuais e a promoção de oportunidades de interação social, para ajudar a mitigar o estresse e promover comportamentos mais naturais e equilibrados nos animais.

A inclusão de fibras na dieta, especialmente de fibra insolúvel parcialmente fermentável, pode ser uma estratégia eficaz para melhorar o bem-estar e reduzir comportamentos estereotipados em suínos, inclusive em cachorros. A proporção entre fibras solúveis e insolúveis, assim como o tipo de fibra utilizado, exerce influência direta sobre o comportamento dos animais (Do et al., 2023). Fontes de fibras como farelo de trigo (razão solúvel:insolúvel $\approx$ 30:1), casca de soja ($\approx$ 15:1) e polpa de beterraba ($\approx$ 5:1) possuem proporções distintas de componentes solúveis e insolúveis, o que afeta suas propriedades físico-químicas e resulta em variações nos efeitos sobre a saciedade e o comportamento dos suínos (Cole et al., 1999; Casas et al., 2018). Por exemplo, a casca de soja e a polpa de beterraba são classificadas como fibras moderadamente fermentáveis e, ao combinarem pectina, celulose e hemicelulose em sua composição, têm se mostrado eficazes em promover saciedade e em modular comportamentos repetitivos (Do et al., 2023).

Do ponto de vista fisiológico, esse efeito sacietógeno decorre da fermentação parcial das fibras no intestino grosso, que leva à produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC). Esses metabólitos atuam sobre receptores intestinais como GPR41 e GPR43, estimulando a liberação de hormônios como GLP-1 e PYY, que sinalizam ao sistema nervoso central a sensação de plenitude (Arora et al., 2011; Koh et al., 2016). Além disso, a fermentação de fibras estimula vias metabólicas que favorecem a produção de metabólitos precursores da serotonina, como o triptofano, evidenciando uma conexão funcional entre saúde intestinal e regulação neuroendócrina (Banskota et al., 2019). A serotonina (5-HT), embora amplamente reconhecida por sua função

no sistema nervoso central, é majoritariamente produzida no intestino pelas células enteroendócrinas, sob estímulo de metabólitos microbianos (Layunta et al., 2021).

Dietas ricas em fibras modulam positivamente a microbiota intestinal, elevando os níveis locais de serotonina (Akram et al., 2023), o que pode contribuir para uma melhora no comportamento, humor e estado fisiológico geral dos suínos.

Odakura et al. (2023) observaram que a suplementação com fibra insolúvel parcialmente fermentável em porcas gestantes reduziu significativamente comportamentos estereotipados, como lambar o chão e a mastigação falsa, além de aumentar o tempo de repouso dos animais, indicativo de maior conforto e melhora no bem-estar. Quando ingredientes fibrosos são adicionados à dieta, há uma modificação na composição de carboidratos, substituindo parte do amido por polissacarídeos não amiláceos. Embora dietas ricas em fibra possuam menor valor energético comparadas a ingredientes convencionais, elas desempenham um papel essencial na minimização de estereotipias, especialmente durante a gestação, ao fornecer sensação de saciedade e reduzir a motivação alimentar dos suínos (Do et al., 2023). Esse efeito é particularmente relevante para cachaços, que também podem apresentar comportamentos estereotipados em condições de restrição alimentar e confinamento.

Priester et al. (2020) reforçam esses achados ao demonstrar que dietas enriquecidas com diferentes fontes de fibra (como bagaço de uva, lignocelulose e casca de soja) resultaram em redução significativa de interações agressivas e comportamentos repetitivos entre porcas. De modo semelhante, Bergeron et al. (2000) mostraram que dietas com altos teores de fibra, como farinha de alfafa (>27%) e casca de aveia (27 – 45%), reduziram consideravelmente os comportamentos estereotipados em suínos. Sapkota et al. (2016) sugerem que esses benefícios estão relacionados ao aumento da saciedade proporcionado pela estabilização dos níveis de glicose sanguínea e pelo efeito de preenchimento gástrico decorrente dos AGCC liberados durante a fermentação.

Assim, a inclusão de ingredientes fibrosos na dieta altera o perfil de carboidratos consumidos, reduzindo a quantidade de amido e elevando a proporção de polissacarídeos não amiláceos (Do et al., 2023). Ainda que a fibra tenha valor energético inferior ao de outros ingredientes, dietas ricas em fibra proporcionam benefícios significativos ao bem-estar animal. Reduzir estereotipias, especialmente

em porcas gestantes, exige um fornecimento de ração suficiente para satisfazer a motivação alimentar dos animais (Do et al., 2023). Essas práticas nutricionais podem ser adaptadas também para cachaços em sistemas intensivos de criação, auxiliando na melhoria do bem-estar e na diminuição de comportamentos indesejados.

3. OBJETIVO(S)

3.1 Objetivo Geral

Avaliar os efeitos de inclusão de fibra insolúvel parcialmente fermentável na dieta de machos suínos reprodutores sobre os parâmetros reprodutivos, bem-estar e saúde dos animais.

3.2 Objetivos Específicos

Avaliar os efeitos da suplementação de fibra insolúvel parcialmente fermentável na dieta de machos suínos reprodutores adultos sobre:

- Parâmetros de qualidade espermática;
- Comportamento geral e incidência de estereotípias;
- Indicadores de saúde geral, como escore fecal e perineal;

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal. (2024). **Relatório anual 2024** [Relatório técnico]. https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2024/04/ABPA-Relatorio-Anual2024_capa_frango.pdf

Agyekum, A. K., & Nyachoti, C. M. (2017). Nutritional and metabolic consequences of feeding high-fiber diets to swine: A review. **Engineering**, 3(5), 716–725. <https://doi.org/10.1016/J.ENG.2017.03.010>

Akhtar, M., Chen, Y., Ma, Z., Zhang, X., Shi, D., Khan, J. A., et al. (2021). Gut microbiota-derived short chain fatty acids are potential mediators in gut inflammation. **Animal Nutrition**, 8, 350–360. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2021.11.005>

Akram, N., Faisal, Z., Irfan, R., Shah, Y. A., Batool, S. A., Zahid, T., Zulfiqar, A., Fatima, A., Jahan, Q., Tariq, H., Saeed, F., Ahmed, A., Asghar, A., Ateeq, H., Afzaal, M., & Khan, M. R. (2024). Exploring the serotonin–probiotics–gut health axis: A review of current evidence and potential mechanisms. **Food Science & Nutrition**, 12, 694–706. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3826>

Alhaj, H. W., Li, Z., Shan, T., Dai, P., Zhu, P., Li, Y., et al. (2018). Effects of dietary sodium butyrate on reproduction in adult breeder roosters. **Animal Reproduction**

Science, 196, 111–119. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2018.07.002>

Arora, T., Sharma, R., & Frost, G. (2011). Propionate: Anti-obesity and satiety enhancing factor? **Appetite**, 56(2), 511–515. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2011.01.016>

Bach Knudsen, K. E. (2011). Triennial Growth Symposium: Effects of polymeric carbohydrates on growth and development in pigs. **Journal of Animal Science**, 89(7), 1965–1980. <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3602>

Bachmann, M., Michel, S., Greef, M. Jr., & Zeyner, A. (2021). Fermentation characteristics and in vitro digestibility of fibers and fiber-rich byproducts used for the feeding of pigs. **Animals**, 11(2), 341. <https://doi.org/10.3390/ani11020341>

Banskota, S., Ghia, J. E., & Khan, W. I. (2019). Serotonin in the gut: Blessing or a curse. **Biochimie**, 161, 56–64. <https://doi.org/10.1016/j.biochi.2018.06.008>

Beattie, V., O'Connell, N., Kilpatrick, D., & Moss, B. (2000). Influence of environmental enrichment on welfare-related behavioural and physiological parameters in growing pigs. **Animal Science**, 70(4), 443–450. <https://doi.org/10.1017/S1357729800051791>

Bergeron, R., Bolduc, J., Ramonet, Y., Meunier-Salaün, M. C., & Robert, S. (2000). Feeding motivation and stereotypies in pregnant sows fed increasing levels of fibre and/or food. **Applied Animal Behaviour Science**, 70(1), 27–40. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(00\)00142-8](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(00)00142-8)

Bernardino, T., Carvalho, C. P. T., Batissaco, L., Celeghini, E. C. C., & Zanella, A. J. (2022). Poor welfare compromises testicle physiology in breeding boars. **PLoS ONE**, 17(5), e0268944. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0268944>

Bernaudo, F. S., & Rodrigues, T. C. (2013). Fibra alimentar - Ingestão adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo (Dietary fiber adequate intake and effects on metabolism health). **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, 57(6), 397–405. <https://doi.org/10.1590/s0004-27302013000600001>

Bilezikjian, L. M., Blount, A. L., O'Leal, A. M., Donaldson, C. J., Fischer, W. H., & Vale, W. W. (2004). Autocrine/paracrine regulation of pituitary function by activin, inhibin and follistatin. **Molecular and Cellular Endocrinology**, 225(1–2), 29–38. <https://doi.org/10.1016/j.mce.2004.02.010>

Braga, D. P., Halpern, G., Figueira, R. de C., Setti, A. S., Iaconelli, A. Jr., & Borges, E. Jr. (2012). Food intake and social habits in male patients and its relationship to intracytoplasmic sperm injection outcomes. **Fertility and Sterility**, 97(1), 53–59. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2011.10.011>

Brown, B. (1994). A review of nutritional influences on reproduction in boars, bulls, and rams. **Reproduction Nutrition Development**, 34(2), 89–114. <https://doi.org/10.1051/rnd:19940201>

Cani, P. D., Amar, J., Iglesias, M. A., Poggi, M., Knauf, C., Bastelica, D., Neyrinck, A. M., Fava, F., Tuohy, K. M., Chabo, C., Waget, A., Delmée, E., Cousin, B., Sulpice, T., Chamontin, B., Ferrières, J., Tanti, J. F., Gibson, G. R., Casteilla, L., ... & Burcelin, R. (2007). Metabolic endotoxemia initiates obesity and insulin resistance. **Diabetes**, 56(7), 1761–1772. <https://doi.org/10.2337/db06-1491>

Carreras, R., Mainau, E., Arroyo, L., Moles, X., González, J., Bassols, A., et al. (2016). Housing conditions do not alter cognitive bias but affect serum cortisol, qualitative behaviour assessment and wounds on the carcass in pigs. **Applied Animal Behaviour Science**, 185, 39–44. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2016.09.006>

Casas, G. A., Rodriguez, D. A., & Stein, H. H. (2018). Nutrient composition and digestibility of energy and nutrients in wheat middlings and red dog fed to growing pigs. **Journal of Animal Science**, 96(1), 215–224. <https://doi.org/10.1093/jas/skx010>

Chaloupková, H., Illmann, G., Neuhauserová, K., Tománek, M., & Valis, L. (2007). Prewaning housing effects on behavior and physiological measures in pigs during the suckling and fattening periods. **Journal of Animal Science**, 85(7), 1741–1749. <https://doi.org/10.2527/jas.2006-504>

Chen, H., Mao, X. B., Che, L. Q., Yu, B., He, J., Yu, J., Han, G. Q., Huang, Z. Q., Zheng, P., & Chen, D. W. (2014). Impact of fiber types on gut microbiota, gut environment, and gut function in fattening pigs. **Animal Feed Science and Technology**, 195, 101–111. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.06.002>

Chuang, W. Y., Liu, C. L., Tsai, C. F., Lin, W. C., Chang, S. C., Shih, H., Shy, Y. M., & Lee, T. T. (2020). Evaluation of waste mushroom compost as a feed supplement and its effects on the fat metabolism and antioxidant capacity of broilers. **Animals** (Basel), 10(3), 445. <https://doi.org/10.3390/ani10030445>

Cole, J. T., Fahey, G. C., Jr., Merchen, N. R., Patil, A. R., Muaary, S. M., Hussein, H. S., & Brent, J. L., Jr. (1999). Soybean hulls as a dietary fiber source for dogs. **Journal of Animal Science**, 77(4), 917–924. <https://doi.org/10.2527/1999.774917x>

Conte, A. J.; Teixeira, A. S.; Bertechini, S. G.; Fialho, E. T.; Muni, J. A. Efeito da fitase e xilanase sobre a energia metabolizável do farelo de arroz integral em frangos de corte. **R. Bras. Zootec.**, v.32, n.5, p.1147-1156, 2003. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982003000500015>

Cummings, J. H., Macfarlane, G. T., & Englyst, H. N. (2001). Prebiotic digestion and fermentation. **American Journal of Clinical Nutrition**, 73(2 Suppl), 415S–420S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/73.2.415s>

De La Llave, A. (2004). Efecto de la adición de fibra soluble sobre las características fisicoquímicas y sensoriales en un producto de panificación (Tesis de Licenciatura en Ingeniería de Alimentos). Universidad de las Américas Puebla, Departamento de Ingeniería Química y Alimentos, Cholula, Puebla, México.

Desai, M. S., Seekatz, A. M., Koropatkin, N. M., Kamada, N., Hickey, C. A., Wolter, M., et al. (2016). A dietary fiber–deprived gut microbiota degrades the colonic mucus barrier and enhances pathogen susceptibility. **Cell**, 167(5), 1339–1353. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2016.10.043>

Do, S., Jang, J.-C., Lee, G.-I., & Kim, Y.-Y. (2023). The role of dietary fiber in improving pig welfare. **Animals**, 13(879). <https://doi.org/10.3390/ani13050879>

Dutta, S., Sengupta, P., & Muhamad, S. (2019). Male reproductive hormones and semen quality. **Asian Pacific Journal of Reproduction**, 8(5), 189–194. <https://doi.org/10.4103/2305-0500.268132>

Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Blecker, C., & Attia, H. (2011). Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. **Food Chemistry**, 124(2), 411–421. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.06.077>

Fang, C. L., Sun, H., Wu, J., Niu, H. H., & Feng, J. (2014). Effects of sodium butyrate on growth performance, haematological and immunological characteristics of weanling piglets. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition** (Berl), 98(4), 680–685. <https://doi.org/10.1111/jpn.12122>

Flint, H. J., Scott, K. P., Louis, P., & Duncan, S. H. (2012). The role of the gut microbiota in nutrition and health. **Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology**, 9(10), 577–589. <https://doi.org/10.1038/nrgastro.2012.156>

Freire, J. P. B., Guerreiro, A. J. G., Cunha, L. F., & Aumaitre, A. (2000). Effect of dietary fibre source on total tract digestibility, caecum volatile fatty acids, and digestive transit time in the weaned piglet. **Animal Feed Science and Technology**, 87(1–2), 71–83. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(00\)00183-8](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(00)00183-8)

Gabler, N. K., Spencer, J. D., Webel, D. M., & Spurlock, M. E. (2008). n-3 PUFA attenuate lipopolysaccharide-induced down-regulation of toll-like receptor 4 expression in porcine adipose tissue but does not alter the expression of other immune modulators. **Journal of Nutritional Biochemistry**, 19(1), 8–15. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2006.11.014>

Gibson, G. R., Hutkins, R., Sanders, M. E., Prescott, S. L., Reimer, R. A., Salminen, S. J., Scott, K., Stanton, C., Swanson, K. S., Cani, P. D., Verbeke, K., & Reid, G. (2017). Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. **Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology**, 14(8), 491–502. <https://doi.org/10.1038/nrgastro.2017.75>

Girdhar, K., Soto, M., Huang, Q., Orliaguet, L., Cederquist, C., Sundaresh, B., Hu, J., Figura, M., Raisingani, A., Canfora, E. E., Dirice, E., Fujisaka, S., Goossens, G. H., Blaak, E. E., Kulkarni, R. N., Kahn, C. R., & Altindis, E. (2022). Gut microbiota regulate pancreatic growth, exocrine function, and gut hormones. **Diabetes**, 71(5), 945–960.

<https://doi.org/10.2337/db21-0382>

Gresse, R., Chaucheyras-Durand, F., Fleury, M. A., van de Wiele, T., Forano, E., & Blanquet-Diot, S. (2017). Gut microbiota dysbiosis in postweaning piglets: Understanding the keys to health. **Trends in Microbiology**, 25(10), 851–873. <https://doi.org/10.1016/j.tim.2017.05.004>

Grześkowiak, Ł., Endo, A., Beasley, S., & Salminen, S. (2022). Dietary fiber and its role in performance, welfare, and health of pigs. **Animal Health Research Reviews**, 23, 165–193. <https://doi.org/10.1017/S1466252322000081>

Hedger, M. P. (2011). Toll-like receptors and signalling in spermatogenesis and testicular responses to inflammation: A perspective. **Journal of Reproductive Immunology**, 88(2), 130–141. <https://doi.org/10.1016/j.jri.2011.01.010>

Hedger, M. P., & Winnall, W. R. (2012). Regulation of activin and inhibin in the adult testis and evidence for functional roles in spermatogenesis and immunoregulation. **Molecular and Cellular Endocrinology**, 359(1–2), 30–45. <https://doi.org/10.1016/j.mce.2011.09.031>

Holloway, L., Moynihan, S., Abrams, S. A., Kent, K., Hsu, A. R., & Friedlander, A. L. (2007). Effects of oligofructose-enriched inulin on intestinal absorption of calcium and magnesium and bone turnover markers in postmenopausal women. **British Journal of Nutrition**, 97(2), 365–372. <https://doi.org/10.1017/S000711450733674X>

Holt, J. P., Johnston, L. J., Baidoo, S. K., & Shurson, G. C. (2006). Effects of a high-fiber diet and frequent feeding on behavior, reproductive performance, and nutrient digestibility in gestating sows. **Journal of Animal Science**, 84(4), 946–955. <https://doi.org/10.2527/2006.844946x>

Hu, R., Li, S., Diao, H., Huang, C., Yan, J., Wei, X., Zhou, M., He, P., Wang, T., Fu, H., Zhong, C., Mao, C., Wang, Y., Kuang, S., & Tang, W. (2023). The interaction between dietary fiber and gut microbiota, and its effect on pig intestinal health. **Frontiers in Immunology**, 14, 1095740. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2023.1095740>

Izzi-Engbeaya, C., & Dhillon, W. S. (2022). Gut hormones and reproduction. **Annales d'Endocrinologie** (Paris), 83(4), 254–257. <https://doi.org/10.1016/j.ando.2022.06.003>

Jaworski, N. W., & Stein, H. H. (2017). Disappearance of nutrients and energy in the stomach and small intestine, cecum, and colon of pigs fed corn-soybean meal diets containing distillers dried grains with solubles, wheat middlings, or soybean hulls. **Journal of Animal Science**, 95(2), 727–739. <https://doi.org/10.2527/jas.2016.0752>

Jha, R., & Berrocoso, J. D. (2015). Dietary fiber utilization and its effects on physiological functions gut health of swine. **Animal**, 9(9), 1441–1452. <https://doi.org/10.1017/S1751731115000919>

Jha, R., Fohse, J. M., Tiwari, U. P., Li, L., & Willing, B. P. (2019). Dietary fiber and

intestinal health of monogastric animals. **Frontiers in Veterinary Science**, 6, 48. <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00048>

Jha, R., Foughse, J. M., Tiwari, U. P., Li, L., & Willing, B. P. (2019). Dietary fiber and intestinal health of monogastric animals. **Frontiers in Veterinary Science**, 6, 48. <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00048>

Johnston, L. J., Noll, S., Renteria, A., & Shurson, J. (2003). Feeding by-products high in concentration of fiber to nonruminants. In Proceedings of the National Symposium on Alternative Feeds for Livestock and Poultry (pp. 169–186).

Kallio, P., Janczak, A., Valros, A., Edwards, S., & Heinonen, M. (2018). Case-control study on environmental, nutritional and management-based risk factors for tail-biting in long-tailed pigs. **Animal Welfare**, 27(1), 21–34. <https://doi.org/10.7120/09627286.27.1.021>

Karr-Lilienthal, L. K., Kadzere, C. T., Grieshop, C. M., & Fahey, G. C. Jr. (2005). Chemical and nutritional properties of soybean carbohydrates as related to nonruminants: A review. **Livestock Production Science**, 97(1), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2005.01.015>

Koh, A., De Vadder, F., Kovatcheva-Datchary, P., & Bäckhed, F. (2016). From dietary fiber to host physiology: Short-chain fatty acids as key bacterial metabolites. **Cell**, 165(6), 1332–1345. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2016.05.041>

Kroismayr, A., & Roberts, S. A. (2009). Lignocelulose eubiótica: Uma nova ferramenta para nutricionistas suínos. **International Pig Topics**, 24(1), 23–25.

Layunta, E., Buey, B., Mesonero, J. E., & Latorre, E. (2021). Crosstalk between intestinal serotonergic system and pattern recognition receptors on the microbiota–gut–brain axis. **Frontiers in Endocrinology**, 12, 748254. <https://doi.org/10.3389/fendo.2021.748254>

Li, J., Li, Y., Cheng, M., Ye, F., Li, W., Wang, C., Huang, Y., Wu, Y., Xuan, R., Liu, G., & Huang, J. (2022). Gut microbial diversity among Yorkshire, Landrace, and Duroc boars and its impact on semen quality. **AMB Express**, 12(1), 158. <https://doi.org/10.1186/s13568-022-01496-6>

Lin Y, Wu D, Che L, Fang Z, Xu S, Feng B, Zhuo Y, Li J, Wu C, Zhang J and Li L (2022) Dietary Fibre Supplementation Improves Semen Production by Increasing Leydig Cells and Testosterone Synthesis in a Growing Boar Model. **Front. Vet. Sci.** 9:850685. doi: 10.3389/fvets.2022.850685

Lin, Y., Fang, Z. F., Che, L. Q., Xu, S. Y., Wu, D., Wu, C. M., & others. (2014). Use of sodium butyrate as an alternative to dietary fiber: Effects on the embryonic development and anti-oxidative capacity of rats. **PLoS ONE**, 9(9), e97838. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0097838>

Lin, Y., Li, L., Li, Y., Wang, K., Wei, D., Xu, S., & others. (2019). Interpretation of fiber supplementation on offspring testicular development in a pregnant sow model from a proteomics perspective. **International Journal of Molecular Sciences**, 20(4549). <https://doi.org/10.3390/ijms20184549>

Lin, Y., Wang, K., Che, L., Fang, Z., Xu, S., Feng, B., Zhuo, Y., Li, J., Wu, C., Zhang, J., Xiong, H., Yu, C., & Wu, D. (2022). The improvement of semen quality by dietary fiber intake is positively related with gut microbiota and SCFA in a boar model. **Frontiers in Microbiology**, 13, 863315. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.863315>

Liu, Y. (2015). Fatty acids, inflammation, and intestinal health in pigs. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, 6(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s40104-015-0040-1>

Luo, L., Reimert, I., Middelkoop, A., Kemp, B., & Bolhuis, J. E. (2020). Effects of early and current environmental enrichment on behavior and growth in pigs. **Frontiers in Veterinary Science**, 7, 268. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00268>

Luo, R., Yao, Y., Chen, Z. et al. Um exame da resposta imune LPS-TLR4 por meio da análise de estruturas moleculares e interações proteína-proteína. **Cell Commun Signal** 23, 142 (2025). <https://doi.org/10.1186/s12964-025-02149-4>

Mateos, G. G., Martín, F., Latorre, M. A., Vicente, B., & Lázaro, R. (2006). Inclusion of oat hulls in diets for young pigs based on cooked maize or cooked rice. **Animal Science**, 82(1), 57–63. <https://doi.org/10.1079/ASC20053>

Matos-Chamorro, A., & Chambilla-Mamani, E. (2010). Importancia de la fibra dietética, sus propiedades funcionales en la alimentación humana y en la industria alimentaria. **Revista de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos**, 1(1).

McRorie, J. W. Jr., & McKeown, N. M. (2017). Understanding the physics of functional fibers in the gastrointestinal tract: An evidence-based approach to resolving enduring misconceptions about insoluble and soluble fiber. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, 117(2), 251–264. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2016.09.021>

McRorie, J. W. Jr., & McKeown, N. M. (2017). Understanding the physics of functional fibers in the gastrointestinal tract: An evidence-based approach to resolving enduring misconceptions about insoluble and soluble fiber. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, 117(2), 251–264. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2016.09.021>

Mou, D., Li, S., Yan, C., Zhang, Q., Li, J., Wu, Q., Qiu, P., He, Y., Li, Y., Liu, H., Jiang, X., Zhao, X., Zhuo, Y., Feng, B., Lin, Y., Fang, Z., Xu, S., Li, J., Che, L., & Wu, D. (2020). Dietary fiber sources for gestation sows: Evaluations based on combined in vitro and in vivo methodology. **Animal Feed Science and Technology**, 269, 114636. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114636>

Mudgil, D. (2017). The interaction between insoluble and soluble fiber. In *Dietary Fiber for the Cardiovascular Disease Academic Press*. (pp. 35–59).

<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805130-6.00003-3>

Odakura, A. M., Caldara, F. R., Burbarelli, M. F. d. C., Almeida Paz, I. C. d. L., Garcia, R. G., Oliveira dos Santos, V. M., de Brito Mandu, D. F., Braz, J. M., & Lourenço da Silva, M. I. (2023). Dietary Supplementation of Eubiotic Fiber Based on Lignocellulose on Performance and Welfare of Gestating and Lactating Sows. **Animals**, 13(4), 695. <https://doi.org/10.3390/ani13040695>

Palladino, M. A., Fasano, G. A., Patel, D., Dugan, C., & London, M. (2018). Effects of lipopolysaccharide-induced inflammation on hypoxia and inflammatory gene expression pathways of the rat testis. **Basic and Clinical Andrology**, 28, 14. <https://doi.org/10.1186/s12610-018-0079-x>

Parab, S., Shetty, O., Gaonkar, R., Balasinor, N., Khole, V., & Parte, P. (2015). HDAC6 deacetylates alpha tubulin in sperm and modulates sperm motility in Holtzman rat. **Cell and Tissue Research**, 359(3), 665–678. <https://doi.org/10.1007/s00441-014-2039-x>

Pascual, J. J., Marco-Jiménez, F., Martínez-Paredes, E., Ródenas, L., Fabre, C., Juvero, M. A., & Cano, J. L. (2016). Feeding programs promoting daily feed intake stability in rabbit males reduce sperm abnormalities and improve fertility. **Theriogenology**, 86(3), 730–737. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.02.026>

Priester, M., Visscher, C., Fels, M., Rohn, K., & Dusel, G. (2020). Fibre supply for breeding sows and its effects on social behaviour in group-housed sows and performance during lactation. **Porcine Health Management**, 6, 15. <https://doi.org/10.1186/s40813-020-00153-3>

Ringseis, R., & Eder, K. (2022). Heat stress in pigs and broilers: Role of gut dysbiosis in the impairment of the gut-liver axis and restoration of these effects by probiotics, prebiotics, and synbiotics. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, 13(1), 1–16. <https://doi.org/10.1186/s40104-022-00783-3>

Robinson, J. A., & Buhr, M. M. (2005). Impact of genetic selection on management of boar replacement. **Theriogenology**, 63(2), 668–678. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2004.09.040>

Rogers, T. E., Pudlo, N. A., Koropatkin, N. M., Bell, J. S. K., Moya Balasch, M., Jasker, K., et al. (2013). Dynamic responses of *Bacteroides thetaiotaomicron* during growth on glycan mixtures. **Molecular Microbiology**, 88(5), 876–890. <https://doi.org/10.1111/mmi.12228>

Sapkota, A., Marchant-Forde, J. N., Richert, B. T., & Lay, D. C., Jr. (2016). Including dietary fiber and resistant starch to increase satiety and reduce aggression in gestating sows. **Journal of Animal Science**, 94(5), 2117–2127. <https://doi.org/10.2527/jas.2015-0013>

Scott, K. P., Duncan, S. H., & Flint, H. J. (2008). Dietary fibre and the gut microbiota.

Nutrition Bulletin, 33(3), 201–211. <https://doi.org/10.1111/j.1467-3010.2008.00706.x>
 Sekirov, I., Russell, S. L., Antunes, L. C., & Finlay, B. B. (2010). Gut microbiota in health and disease. **Physiological Reviews**, 90(3), 859–904. <https://doi.org/10.1152/physrev.00045.2009>

Sênos, D. R., & Jones, D. L. (2021). Redox signaling as a modulator of germline stem cell behavior: Implications for regenerative medicine. **Free Radical Biology and Medicine**, 166, 67–72. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2021.02.001>

Shen, S., Prame Kumar, K., Wen, S. W., Shim, R., Wanrooy, B. J., Stanley, D., et al. (2021). Deficiency of dietary fiber modulates gut microbiota composition, neutrophil recruitment, and worsens experimental colitis. **Frontiers in Immunology**, 12, 619366. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.619366>

Souza, M., Lajolo, F., Martini, L., Correa, N., Dan, M., & Menezes, E. (2010). Effect of oligofructose-enriched inulin on bone metabolism in girls with low calcium intakes. **Brazilian Archives of Biology and Technology** 53(1). <https://doi.org/10.1590/S1516-89132010000100024>

Sun, L. J., Li, J. N., & Nie, Y. Z. (2020). Gut hormones in microbiota-gut-brain cross-talk. **Chinese Medical Journal (English)**, 133(7), 826–833. <https://doi.org/10.1097/CM9.0000000000000706>

Tabeling, R., & Kamphues, J. (2003). Effects of different feeding and housing conditions on dry matter content and fecal consistency in sows. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, 87(3-4), 116–121. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0396.2003.00423.x>

Tan, F. P. Y., Beltranena, E., & Zijlstra, R. T. (2021). Resistant starch: Implications of dietary inclusion on intestinal health and growth in pigs: A review. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, 12, Article 124. <https://doi.org/10.1186/s40104-021-00644-5>

Urriola, P. E., & Stein, H. H. (2010). Effects of distillers dried grains with solubles on amino acid, energy, and fiber digestibility and on hindgut fermentation of dietary fiber in a corn-soybean meal diet fed to growing pigs. **Journal of Animal Science**, 88(4), 1454–1462. <https://doi.org/10.2527/jas.2009-2162>

Wallace, I. R., McKinley, M. C., Bell, P. M., & Hunter, S. J. (2013). Sex hormone binding globulin and insulin resistance. **Clinical Endocrinology**, 78(3), 321–329. <https://doi.org/10.1111/cen.12086>

Wang, L., Wang, C., Peng, Y., Zhang, Y., Liu, Y., Liu, Y., & Yin, Y. (2023). Research progress on anti-stress nutrition strategies in swine. **Animal Nutrition**, 13, 342–360. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2023.03.006>

Wang, Y., & Xie, Z. (2022). Exploring the role of gut microbiome in male reproduction. **Andrology**, 10(3), 441–450. <https://doi.org/10.1111/andr.13143>

- Webel, D. M., Finck, B. N., Baker, D. H., & Johnson, R. W. (1997). Time course of increased plasma cytokines, cortisol, and urea nitrogen in pigs following intraperitoneal injection of lipopolysaccharide. **Journal of Animal Science**, 75(6), 1514–1520. <https://doi.org/10.2527/1997.7561514x>
- Weber, T. E., & Kerr, B. J. (2008). Effect of sodium butyrate on growth performance and response to lipopolysaccharide in weanling pigs. **Journal of Animal Science**, 86(2), 442–450. <https://doi.org/10.2527/jas.2007-0499>
- Williams, BA, Grant, LJ, Gidley, MJ, & Mikkelsen, D. (2017). Fermentação intestinal de fibras alimentares: físico-química das paredes celulares vegetais e implicações para a saúde. **International Journal of Molecular Sciences**, 18 (10), 2203. <https://doi.org/10.3390/ijms18102203>
- Woyengo, T. A., Beltranena, E., & Zijlstra, R. T. (2014). Nonruminant Nutrition Symposium: Controlling feed cost by including alternative ingredients into pig diets: A review. **Journal of Animal Science**, 92(4), 1293–1305. <https://doi.org/10.2527/jas.2013-7169>
- Wrzosek, L., Miquel, S., Noordine, M. L., Bouet, S., Chevalier-Curt, M. J., Robert, V., et al. (2013). Bacteroides thetaiotaomicron and Faecalibacterium prausnitzii influence the production of mucus glycans and the development of goblet cells in the colonic epithelium of a gnotobiotic model rodent. **BMC Biology**, 11(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/1741-7007-11-61>
- Wu, D., Li, J. N., Yang, A. M., & Qian, J. M. (2021). A centenary reflection of gastrointestinal endocrinology and its related diseases. **Scientia Sinica Vitae**, 51(8), 920–926. <https://doi.org/10.1360/SSV-2021-0192>
- Wu, J., Xiong, Y., Zhong, M., Li, Y., Wan, H., Wu, D., & Liu, Q. (2020). Effects of dietary supplementation with purified fiber mixture in gestation diet on gut microbiota, immunity, and reproductive performance of sows. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, 104(4), 1144–1154. <https://doi.org/10.1111/jpn.13287>
- Yang, P., & Zhao, J. (2022). Fiber digestibility in growing pigs fed common fiber-rich ingredients – A systematic review. **Annals of Animal Science**, 22(2), 537–550. <https://doi.org/10.2478/aoas-2021-0050>
- Yin, H., Kang, Z., Zhang, Y., Gong, Y., Liu, M., Xue, Y., et al. (2021). HDAC3 controls male fertility through enzyme-independent transcriptional regulation at the meiotic exit of spermatogenesis. **Nucleic Acids Research**, 49(10), 5106–5123. <https://doi.org/10.1093/nar/gkab313>
- Yu, Y., Lu, L., Sun, J., Petrof, E. O., & Claud, E. C. (2016). Preterm infant gut microbiota affects intestinal epithelial development in a humanized microbiome gnotobiotic mouse model. **American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology**, 311(4), G521–G532. <https://doi.org/10.1152/ajpgi.00022.2016>

Zambrano, Z., De La Luz, M., Hernández, A., & Gallardo, Y. (1998). Caracterización fisicoquímica del Nopal. En M. Lajolo & E. Wenzel (Eds.), *Temas de Tecnología de Alimentos: Vol. 2. Fibra dietética* (pp. 29–41). CYTED, Instituto Politécnico Nacional, México.

Zanella, A. J. (2021). **O bem-estar animal como indicador da sustentabilidade da agricultura brasileira**. *Jornal da USP*. Disponível em <https://jornal.usp.br/?p=433207>

Zhang, W., Li, D., Liu, L., Zang, J., Duan, Q., Yang, W., et al. (2013). The effects of dietary fiber level on nutrient digestibility in growing pigs. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, 4(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/2049-1891-4-17>

Zhang, Y., Gan, Y., Wang, J., Feng, Z., Zhong, Z., Bao, H., et al. (2022). Dysbiosis of gut microbiota and intestinal barrier dysfunction in pigs with pulmonary inflammation induced by *Mycoplasma hyorhinis* infection. **mSystems**, 7(4), e00282-22. <https://doi.org/10.1128/msystems.00282-22>

Zhao, J. B., Wang, Q., Liu, L., Chen, Y., Jin, A., Liu, G., Li, K., Li, D., & Lai, C. (2018). Comparative digestibility of nutrients and amino acids in high-fiber diets fed to crossbred barrows of Duroc boars crossed with Berkshire × Jiaying and Landrace × Yorkshire. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, 31(5), 721–728. <https://doi.org/10.5713/ajas.17.0344>

Zijlstra, R. T., Jha, R., Woodward, A. D., Fohse, J., & Van Kempen, T. A. (2012). Starch and fiber properties affect their kinetics of digestion and thereby digestive physiology in pigs. **Journal of Animal Science**, 90(Suppl 4), 49–55. <https://doi.org/10.2527/jas.53718>

CAPÍTULO 2

Bem-estar e qualidade espermática de reprodutores suínos suplementados com fibra insolúvel parcialmente fermentável

RESUMO - O estudo foi conduzido com objetivo de avaliar os efeitos da suplementação de fibra insolúvel parcialmente fermentável na dieta de cachacos adultos sobre a qualidade espermática, comportamento e saúde geral. Foram utilizados 30 cachacos adultos, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em dois tratamentos: 1) CONTROLE– sem suplementação de fibra e 2) FIBRA – inclusão de 35 g/animal/dia de fibra insolúvel parcialmente fermentável. A fibra foi fornecida diariamente na ração em refeição única diária por 120 dias consecutivos. Durante o período experimental os animais foram submetidos à coletas semanais de sêmen e as frações produtivas do ejaculado foram analisadas macro e microscopicamente, utilizando o sistema CASA (Computer Assisted Sperm Analysis). O comportamento dos animais foi semanalmente avaliado uma hora e três horas após o fornecimento da ração, com base em etograma pré-estabelecido. Adicionalmente, foram avaliados escores de consumo de ração, perineal e fecal. A suplementação com fibra insolúvel parcialmente fermentável não promoveu alterações significativas na qualidade seminal, nos escores fecal e perineal ou no comportamento dos cachacos durante o período de alojamento. No entanto, o grupo suplementado apresentou consumo de ração significativamente menor em comparação ao grupo controle, sugerindo um possível efeito de saciedade promovido pela fibra. Dessa forma, a inclusão diária de 35 g de fibra pode ser uma ferramenta útil no manejo nutricional de cachacos, sem melhora ou prejuízos à função reprodutiva ou ao comportamento em confinamento.

PALAVRAS-CHAVE: comportamento, machos reprodutores, restrição alimentar, saciedade, sêmen.

Welfare and sperm quality of boars supplemented with partially fermentable insoluble fiber

ABSTRACT - The study was conducted to evaluate the effects of dietary supplementation with partially fermentable insoluble fiber on semen quality, behavior, and general health of adult boars. Thirty adult boars were used in a completely randomized design with two treatments: (1) CONTROL – no fiber supplementation, and (2) FIBER – inclusion of 35 g/animal/day of partially fermentable insoluble fiber. The fiber was provided daily in a single meal for 120 consecutive days. During the experimental period, the animals underwent weekly semen collection, and the ejaculate's productive fractions were analyzed both macroscopically and microscopically using the CASA system (Computer-Assisted Sperm Analysis). Animal behavior was assessed weekly at one and three hours after feeding, based on a predefined ethogram. Additionally, feed intake, perineal score, and fecal score were evaluated. Fiber supplementation did not induce significant changes in semen quality, fecal or perineal scores, or the general behavior of boars during the housing period. However, the supplemented group showed significantly lower feed intake compared to the control group, suggesting a possible satiety effect promoted by the fiber. Therefore, the daily inclusion of 35 g of partially fermentable insoluble fiber may be a useful nutritional management tool for boars, with no improvement or impairment to reproductive function or behavior under confinement.

KEYWORDS: behavior, breeding males, feed retraction, satiety, semen.

1 INTRODUÇÃO

Avanços nas tecnologias reprodutivas e no melhoramento genético têm possibilitado a seleção de machos suínos com alta capacidade espermatogênica, contribuindo significativamente para a eficiência produtiva da cadeia suinícola (Flowers, 2022). A inseminação artificial, amplamente difundida na suinocultura moderna, apresenta elevadas taxas de fecundação, superiores a 93% nas fêmeas (Bortolozzo et al., 2015), consolidando os cachos como agentes centrais no sucesso reprodutivo do plantel. No entanto, aspectos relacionados ao manejo nutricional, ao comportamento e ao bem-estar desses animais, fatores intimamente ligados à qualidade seminal (Lopez-Rodrigues et al., 2017), ainda carecem de investigação aprofundada.

Embora as dietas para cachos adultos sejam formuladas para atender suas exigências em energia, aminoácidos, vitaminas e minerais (Grzykowiak et al., 2022), a prática rotineira da restrição alimentar, empregada para controle do peso corporal e escore de condição corporal, pode comprometer a sensação de saciedade. Essa limitação pode favorecer a ocorrência de estresse e de comportamentos estereotipados, impactando negativamente o bem-estar e, potencialmente, a função reprodutiva (Wilson et al., 2004). Nesse contexto, a inclusão de fibras na dieta surge como uma estratégia nutricional promissora, com efeitos benéficos que extrapolam a saciedade, contribuindo para a modulação da microbiota intestinal, integridade da mucosa, homeostase imunológica e, possivelmente, para a qualidade espermática (Lindberg, 2014).

A fibra insolúvel parcialmente fermentável destaca-se por combinar frações mecânica e fermentável, promovendo múltiplos efeitos fisiológicos. A fração não fermentável regula o tempo de trânsito da digesta e melhora a consistência fecal, enquanto a fração fermentável é metabolizada por bactérias do intestino grosso, resultando na produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), como acetato, propionato e butirato, além de ácido láctico (Agyekum & Nyachoti, 2017; Wenk, 2001). Esses metabólitos atuam na manutenção da eubiose, integridade epitelial, absorção de nutrientes e na modulação de respostas inflamatórias locais.

Adicionalmente, a fermentação seletiva de componentes da fibra por microrganismos benéficos, como *Lactobacillus* spp., eleva a produção de ácido lático, conferindo efeito antimicrobiano contra patógenos entéricos. Essa interação entre estrutura da fibra, microbiota e metabolismo fermentativo favorece a estabilidade funcional do ambiente intestinal (Jha & Berrocoso, 2015). Evidências crescentes sugerem que a composição da microbiota intestinal exerce influência sobre parâmetros espermáticos, incluindo volume, concentração, motilidade e morfologia, conforme demonstrado em estudos com humanos e modelos animais (Valcarce et al., 2017; Alhaj et al., 2018; Tian et al., 2019; Hussain et al., 2021).

Apesar do crescente interesse por esse tema, são escassas as investigações sobre os efeitos da suplementação com fibras eubióticas em cachacos sexualmente maduros, especialmente nas condições específicas de unidades produtoras de sêmen (UPS), onde os animais são submetidos a elevado desafio reprodutivo. Dado o papel estratégico dos cachacos na produtividade das granjas, mesmo pequenas melhorias na qualidade espermática podem resultar em aumento expressivo na produção de doses inseminantes por ejaculado.

Diante disso, o presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da inclusão de fibra insolúvel parcialmente fermentável na dieta de cachacos adultos sobre parâmetros de qualidade espermática, comportamento e indicadores de saúde geral, buscando compreender o potencial dessa estratégia nutricional na promoção do bem-estar e no desempenho reprodutivo desses animais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de acordo com as diretrizes da ARRIVE (<https://arriveguidelines.org>) e todos os métodos foram realizados de acordo com as normas vigentes. O Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Federal da Grande Dourados (Protocolo CEUA- 24019) aprovou todos os procedimentos.

2.1 Local e instalações experimentais

O experimento, com duração de 120 dias, foi conduzido em uma central de processamento de sêmen, localizada no estado de Minas Gerais, Brasil. De acordo

com a classificação de Köppen o clima da região é do tipo CWA mesotérmico, caracterizado por verões quentes e úmidos e invernos secos (Alvares et al., 2013).

Os animais foram alojados individualmente em gaiolas com dimensão 2,17 m x 0,67 m, dotadas de piso semi-ripado, comedouro individual em inox e bebedouro automático tipo chupeta. O galpão foi dotado de sistema de resfriamento automatizado de pressão negativa com placas evaporativas, visando a manutenção da temperatura ideal para cachacos de 15-25°C e umidade relativa de 60-65%. As luzes artificiais eram desligadas diariamente às 21:00 horas e acesas novamente às 06:00 horas da manhã, totalizando 9 horas consecutivas de escuro.

2.2 Animais e delineamento experimental

Foram utilizados 30 cachacos, de três linhagens genéticas, sendo duas destinadas à reprodução de fêmeas e uma voltada para a produção de animais de corte, com idade média de 456 ± 228 dias, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em dois tratamentos, garantindo-se que ambos os tratamentos tivessem a mesma quantidade de machos de cada linhagem:

- 1) CONTROLE - sem fornecimento de fibra;
- 2) FIBRA - suplementação diária de 35 g/animal/dia de fibra insolúvel parcialmente fermentável na alimentação.

2.3 Manejo da alimentação e fornecimento da fibra

Os animais receberam diariamente em uma única refeição, no período entre as 7:00 e 8:00 horas, $2,5 \pm 0,5$ kg de ração, ajustado de acordo com o escore de condição corporal, fornecida por meio de Drops automatizados. A ração, fornecida na forma peletizada, foi formulada especificamente para machos reprodutores, apresentando 3.000 kcal EM/kg, 15% de proteína bruta, 3% de extrato etéreo, 8% de fibra bruta, além dos seguintes níveis mínimos de aminoácidos essenciais: 0,80% de lisina, 0,25% de metionina, 0,60% de treonina e 0,19% de triptofano, seguindo as recomendações de Rostagno et al. (2017).

Concomitantemente ao fornecimento da dieta basal, os animais do grupo tratado receberam suplementação com 35 g/dia de fibra vegetal derivada de madeira, administrada individualmente, juntamente à ração diária. A fibra utilizada é classificada

como insolúvel e parcialmente fermentável, composta majoritariamente por lignocelulose obtida de madeira fresca, isenta de contaminantes e micotoxinas, apresentando a seguinte composição média: 88% de fibra alimentar total (FAT), 59% de fibra bruta, 1,3% de FAT solúvel, 78% de FDN, 64% de FDA, 25-30% de lignina, ~0% de energia, 0,9% de proteína bruta, 0,8% de gordura bruta, 8% de umidade, 1% de cinza bruta e 1,3% de minerais e oligoelementos.

2.4 Coleta e avaliação da qualidade do sêmen

As atividades de coleta de sêmen se iniciaram após o término do arraçamento. De 2 a 3 vezes por semana os animais foram retirados das gaiolas e conduzidos individualmente, com o auxílio de tábuas de manejo e chocalhos, estímulos sonoros (assovios) e quando necessário utilizadas das mãos para gesticular e movimentar os animais. Os cachaços eram então encaminhados para as baias de espera e coleta, onde um operador capacitado realizou os procedimentos de esgota e limpeza prepucial com o auxílio de papel toalha, seguido da condução dos animais para a baia de coleta, realizada em manequim com suporte automatizado para fixação peniana. As porções pré-espermáticas do ejaculado foram descartadas e as frações produtivas foram acondicionadas em recipientes isotérmicos vedados e encaminhadas ao laboratório via tubulação fechada via óculo pneumático para possibilitar a análises de qualidade macro e microscópica (volume, concentração espermática, motilidade total e progressiva, defeitos e alterações morfológicas). Com base no volume do ejaculado, na concentração espermática e na concentração de espermatozoides padronizada por dose (2 bilhões / dose), foi calculado o número de doses possíveis por ejaculado. As análises espermáticas foram realizadas com o auxílio do sistema CASA (Computer Assisted Sperm Analysis). Uma vez concluídos os procedimentos de coleta, o animal foi redirecionado ao seu alojamento pelo mesmo manejador, utilizando-se os mesmos procedimentos.

2.5 Escore de consumo de ração

Cerca de 40 minutos após o fornecimento da ração foram avaliados visualmente os escores de consumo de ração, sendo estes divididos em três categorias: 1 (de 0 a 30% do volume ofertado), 2 (de 31 a 60% do volume ofertado), e 3 (acima de 61% do volume ofertado). As avaliações foram realizadas por um único

observador treinado, previamente calibrado e cego quanto aos tratamentos experimentais. A avaliação visual do consumo de ração por escore percentual de cocho foi baseada em práticas para monitoramento de 'pan coverage' em sistemas comerciais (PIC Wean-To-Finish Manual, 2019), adaptadas para as categorias: 1 (0–30 %), 2 (31–60 %) e 3 (> 60 %).

2.6 Escore perineal e escore fecal

A avaliação visual da região perineal foi realizada semanalmente utilizando uma escala adaptada de Kiefer et al. (2021), empregada originalmente em porcas para monitorar risco de prolapso uterino. Os escores variaram de 0 (sem inchaço), 1 (leve inchaço), 2 (inchaço moderado) a 3 (inchaço grave), com critérios definidos por protuberância e edema visíveis.

Na mesma ocasião, avaliou-se a consistência fecal por meio de escores visuais, conforme os seguintes critérios: 0 (fezes normais); 1 (consistência semissólida); 2 (consistência cremosa); e 3 (consistência aquosa). Foi atribuída adição de 0,5 ponto em casos com presença detectável de muco e/ou sangue (Sato et al., 2022).

2.7 Avaliação comportamental

A avaliação comportamental focal dos animais foi realizada por observação direta no local, em dois momentos distintos: uma hora e três horas após o fornecimento da ração, sendo sempre conduzida pelo mesmo observador treinado. O protocolo observacional foi baseado em um etograma adaptado de Castro (2016) (Tabela 1). Durante cada sessão, foram realizadas três amostragens consecutivas, com intervalo de dois minutos entre elas. Os comportamentos observados foram registrados e expressos como média das três observações.

Tabela 1: Etograma utilizado para análise comportamental de cachacos, suplementados ou não com de fibra insolúvel parcialmente fermentável na dieta.

Comportamento	Descrição
Interação social negativo	Interações agressivas, como mordidas, empurrões ou outros comportamentos que causem desconforto ou prejuízo a outro animal.
Interação social positiva	Interações sociais não agressivas, como cheirar, sugar, acariciar com o focinho ou tocar gentilmente outro animal, sem provocar reações defensivas.
Comportamento sexual	Mastigação sem a presença de alimentos, salivação excessiva, com ou sem o reflexo de Flehmen (elevação da cabeça e curvatura do lábio superior). Simulação de monta direcionada a estruturas da gaiola ou exibição de arqueamento dorsal, com movimentos copulatórios repetitivos, com ou sem ejaculação.
Comportamento estereotipado	Animal realizando ações repetitivas sem função aparente, (exemplo: lamber o chão e/ou o comedouro, morder as barras da gaiola, mastigar o ar, ativar o bebedouro sem beber água, balançar a cabeça).
Sentado	Animal com a região pélvica apoiada no solo, membros anteriores estendidos sustentando o tronco e membros posteriores recolhidos sob o corpo.
Deitado	Animal com o corpo apoiado total ou parcialmente ao solo, em decúbito lateral ou ventral, com os membros estendidos ou recolhidos.
Atento ao ambiente	Animal em estação (em pé), atento, com a cabeça erguida e olhos abertos, observando o ambiente ou outros animais.
Outros comportamentos	Comportamentos básicos de manutenção, como alimentar-se, beber água, urinar ou defecar.

Fonte: Adaptado de Castro, 2016.

2.8 Condições microclimáticas

Antes de cada avaliação comportamental, foram registradas as leituras de temperatura e umidade relativa do painel do sistema de controle climático. Além disso,

o microclima dentro das instalações foi monitorado e registrado periodicamente usando um sensor de temperatura e umidade (registrador de dados – HT-810, Instrutemp), posicionado no centro das instalações, próximo ao sensor do sistema de controle climático. As condições microclimáticas de temperatura e umidade relativa do ar permaneceram estáveis ao longo do período experimental, com valores médios de $24,9 \pm 1,9$ C e $59,97 \pm 5,44\%$, respectivamente.

2.9 Análise estatística

Os dados das avaliações espermáticas foram verificados quanto a normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias. Aqueles que não atenderam a estas premissas estatísticas foram transformadas. Desta forma, os dados originais ou transformados foram submetidos a análise de variância através do procedimento MIXED do SAS (SAS 9.4), aqueles que apresentaram significância tiveram suas médias comparadas pelo teste F. A idade dos animais, a ordem de coletas e o número de dias de intervalo entre coletas foram adicionados ao modelo matemático como covariáveis quando seu efeito foi significativo.

As respostas às avaliações de escore de consumo, perineal e fecal foram consideradas variáveis categóricas (frequências) sendo utilizado a estatística não paramétrica de frequência com uso do teste do Chi-quadrado ou exato de Fisher com uso do procedimento FREQ do SAS (SAS 9.4, 2015). Os dados nas tabelas estão expressos em porcentagem das respostas obtidas em cada avaliação para os tratamentos.

As análises estatísticas para os resultados de comportamento foram realizadas utilizando o procedimento SAS GLIMMIX (SAS, versão 9.4, SAS Institute Inc, Cary, NC, EUA). Por não atenderem ao pressuposto de normalidade dos resíduos foram transformados com uso da matriz LOGNORMAL, desta forma o procedimento GLIMMIX modela o logaritmo da variável resposta como uma variável aleatória normal. Ou seja, a média e a variância são estimadas na escala logarítmica, assumindo assim uma distribuição normal. A idade dos animais foi adicionada ao modelo matemático como covariável. Para comparar as médias pelo teste de mínimos quadrados, as estimativas obtidas foram ajustadas pelo link inverso (linhas pdiff ilink) do procedimento GLIMMIX. Os dados estão expressos em porcentagem da frequência

de sua ocorrência na realização dos testes, em relação a todos os comportamentos demonstrados, durante o período de avaliação. Para todas as análises estatísticas realizadas neste estudo adotou-se o nível de significância de 5%.

3. RESULTADOS

3.1 Qualidade do Sêmen

A inclusão diária de fibra eubiótica na dieta de cachaços não influenciou ($P>0,05$) nenhum dos parâmetros espermáticos avaliados (Tabela 2). Independente, do tratamento, os parâmetros espermáticos dos cachaços avaliados permaneceram dentro dos padrões fisiológicos de normalidade para a espécie suína. O volume médio do ejaculado totalizou valores compatíveis com os esperados para cachaços adultos em atividade reprodutiva regular e a concentração espermática também se manteve dentro da faixa considerada satisfatória para uso em inseminação artificial. As motilidades total e progressiva, apresentaram percentuais acima de 80% e a taxa de espermatozoides com alterações morfológicas permaneceu baixa em ambos os grupos.

Tabela 2: Parâmetros macro e microcópicos do ejaculado de cachaços suplementados ou não com fibra insolúvel parcialmente fermentável na dieta.

Variável	Controle	Fibra	EPM	P-Valor
Concentração (bilhões/ml)	0,439	0,425	0,006	0,1415
Volume (ml)	209,630	211,990	2,877	0,6772
Total spz/ejaculado (bilhões)	88,650	87,200	1,263	0,5622
Motilidade Total (%)	95,090	95,400	0,135	0,2564
Motilidade Progressiva (%)	86,620	87,360	0,285	0,1963
Defeitos totais (%)	13,370	14,280	0,295	0,1274
Nº de Doses possíveis	35,903	34,688	0,499	0,2278

*SPZ: espermatozoides; EPM: Erro padrão médio.

3.2 Escore de consumo de ração, fecal e perineal

Em relação ao escore de consumo, embora a maioria dos animais de ambos os grupos tenha apresentado escore 3 (consumo superior a 61% da ração fornecida), observou-se frequência significativamente maior de escores mais baixos (1 e 2) no grupo suplementado com fibra. Esse achado sugere que a inclusão da fibra pode ter

promovido maior sensação de saciedade, resultando em redução do consumo imediato da dieta (Tabela 3).

Tabela 3: Escore de consumo ração, fecal e perineal de cachacos suplementados ou não com fibra insolúvel parcialmente fermentável na dieta.

Variável	Escore	Controle	Fibra	P-Valor
Escore consumo	1	0,07%	0,59%	0,0002
	2	0,33%	1,45%	
	3	99,60%	97,95%	
	0	99,84%	100%	
Escore Fecal	1	0%	0%	0,1506
	2	0,08%	0,00%	
	3	0,08%	0,00%	
	0	76,47%	73,33%	
Escore Perineal	1	23,53%	26,67%	0,4283
	2	0%	0%	
	3	0%	0%	

Não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os tratamentos quanto aos escores fecal e perineal. Em relação ao escore fecal, a maioria dos animais apresentou escore 0, indicando fezes com consistência normal em ambos os grupos. Os escores 2 e 3, que indicam alterações na consistência fecal, foram observados apenas no grupo Controle e com frequência muito baixa (0,08% cada), estando ausentes no grupo Fibra.

Quanto ao escore perineal, a maioria dos animais apresentou escore 0 (ausência de inchaço), com menor frequência dos escores 1 e 2 (inchaço leve a moderado). O escore 3 (inchaço avançado) não foi registrado em nenhum dos grupos.

3.3 Comportamento

A análise comportamental dos cachacos (Tabela 4) não revelou diferenças significativas entre os tratamentos para nenhuma das categorias avaliadas ($P > 0,05$). Em ambos os grupos, os comportamentos mais frequentemente observados foram de repouso (deitado) e atenção ao ambiente, seguidos pelos comportamentos estereotipados. Estes últimos foram numericamente mais prevalentes no grupo Controle (23,67%) em comparação ao grupo Fibra (17,92%), embora a diferença não

tenha sido estatisticamente significativa ($P = 0,225$). Os comportamentos sociais, tanto positivos quanto negativos, assim como o comportamento sexual, foram registrados com baixa frequência ($<0,5\%$) em ambos os tratamentos, justificável pela natureza do alojamento individual em gaiolas, enquanto a categoria "outros comportamentos" permaneceu estável entre os grupos.

Tabela 4: Frequência comportamental (%) de cachorros suplementados ou não com a fibra insolúvel parcialmente fermentável na dieta.

Comportamento	Controle	Fibra	EPM	P-Valor
Comportamento Social				
negativo	0	0,047	-	1,000
Comportamento social positivo	0,225	0,130	0,286	0,292
Comportamento sexual	0,166	0,414	0,281	0,154
Comportamento estereotipado	23,666	17,919	0,17	0,225
Atento ao ambiente	27,989	34,274	0,166	0,117
Sentar-se	9,056	6,875	0,281	0,117
Repousar	32,489	34,675	0,153	0,480
Outro comportamento ativo	5,581	5,665	0,114	0,742

*EPM: Erro padrão médio.

4. DISCUSSÃO

A hipótese deste estudo partiu de evidências consolidadas na literatura sobre os efeitos metabólicos das frações fermentáveis e não fermentáveis da fibra alimentar (Jha & Berrocoso, 2015; Agyekum & Nyachoti, 2017; Lin et al., 2019; Jha et al., 2019; Lin et al., 2022a,b; Odakura et al., 2023), especialmente em relação à promoção da saciedade e da saúde intestinal por meio da produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), modulação da inflamação e manutenção da integridade da barreira epitelial. Esses fatores estão intimamente ligados à preservação da homeostase sistêmica e podem, direta ou indiretamente, influenciar processos fisiológicos como a espermatogênese.

A espermatogênese é altamente dependente da integridade do eixo hipotálamo-hipófise-gonadal, que pode ser comprometida em situações de inflamação crônica ou translocação de endotoxinas intestinais, especialmente lipopolissacarídeos

(LPS), para a circulação sistêmica (Shen et al., 2022; Garcia et al., 2024). Os AGCC, em especial o butirato, possuem propriedades anti-inflamatórias e são capazes de modular vias epigenéticas e hormonais que favorecem a função testicular, incluindo a produção de testosterona e a diferenciação das células germinativas (Canani, Costanzo & Leone, 2012; Alhaj et al., 2018; Liu et al., 2025).

Nesse contexto, era plausível supor que a suplementação com fibra parcialmente fermentável, como a lignocelulose, poderia beneficiar o bem-estar geral e a função reprodutiva de cachacos reprodutores adultos por meio de mecanismos mediados pela microbiota intestinal. No entanto, os resultados não confirmaram essa hipótese: não foram observadas alterações significativas na qualidade espermática, no comportamento ou no escore fecal, exceto por uma leve, porém significativa, redução no consumo imediato de ração.

A ausência de efeitos marcantes pode ser atribuída a múltiplos fatores fisiológicos e experimentais. Em primeiro lugar, grande parte dos estudos que evidenciam benefícios da fibra sobre a função reprodutiva utilizam modelos com animais jovens ou em crescimento, fase em que a espermatogênese é mais sensível a variações nutricionais e metabólicas (Lin et al., 2022a,b). Em machos adultos sexualmente maduros e com parâmetros espermáticos normais, como os avaliados neste estudo, o potencial de resposta fisiológica tende a ser mais limitado. De fato, os parâmetros de volume, motilidade e morfologia observados foram compatíveis com cachacos em pleno desempenho reprodutivo (Jung, Rüdiger & Schulze, 2015; Schulze et al., 2015).

Em segundo lugar, a natureza da fibra utilizada pode ter representado uma limitação relevante. A lignocelulose testada, estruturalmente semelhante ao farelo de trigo composto por arabinoxilanas e celulose com 85–90% de fração insolúvel apresenta baixa fermentabilidade (Maes & Delcour, 2002; Jha & Berrocso, 2015). Embora estudos com farelo de trigo finamente moído tenham demonstrado produção de AGCC e benefícios à microbiota e ao trânsito intestinal (Jenkins et al., 1999; Tuncil et al., 2018), a lignocelulose, mesmo com granulometria reduzida, parece ter menor capacidade de servir como substrato fermentável (Zeitz et al., 2019; Röhe et al., 2020). Sem uma produção robusta de AGCC, os efeitos sistêmicos benéficos, como melhora

da integridade intestinal, imunomodulação ou regulação hormonal, tendem a ser atenuados (Cong et al., 2022; Hussain et al., 2021).

Além disso, os AGCC também estão envolvidos na indução da produção intestinal de serotonina (5-HT), que, além de regular o trânsito gastrointestinal, exerce influência sobre o humor, a saciedade e a resposta ao estresse, com potenciais repercussões no eixo neuroendócrino reprodutivo (Ge et al., 2018; Buey et al., 2023). A baixa fermentabilidade da fibra testada pode ter comprometido essa via metabólica, reduzindo seus possíveis efeitos benéficos sobre o bem-estar geral.

Outro ponto a ser considerado é a quantidade de fibra fornecida. Neste estudo, os cachaços receberam 35 g/dia de lignocelulose, o que corresponde a aproximadamente 1,4% a 1,75% da ingestão diária de ração e entre 0,009% a 0,012% do peso corporal, proporções substancialmente inferiores às empregadas em outros modelos. Em galinhas poedeiras (com peso médio de 2 kg), a inclusão de 2% a 4% de lignocelulose corresponde a 0,12% a 0,2% do peso corporal, e resultou em alterações expressivas na microbiota e nos níveis de AGCC, com aumento de bactérias como *Prevotellaceae*, *Faecalibacterium* e *Megasphaera*, conforme relatado por Sun, Hou & Yang (2021). Embora este estudo não tenha quantificado diretamente os AGCC, é plausível que a combinação de baixa dose, limitada fermentabilidade e particularidades fisiológicas dos cachaços tenha reduzido a geração de metabólitos fermentativos em níveis capazes de produzir efeitos sistêmicos perceptíveis. Ainda, mesmo em modelos com alta inclusão de fibra, observou-se que a concentração de AGCC pode ser impactada negativamente por menor volume de quimo ou por alterações na eficiência de fermentação (Sun, Hou & Yang, 2021).

Quanto ao comportamento, ainda que a frequência de comportamentos estereotipados tenha sido numericamente inferior no grupo suplementado (17,92%) em comparação ao controle (23,67%), a diferença não foi estatisticamente significativa. Esse dado, no entanto, não deve ser descartado, pois sugere um possível efeito marginal da fibra na redução de frustração alimentar, um fator comum em sistemas intensivos de alojamento (Close & Cole, 2001; Odakura et al., 2023). Além disso, é importante considerar que a ausência de efeitos mais robustos sobre o comportamento pode estar relacionada ao elevado desafio ambiental imposto pelas condições de alojamento intensivo, com os animais mantidos em ambiente com

restrição social e locomotora. Esse contexto pode ter atenuado ou mascarado possíveis efeitos benéficos da fibra sobre a saciedade, uma vez que a restrição alimentar é apenas um dos múltiplos fatores envolvidos na gênese de comportamentos estereotipados (Leew et al., 2008). De fato, a incidência geral dessas manifestações comportamentais foi elevada neste estudo, independentemente do tratamento, o que reforça a necessidade de abordagens mais integradas para avaliação do bem-estar.

A ausência de alteração no escore fecal pode estar ligada às propriedades da fibra utilizada. Embora granulometrias finas estejam associadas a maior produção de AGCC e efeito laxativo (Jenkins et al., 1999; Tuncil et al., 2018), partículas muito moídas podem perder capacidade de retenção de água (CRA), por colapso da estrutura física (Cadden, 1987). Isso compromete o efeito mecânico da fibra no trato gastrointestinal, o que pode explicar a estabilidade na consistência fecal. A ausência de alterações no escore perineal pode decorrer dessa mesma estabilidade, uma vez que variações na umidade fecal impactam a pressão intra-abdominal e a integridade da região perineal.

Por fim, embora não tenham sido observados efeitos metabólicos profundos, houve impacto sobre o comportamento alimentar imediato. Esse achado é coerente com a literatura, que associa fibras insolúveis à promoção de saciedade via distensão gástrica, aumento da mastigação e liberação de hormônios anorexígenos como GLP-1 e PYY (Wenk, 2001; de Leeuw et al., 2008; Jha & Berrocoso, 2015). Contudo, partículas finamente moídas tendem a apresentar menor CRA, o que, embora limite os efeitos laxativos e mecânicos da fibra, não impede a indução de saciedade precoce por mecanismos sensoriais e hormonais (Jenkins et al., 1999). Assim, a combinação de baixa fermentabilidade, dose limitada e possível indução precoce de saciedade pode ter atenuado os efeitos esperados sobre o metabolismo intestinal e, indiretamente, sobre a função reprodutiva.

Por fim, a ausência de respostas significativas à suplementação pode ser compreendida como resultado de uma combinação de fatores: a fase fisiológica dos animais, a baixa fermentabilidade da fibra utilizada, a dose relativamente baixa administrada, bem como às limitações metodológicas para detecção de mudanças sutis em bem-estar e metabolismo. Além disso, o ambiente de alojamento intensivo e

individual, com restrição social e locomotora, pode ter representado um desafio comportamental importante, possivelmente se sobrepondo a eventuais efeitos positivos da fibra sobre a saciedade e o bem-estar. A elevada incidência geral de comportamentos estereotipados observada reforça a complexidade da resposta comportamental em sistemas confinados. Portanto, embora a inclusão de fibras na dieta de suínos seja amplamente reconhecida por seus benefícios à saúde intestinal, comportamento e metabolismo, sua eficácia depende da fonte, da dose, da fermentabilidade e do perfil fisiológico dos animais.

5. CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo indicam que a suplementação da dieta com 35 g/dia de fibra insolúvel parcialmente fermentável em cachaços reprodutores adultos não promoveu alterações nos parâmetros espermáticos, escore fecal e perineal ou frequência de comportamentos estereotipados, embora tenha reduzido discretamente o consumo imediato de ração. Estudos futuros devem explorar diferentes tipos e níveis de fibra, incluindo fontes mais fermentáveis, bem como estratégias combinadas que considerem o contexto ambiental e o estágio fisiológico dos reprodutores, a fim de maximizar os possíveis efeitos positivos sobre o bem-estar e a função reprodutiva.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agyekum, A. K., & Nyachoti, C. M. (2017). Nutritional and metabolic consequences of feeding high-fiber diets to swine: A review. **Engineering**, 3(5), 716–725. <https://doi.org/10.1016/J.ENG.2017.03.010>
- Alhaj, H. W., Li, Z., Shan, T., Dai, P., Zhu, P., Li, Y., et al. (2018). Effects of dietary sodium butyrate on reproduction in adult breeder roosters. **Animal Reproduction Science**, 196, 111–119. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2018.07.002>
- Alvares, CA, Stape, JL, Sentelhas, PC, Gonçalves, JL, & Sparovek, G. (2013). Mapa de classificação climática de Köppen para o Brasil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22 , 711-728.
- Bortolozzo, F. P., Menegat, M. B., Mellagi, A. P., Bernardi, M. L., & Wentz, I. (2015). New artificial insemination technologies for swine. **Reproduction in Domestic Animals**, 50(Suppl 2), 80–84. <https://doi.org/10.1111/rda.12544>

Buey, B., Forcén, A., Grasa, L., Layunta, E., Mesonero, J. E., & Latorre, E. (2023). Gut microbiota-derived short-chain fatty acids: Novel regulators of intestinal serotonin transporter. *Life* (Basel, Switzerland, 13(5), 1085. <https://doi.org/10.3390/life13051085>

Cadden, A.-M. (1987). Comparative effects of particle size reduction on physical structure and water binding properties of several plant fibers. **Journal of Food Science**, 52(6), 1595–1599. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1987.tb05886.x>

Canani, R.B, Di Costanzo, M., & Leone, L. (2012). The epigenetic effects of butyrate: Potential therapeutic implications for clinical <https://doi.org/10.1186/1868-7083-4-4>

Castro, A. C. (2016). **Comportamento e desempenho sexual de suínos reprodutores criados em ambientes enriquecidos**. Tese de Doutorado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. doi:10.11606/T.11.2016.tde-11052016-101442. Acessado em 2025-06-26, de www.teses.usp.br

Close, W.H.; & Cole, D.J.A. (2001). Nutrition of Sows and Boars. In M. A. Varley & J. Wiseman (Eds.), *Practical feeding strategies* (Vol. 1, pp. 293-331). Nottingham University Press.

Cong, J., Zhou, P., & Zhang, R. (2022). Intestinal microbiota-derived short chain fatty acids in host health and disease. **Nutrients**, 14(9), 1977. <https://doi.org/10.3390/nu14091977>

De Leeuw, J. A., Bolhuis, J. E., Bosch, G., & Gerrits, W. J. J. (2008). Effects of dietary fibre on behaviour and satiety in pigs. **Proceedings of the Nutrition Society**, 67(4), 334–342. <https://doi.org/10.1017/S002966510800863X>

Flowers, W. L. (2022). Factors affecting the production of quality ejaculates from boars. **Animal Reproduction Science**, 246, 106840. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2021.106840>

Garcia, C., Velez, L. M., Ujagar, N., Del Mundo, Z., Nguyen, T., Fox, C., Mark, A., Fisch, K. M., Lawson, M. A., Duleba, A. J., Seldin, M. M., & Nicholas, D. A. (2024). Lipopolysaccharide-induced chronic inflammation increases female serum gonadotropins and shifts the pituitary transcriptomic landscape. **Frontiers in Endocrinology**, 14, 1279878. <https://doi.org/10.3389/fendo.2023.1279878>

Ge, X., Pan, J., Liu, Y., Wang, H., Zhou, W., & Wang, X. (2018). Intestinal crosstalk between microbiota and serotonin and its impact on gut motility. **Current Pharmaceutical Biotechnology**, 19(3), 190–195. <https://doi.org/10.2174/1389201019666180528094202>

Grzeskowiak, L., et al. (2022). Dietary fiber and its role in performance, welfare, and health of pigs. **Animal Health Research Reviews**, 23, 165–193. <https://doi.org/10.1017/S1466252322000081>

Hussain, T., Murtaza, G., Kalhoro, D. H., Kalhoro, M. S., Metwally, E., & Chughtai, M. I., et al. (2021). Relationship between gut microbiota and host-metabolism: Emphasis on hormones related to reproductive function. **Animal Nutrition**, 7(1), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2020.11.005>

Jenkins, D. J. A., Kendall, C. W. C., Vuksan, V., Rao, A. V., Rosenberg-Zand, R., Tariq, N., ... & Corey, P. (1999). The effect of wheat bran particle size on laxation and colonic fermentation. **Journal of American College of Nutrition**, 18(4), 339–345. <https://doi.org/10.1080/07315724.1999.10718873>.

Jha, R., & Berrocso, J. D. (2015). Dietary fiber utilization and its effects on physiological functions and gut health of swine. **Animal**, 9(9), 1441–1452. <https://doi.org/10.1017/S1751731115000919>

Jha, R., Fouhse, J. M., Tiwari, U. P., Li, L., & Willing, B. P. (2019). Dietary fiber and intestinal health of monogastric animals. **Frontiers in Veterinary Science**, 6, 48. <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00048>

Jung, M., Rüdiger, K., & Schulze, M. (2015). In vitro measures for assessing boar semen fertility. **Reproduction in Domestic Animals**, 50(Suppl 2), 20–24. <https://doi.org/10.1111/rda.12533>

Kiefer, Z. E., Koester, L. R., Showman, L., Studer, J. M., Chipman, A. L., Keating, A. F., Schmitz Esser, S., & Ross, J. W. (2021). Vaginal microbiome and serum metabolite differences in late gestation commercial sows at risk for pelvic organ prolapse. **Scientific Reports**, 11(1), 6189. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-85367-3>

Lin, Y., Li, L., Li, Y., Wang, K., Wei, D., Xu, S., & others. (2019). Interpretation of fiber supplementation on offspring testicular development in a pregnant sow model from a proteomics perspective. **International Journal of Molecular Sciences**, 20(4549). <https://doi.org/10.3390/ijms20184549>

Lin, Y., Wang, K., Che, L., Fang, Z., Xu, S., Feng, B., Zhuo, Y., Li, J., Wu, C., Zhang, J., Xiong, H., Yu, C., & Wu, D. (2022a). The improvement of semen quality by dietary fiber intake is positively related with gut microbiota and SCFA in a boar model. **Frontiers in Microbiology**, 13, 863315. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.863315>

Lin, Y., Wu, D., Che, L., Fang, Z., Xu, S., Feng, B., Zhuo, Y., Li, J., Wu, C., Zhang, J., & Li, L. (2022b). Dietary fibre supplementation improves semen production by increasing Leydig cells and testosterone synthesis in a growing boar model. **Frontiers in Veterinary Science**, 9, 850685. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.850685>

Lindberg, J. E. (2014). Efeitos da fibra na nutrição e saúde intestinal em porcos. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, 5, 15. <https://doi.org/10.1186/2049-1891-5-15>

Liu, X., Qi, Y., Zhu, T., Ding, X., Zhou, D., & Han, C. (2025). Butyrate improves testicular spermatogenic dysfunction induced by a high-fat diet. **Translational**

Andrology and Urology, 14(3), 627–636. <https://doi.org/10.21037/tau-2024-660>

Lopez Rodriguez, A., Van Soom, A., Arsenakis, I., & Maes, D. (2017). Boar management and semen handling factors affect the quality of boar extended semen. **Porcine Health Management**, 3(1), 15. <https://doi.org/10.1186/s40813-017-0062-5>

Maes, C., & Delcour, J. A. (2002). Structural characterisation of water-extractable and water unextractable arabinoxylans in wheat bran. **Journal of Cereal Science**, 35(3), 315–326. <https://doi.org/10.1006/jcrs.2001.0439>

Odakura, A. M., Caldara, F. R., Burbarelli, M. F. d. C., Almeida Paz, I. C. d. L., Garcia, R. G., Oliveira dos Santos, V. M., de Brito Mandu, D. F., Braz, J. M., & Lourenço da Silva, M. I. (2023). Dietary supplementation of eubiotic fiber based on lignocellulose on performance and welfare of gestating and lactating sows. **Animals**, 13(4), 695. <https://doi.org/10.3390/ani13040695>

Pan, L. Nian, H., Zhang, R., Liu, H., Li, C., Wei, H., Yi, R., Li, J., Li, X., & Bao, J. (2022). Stereotypic behaviors are associated with physiology and immunity differences in long-term confined sows. **Physiology & Behavior**, 249, 113776. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2022.113776>

PIC. (2019). Wean-to-Finish Manual (2nd ed.). Pig Improvement Company (PIC). <https://ro.pic.com/wp-content/uploads/sites/18/2019/01/Wean-To-Finish-Manual.pdf>

Röhe, I., Metzger, F., Vahjen, W., Brockmann, G. A., & Zentek, J. (2020). Effect of feeding different levels of lignocellulose on performance, nutrient digestibility, excreta dry matter, and intestinal microbiota in slow growing broilers. **Poultry Science**, 99(10), 5018–5026. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.06.053>

Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., Hannas, M. I., Donzele, J. L., Sakomura, N. K., Perazzo, F. G., Saraiva, A., Teixeira, M. L., Rodrigues, P. B., de Oliveira, R. F., Barreto, S. L. T., & Brito, C. O. (2017). Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais, 4. Viçosa, MG: Departamento de Zootecnia, UFV. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4532766/mod_resource/content/1/Rostagno%20et%20al%202017.pdf (acesso 19 de setembro de 2024).

Sato, J. P. H., Daniel, A. G. S., Pereira, C. E. R., Andrade, M. R., Laub, R. P., Gabardo, M. P., Otoni, L. V. A., Macedo, N. R., Barrera-Zarate, J. A., & Guedes, R. M. C. (2022). Experimental infection of pigs with a ST 245 *Brachyspira hyodysenteriae* isolated from an asymptomatic pig in a herd with no history of swine dysentery. **Veterinary Sciences**, 9(6), 286. <https://doi.org/10.3390/vetsci9060286>

Schulze, M., Ammon, C., Rüdiger, K., Jung, M., & Grobbel, M. (2015). Analysis of hygienic critical control points in boar semen production. **Theriogenology**, 83(3), 430–437. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2014.10.004>

Shen, P., Ji, S., Li, X., Yang, Q., Xu, B., Wong, C. K. C., Wang, L., & Li, L. (2022). LPS-

induced systemic inflammation caused mPOA-FSH/LH disturbance and impaired testicular function. **Frontiers in Endocrinology**, 13, 886085. <https://doi.org/10.3389/fendo.2022.886085>

Sun, B., Hou, L., & Yang, Y. (2021). Effects of adding eubiotic lignocellulose on the growth performance, laying performance, gut microbiota, and short-chain fatty acids of two breeds of hens. **Frontiers in Veterinary Science**, 8, 668003. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.668003>

Tian, X., Yu, Z., Feng, P., Ye, Z., Li, R., Liu, J., Hu, J., Kakade, A., Liu, P., & Li, X. (2019). Lactobacillus plantarum TW1-1 alleviates diethylhexylphthalate-induced testicular damage in mice by modulating gut microbiota and decreasing inflammation. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, 9, 221. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2019.00221>

Tuncil, Y. E., Thakkar, R. D., Berndt, M., Hamaker, B. R., & Lindemann, S. R. (2018). Divergent short-chain fatty acid production and succession of colonic microbiota arise in fermentation of variously-sized wheat bran fractions. **Scientific Reports**, 8(1), 16655. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-34912-8>

Valcarce, D. G., Genovés, S., Riesco, M. F., Martorell, P., Herráez, M. P., Ramón, D., & Robles, V. (2017). Probiotic administration improves sperm quality in asthenozoospermic human donors. **Beneficial Microbes**, 8(2), 193–206. <https://doi.org/10.3920/BM2016.0122>

Wenk, C. (2001). The role of dietary fibre in the digestive physiology of the pig. **Animal Feed Science and Technology**, 90(1–2), 21–33. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(01\)00194-8](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(01)00194-8)

Wilson, M., Rozeboom, K., & Crenshaw, T. (2004). Boar nutrition for optimum sperm production. **Animal Reproduction Science**, 15.

Zeitz, J. O., Neufeld, K., Potthast, C., Kroismayr, A., Most, E., & Eder, K. (2019). Effects of dietary supplementation of the lignocelluloses FibreCell and OptiCell on performance, expression of inflammation-related genes and the gut microbiome of broilers. **Poultry Science**, 98(1), 287–297. <https://doi.org/10.3382/ps/pey345>

CAPÍTULO 3

1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos neste estudo indicam que a inclusão diária de fibra eubiótica, insolúvel e parcialmente fermentável, na dieta de cachorros reprodutores não promoveu alterações significativas sobre os parâmetros de qualidade espermática, comportamento, escore fecal ou perineal. No entanto, a redução observada no consumo de ração entre os animais suplementados sugere um possível efeito da fibra sobre os mecanismos fisiológicos de saciedade, representando uma alternativa nutricional relevante para o manejo alimentar e o controle do peso em sistemas de produção intensiva.

Embora os efeitos diretos sobre a reprodução e o comportamento não tenham sido expressivos, os achados revelam que a fibra testada pode atuar indiretamente sobre o bem-estar animal ao modular a ingestão voluntária de alimento, o que contribui para a sustentabilidade do sistema produtivo. Tais evidências reforçam a necessidade de uma abordagem mais ampla e específica na formulação de dietas para suínos reprodutores, considerando não apenas os nutrientes tradicionais, mas também o papel funcional de ingredientes fibrosos com propriedades fermentativas diferenciadas.

Neste contexto, é fundamental que estudos futuros aprofundem a avaliação de diferentes fontes e níveis de inclusão de fibras, levando em conta suas características físico-químicas e a interação com a microbiota intestinal. Avaliações em fases fisiológicas mais sensíveis, como a puberdade e o crescimento, nas quais o metabolismo apresenta maior plasticidade, podem revelar respostas mais expressivas ao uso de fibras na dieta.

Adicionalmente, recomenda-se a adoção de protocolos experimentais que envolvam maior frequência de coleta de dados comportamentais e fisiológicos, a fim de captar variações sutis que podem ser determinantes para a formulação de estratégias nutricionais mais eficazes. Tais avanços podem contribuir de forma significativa para o aprimoramento das práticas de manejo alimentar na suinocultura, promovendo simultaneamente o bem-estar animal e a eficiência produtiva.