



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL
MESTRADO EM PRODUÇÃO ANIMAL

LÍGIA VANESSA LEANDRO GOMES

**COMPOSTOS FITOGÊNICOS NA DIETA DE PORCAS LACTANTES: EFEITOS
SOBRE A QUALIDADE DO LEITE E DESEMPENHO DA LEITEGADA**

MOSSORÓ

2026

LÍGIA VANESSA LEANDRO GOMES

**COMPOSTOS FITOGÊNICOS NA DIETA DE PORCAS LACTANTES: EFEITOS
SOBRE A QUALIDADE DO LEITE E DESEMPENHO DA LEITEGADA**

Dissertação apresentada ao Mestrado em
Produção Animal do Programa de Pós-
Graduação em Produção Animal da
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
como requisito para obtenção do título de
Mestre em Produção Animal.

Linha de Pesquisa: Produção de Não
Ruminantes

Orientador: Prof. Dr. Rennan Herculano Rufino
Moreira

Co-orientador: Prof^a Dra. Michelly Fernandes
de Macedo

MOSSORÓ

2026

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

G633c Gomes, Lígia Vanessa Leandro.
COMPOSTOS FITOGÊNICOS NA DIETA DE PORCAS
LACTANTES: EFEITOS SOBRE A QUALIDADE DO LEITE E
DESEMPENHO DA LEITEGADA / Lígia Vanessa Leandro
Gomes. - 2026.
63 f. : il.

Orientador: Rennan Herculano Rufino Moreira.
Coorientadora: Michelly Fernandes de Macedo.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Produção Animal, 2026.

1. Aditivos naturais. 2. Compostos bioativos.
3. Estratégias nutricionais não antibióticas. 4.
Suinocultura. 5. Suplementação materna. I.
Moreira, Rennan Herculano Rufino, orient. II. de
Macedo, Michelly Fernandes, co-orient. III.
Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

LÍGIA VANESSA LEANDRO GOMES

**COMPOSTOS FITOGÊNICOS NA DIETA DE PORCAS LACTANTES: EFEITOS
SOBRE A QUALIDADE DO LEITE E DESEMPENHO DA LEITEGADA**

Dissertação apresentada ao Mestrado em
Produção Animal do Programa de Pós-
Graduação em Produção Animal da
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
como requisito para obtenção do título de
Mestre em Produção Animal.

Linha de Pesquisa: Produção de Não
Ruminantes

Defendida em: 23/02/2026.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Rennan Herculano Rufino Moreira (UFERSA)
Presidente

Prof. Dr. Pedro Henrique Watanabe (UFC)

Dra. Claudia Cassimira da Silva Martins (DSM-Firmenich)

Dra. Jéssica Aparecida Barbosa (USASK)

“À Maria Clara Oliveira da Silva (In Memoriam). Que partiu cedo demais, mas nunca deixou de estar comigo. Você vive em cada detalhe de quem eu me tornei, na força que encontrei para continuar e no amor que ainda me guia todos os dias. Cada página desse trabalho carrega, em sua totalidade, a concretização dos nossos sonhos compartilhados. Onde quer que esteja, eu espero que continue sentindo aquilo que sempre te disse: você foi, é e sempre será a minha melhor escolha.”

“À João Leandro de Souza (In Memoriam). Que embora não esteja mais fisicamente presente, continua a ser uma fonte de inspiração e força em minha vida. Sua bondade, sabedoria e exemplo de integridade moral são pilares que sustentam cada passo da minha jornada. Este trabalho e minhas conquistas são, em essência, um reflexo do seu legado.”

- Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus, meu primeiro e maior agradecimento. Sem sua infinita bondade, proteção, graça e misericórdia, nada disso teria sido possível. Sua presença constante em minha vida que, além de me dar forças para superar os desafios e continuar prosseguindo, foi e sempre será a base de todas as minhas realizações. À Ele, todo o meu amor, minha devoção e minha gratidão!

Ao meu avô, João Leandro de Souza (*In Memoriam*), que mesmo após a sua partida continua a me guiar com seus ensinamentos e lições deixados em vida. Sua vida foi exemplo de perseverança e humildade e esses são valores que eu pretendo carregar pelo resto da minha vida.

À minha avó, Maria Zilmar de Lucena Leandro que, com sua presença calorosa e amor incondicional, sempre me incentivou e me apoiou em todos os momentos da vida. Obrigada por ter me defendido em tantas ocasiões e por sempre me lembrar que, não importa para onde eu vá, eu sempre terei um lugar seguro para onde voltar.

Ao meu pai, Jorge Ivan Gomes da Silva, por seu apoio e presença silenciosa que sempre me cercou. Seu exemplo de coragem e trabalho me acompanharam em cada etapa desta jornada. Esta conquista também é sua e eu levo comigo tudo o que aprendi ao seu lado.

À minha mãe, Maria Madalena de Lucena Leandro Gomes, que nunca deixou de acreditar um segundo em mim. Que com sua fé, amor, dedicação, sabedoria, força e resiliência me ensinou a nunca desistir dos meus objetivos e me guiou pelos caminhos da verdade e da justiça. Suas orações foram ouvidas e essa conquista é tanto sua quanto minha.

Às minhas tias, Maria de Fátima Lucena Leandro e Maria Betânia de Lucena Leandro Oliveira, por todo amor, acolhimento e apoio incondicional. Obrigada por cada gesto de carinho, pelas orações, palavras de incentivo e por fazerem parte da minha caminhada. Esta conquista também carrega um pouco de vocês.

À Maria Clara Oliveira da Silva (*In Memoriam*), minha “MaVie”, por ter sido presença, cuidado e serenidade. Em meio às exigências, aos prazos e às incertezas, você trouxe leveza aos meus dias, escuta atenta às minhas inquietações e apoio silencioso quando o cansaço parecia maior que a força. Obrigada por me incentivar, por acreditar em mim e por transformar dias comuns em dias mais gentis. Sou profundamente grata por ter me permitido fazer parte da sua vida e por ter compartilhado a sua comigo de forma tão bonita. Sua companhia tornou esse percurso mais humano, mais equilibrado e, sem dúvida, mais leve e bonito. Que essa conquista

também carregue um pouco do seu carinho e da sua luz. Eu te amo e seguirei amando para além desta vida. Tudo por nós, sempre.

À Família Oliveira, que me recebeu de braços abertos, com um amor sincero que marcou profundamente a minha vida. Em meio aos momentos mais difíceis do luto, encontrei em vocês apoio, cuidado e uma força que me ajuda a seguir em frente, todos os dias.

À minha sogra, Maria Graciene Simão de Oliveira, minha gratidão especial por todo o acolhimento, generosidade e pelo carinho com que sempre me recebeu. Obrigada por ter sido presença, por se fazer presente e me oferecer colo e suporte nos momentos difíceis. Sua força e seu coração são inspirações que levarei comigo para sempre.

Às “minhas primas”, Julia Simão de Oliveira, Lanny Cristina Oliveira de Andrade, Lara Beatriz Oliveira de Andrade e Marina Oliveira da Rocha, por todo o carinho, acolhimento e leveza que trouxeram aos meus dias. Obrigada pelas conversas que acalmam, pelas risadas que aliviam e pela presença constante, mesmo quando tudo parece mais difícil. Obrigada por me fazerem sentir parte de algo tão especial. Levo comigo a certeza de que não é o sangue que define uma família, mas o amor que nos une.

À L. Gonçalves, pela presença constante e pelo apoio fundamental durante esses anos. Sua ajuda, seja com palavras de encorajamento ou com gestos de compreensão, tiveram um impacto significativo não só na realização deste trabalho, mas na minha vida. Sua dedicação, cuidado e a forma como sempre acreditou em mim me deram força para seguir mesmo quando tudo parecia difícil. Esta etapa da minha vida também é sua.

Aos meus amigos, Abidnego Medeiros, Danielle Rodrigues, Jean Leão, Michelle Geloni, Mylla Moraes, Pedro Henrique Moraes e Thamyras Marques, por serem presença constante, pela confiança nos dias difíceis e pela leveza nos dias bons. A presença de vocês tornou essa jornada possível e muito mais bonita.

À Bianca Ferreira e Pedro Fidelis, por terem sido meus parceiros nesta jornada. Caminhamos juntos por todos os desafios e conquistas e, a presença, apoio, conhecimento, amizade e determinação de vocês tornaram esta trajetória mais leve, possível e significativa.

À Acsa Aliam, minha psicóloga, por cada palavra dita com sensibilidade e por cada espaço seguro que me ofereceu quando tudo parecia desabar. Seu acolhimento, cuidado e presença me ajudaram a atravessar dias em que duvidei de mim, momentos em que tudo parecia pesado demais. Obrigada por me lembrar que sentir não é fraqueza, mas humanidade. Por me ensinar a respeitar meus limites, a acolher minhas sombras e reencontrar minha própria luz.

Essa conquista é também um reflexo do caminho que percorri dentro de mim – e nesse caminho, você foi essencial.

Ao meu orientador, Rennan Herculano Rufino Moreira, por sua orientação e apoio ao longo desses mais de 5 anos de colaboração. Sua dedicação, paciência, disponibilidade e expertise foram essenciais para a minha caminhada acadêmica e pessoal. Sou grata por todo tempo investido na minha formação e por ser exemplo a me conduzir na paixão pela suinocultura e pela ciência.

À Banca Examinadora, pela disponibilidade, pelas contribuições valiosas e pelo olhar atento dedicado ao meu trabalho. A presença e expertise de cada um foram essenciais para o aprimoramento desta dissertação e para meu crescimento acadêmico e profissional.

À Granja Xerez, pelo fornecimento dos animais e por permitir realizar a parte experimental em suas instalações. Agradeço, em especial, aos trabalhadores da granja pela assistência e pelo suporte durante toda a pesquisa. A experiência, o compromisso e conhecimento de vocês foram fundamentais para o progresso a conclusão deste trabalho.

À DSM-Firmenich, pelo fornecimento do aditivo fitogênico utilizado neste estudo e pela confiança depositada na execução do experimento e na condução das análises. A parceria estabelecida foi fundamental para a viabilização deste trabalho, contribuindo de forma significativa para o desenvolvimento científico e para a geração de dados relevantes à área de produção animal.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido, minha casa acadêmica desde 2016, por ter sido espaço de formação, crescimento profissional e amadurecimento pessoal ao longo desses anos. Mais do que um local de estudo, esta instituição tornou-se cenário de desafios, aprendizados, superações e conquistas que moldaram minha trajetória e contribuíram de forma decisiva para a profissional que me tornei. Foi aqui que desenvolvi não apenas conhecimento científico, mas também resiliência, responsabilidade e paixão pela pesquisa. Cada etapa vivida neste ambiente foi fundamental para a construção deste trabalho e para a consolidação da minha caminhada acadêmica.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa que possibilitou a realização desta dissertação e a obtenção do título de Mestre. O suporte fornecido foi fundamental para que eu pudesse conduzir esta pesquisa com esmero e dedicação. Obrigada pela confiança em mim e em meu trabalho!

“Let's meet again in another life, or somewhere beyond this time. But promise me this - you'll let me leave first, this time. It was too much to bear the first time.”

“Eu é que sei que pensamentos tenho a vosso respeito, diz o SENHOR; pensamentos de paz e não de mal, para vos dar o fim que desejais. Então, me invocareis, passareis a orar a mim, e eu vos ouvirei. Buscar-me-eis e me achareis quando me buscardes de todo o vosso coração. Serei achado de vós, diz o SENHOR, e farei mudar a vossa sorte (...)”

Jeremias 29:11-14 – ARA

RESUMO

Nos últimos anos, o aumento da prolificidade das matrizes suínas intensificou a demanda por estratégias nutricionais capazes de sustentar o desempenho durante a lactação, preservar a condição corporal e favorecer o desenvolvimento da leitegada. Entre essas alternativas, os aditivos fitogênicos têm se destacado como ferramentas com potencial modulador sobre metabolismo, qualidade do leite e saúde intestinal. Diante disso, o presente estudo avaliou os efeitos da suplementação com compostos fitogênicos na dieta de porcas lactantes sobre o desempenho materno, a composição do leite e as respostas produtivas e de saúde intestinal dos leitões. Foram utilizadas 76 matrizes TN70 distribuídas em dois tratamentos: controle (dieta padrão) e suplementado (dieta padrão + 150 g/ton de Digestarom® Sow). O delineamento foi inteiramente casualizado, considerando cada matriz e sua leitegada como unidade experimental. A suplementação foi fornecida desde 30 dias antes do parto até o desmame. Avaliaram-se, nas matrizes, desempenho produtivo, comportamento, bioquímica sérica, parâmetros fisiológicos e composição do leite; e, nos leitões, desempenho, comportamento, estratificação de peso, diarreia e bioquímica sérica. A suplementação não alterou o desempenho, o comportamento ou a produção estimada de leite das matrizes ($p > 0,05$). Entretanto, modulou a composição láctea, com tendência de aumento dos sólidos totais no início da lactação ($p = 0,077$) e maiores teores de gordura e sólidos totais no desmame ($p < 0,05$). Nos leitões, o desempenho ponderal e a uniformidade intraleitegada não foram afetados ($p > 0,05$), mas foi observada redução significativa da diarreia líquida ($p < 0,05$) e tendência de aumento de fezes normais. A bioquímica sérica dos leitões revelou ajustes metabólicos leves, especialmente ao desmame, sugerindo maior estabilidade proteica e energética no grupo suplementado. Em conjunto, os resultados indicam que a suplementação materna com compostos fitogênicos constitui uma estratégia segura e capaz de melhorar a densidade energética do leite e favorecer a saúde intestinal da leitegada, sem comprometer o desempenho produtivo das matrizes. Esses achados reforçam o potencial dos fitogênicos como ferramentas nutricionais para sistemas de produção que buscam melhorias sanitárias e suporte metabólico durante a lactação.

Palavras-chave: Aditivos naturais. Compostos bioativos. Estratégias nutricionais não antibióticas. Suinocultura. Suplementação materna.

ABSTRACT

In recent years, the increase in sow prolificacy has intensified the demand for nutritional strategies capable of sustaining performance during lactation, preserving Body condition, and promoting litter development. Among these alternatives, phytogenic additives have emerged as promising tools with potential modulatory effects on metabolism, milk quality, and intestinal health. Therefore, the present study evaluated the effects of phytogenic compound supplementation in the diet of lactating sows on maternal performance, milk composition, and the productive and intestinal health responses of piglets. A total of 76 TN70 sows were allocated into two treatments: control (standard diet) and treated (standard diet + 150 g/ton of Digestarom® Sow). A completely randomized design was adopted, considering each sow and its litter as the experimental unit. Supplementation was provided from 30 days before farrowing until weaning. In the sows, productive performance, behavior, serum biochemistry, physiological parameters, and milk composition were evaluated; in the piglets, performance, behavior, weight stratification, diarrhea, and serum biochemistry were assessed. Supplementation did not affect sow performance, behavior, or estimated milk production ($p > 0.05$). However, it modulated milk composition, with a tendency toward increased total solids at the beginning of lactation ($p = 0.077$), as well as higher fat and total solids content at weaning ($p < 0.05$). In piglets, body weight performance and within-litter uniformity were not affected ($p > 0.05$), but a significant reduction in liquid diarrhea ($p < 0.05$) and a trend toward an increase in normal feces were observed. Piglet serum biochemistry revealed mild metabolic adjustments, particularly at weaning, suggesting greater protein and energy stability in the supplemented group. Overall, the results indicate that maternal supplementation with phytogenic compounds is a safe strategy capable of improving milk energy density and promoting intestinal health in the litter, without compromising sow productive performance. These findings reinforce the potential of phytogenic additives as nutritional tools for production systems seeking sanitary improvements and metabolic support during lactation.

Keywords: Natural additives. Bioactive compounds. Non-antibiotic nutritional strategies. Swine farming. Maternal supplementation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	–	Temperatura média e umidade relativa do ar nas instalações da maternidade durante a lactação em função dos horários.....	38
Figura 2	–	Estratificação do peso de leitões na equalização oriundos de fêmeas suínas suplementadas com fitogênicos.....	48
Figura 3	–	Estratificação do peso de leitões no desmame oriundos de fêmeas suínas suplementadas com fitogênicos.....	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	–	Composição percentual e valores nutricionais calculados da dieta de lactação das matrizes suínas.....	31
Tabela 2	–	Composição bromatológica analisada das dietas experimentais fornecidas às matrizes suínas nos períodos de pré-lactação e lactação.....	32
Tabela 3	–	Condição corporal e comportamento de fêmeas suínas lactantes suplementadas com fitogênicos.....	39
Tabela 4	–	Composição química do leite de fêmeas suínas suplementadas com fitogênicos.....	40
Tabela 5	–	Bioquímica sérica de fêmeas suínas lactantes suplementadas com fitogênicos.....	43
Tabela 6	–	Parâmetros fisiológicos de fêmeas lactantes suplementadas com fitogênicos.....	46
Tabela 7	–	Desempenho e comportamento de leitões lactentes oriundos de fêmeas suínas suplementadas com fitogênicos.....	47
Tabela 8	–	Bioquímica sérica de leitões lactentes oriundos de fêmeas suínas suplementadas com fitogênicos.....	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IDC	Intervalo – Desmame – Cio	SL	Sólidos Totais
APC	Promotores de Crescimento	PT	Proteína Total
EM	Energia Metabolizável	ALB	Albumina
FDN	Fibra em Detergente Neutro	AST	Aspartato – Aminotransferase
FDA	Fibra em Detergente Ácido	GGT	Glutamil – Aminotransferase
B	Bebendo	CK	Creatinoquinase
C	Comendo	TG	Triglicerídeos
E	Esteriotipado	GLU	Glicose
I	Inativo	UR	Umidade Relativa
IA	Inativo Alerta	CV	Coefficiente de Variação
M	Amamentando	A/G	Relação Albumina/Globulina
MO	Mordendo	OP	Ordem de Parto
F	Fuçando	FR	Frequência Respiratória
PB	Proteína Bruta	TPA	Temperatura de Paleta
GOR	Gordura	TPE	Temperatura de Pernil
LACT	Lactose	TN	Temperatura de Nuca
SNG	Sólidos Não Gordurosos	TO	Temperatura de Orelha
FM	Matéria Mineral	TR	Temperatura Retal

LISTA DE SÍMBOLOS

©	Copyright
®	Marca registrada
%	Porcentagem

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
2.1	Porcas lactantes: fisiologia e desafios nutricionais.....	19
2.2	Características e desafios gastrointestinais em suínos.....	20
2.3	Promotores de crescimento e seus substitutos na alimentação suína.....	20
2.4	Introdução aos aditivos fitogênicos.....	21
2.5	Mecanismos de ação dos fitogênicos.....	22
2.5.1	Efeitos antibacterianos.....	23
2.5.2	Efeitos antioxidantes.....	23
2.5.3	Efeitos anti-inflamatórios.....	24
2.5.4	Modulação da microbiota.....	25
2.5.5	Efeito Palatabilizante.....	25
2.6	Fitomoléculas principais.....	25
2.6.1	Timol.....	26
2.6.2	Anetol.....	27
2.6.3	Mentol.....	27
3	OBJETIVOS.....	29
3.1	Geral.....	29
3.2	Específicos.....	29
4	METODOLOGIA.....	30
4.1	Ética na experimentação animal.....	30
4.2	Animais e instalações.....	30
4.3	Delineamento experimental.....	30
4.4	Manejo alimentar.....	31
4.5	Caracterização e monitoramento ambiental.....	32
4.6	Parâmetros avaliados nas matrizes.....	33
4.6.1	Desempenho e produção de leite.....	33
4.6.2	Comportamento.....	33
4.6.3	Análises bromatológicas do leite.....	34
4.6.4	Análises bioquímicas séricas.....	34
4.6.5	Parâmetros fisiológicos.....	34

4.7	Parâmetros avaliados nos leitões.....	35
4.7.1	Desempenho.....	35
4.7.2	Ocorrência de diarreia.....	35
4.7.3	Comportamento.....	36
4.7.4	Estratificação.....	36
4.7.5	Análises bioquímicas séricas.....	37
4.8	Análises estatísticas.....	37
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	38
6	CONCLUSÕES.....	53
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos tempos, o melhoramento genético de fêmeas suínas tem sido voltado para o aumento do tamanho médio da leitegada, para melhorias na nutrição e no manejo dos animais nas granjas suínícolas. Por outro lado, de acordo com Oliveira et al. (2023), o rápido desenvolvimento fetal durante a prenhez e o aumento da demanda por leite durante o período lactacional resultam em oscilações da condição corporal das fêmeas entre os ciclos reprodutivos. Para melhorar o desempenho reprodutivo das fêmeas suínas altamente prolíferas, tem-se procurado desenvolver e implantar estratégias nutricionais e alimentares na fase de lactação, para diminuir a perda da condição corporal durante os ciclos reprodutivos que estão por vir. Entre essas estratégias, está o uso de suplementos alimentares na dieta das matrizes, como os fitogênicos.

A produção animal ao longo do tempo fez uso de vários antimicrobianos em dosagens subclínicas, formando o setor que lidera mundialmente o consumo desses produtos (NOSCHANG et al, 2017; VAN BOECKEL et al. 2015). Com a possibilidade da indução de resistência bacteriana (TORRES, 2019) e da presença de resíduos de antimicrobianos na carne (OLIVEIRA et al., 2025), a opinião pública exige cada vez mais a redução ou exclusão desses compostos na criação como promotores de crescimento (SEITHER e STAHLBERG, 2017). Dessa forma, tem-se buscado produtos alternativos que garantam máximo crescimento dos animais sem afetar a qualidade do produto final (XU et al., 2021).

Os benefícios dos extratos vegetais para os animais podem estar relacionados ao aumento das secreções digestivas, melhora da digestibilidade e absorção dos nutrientes, modificação da microbiota intestinal, estimulação do sistema imune e atividades antibacterianas, coccidiostáticas, anti-helmínticas, antivirais ou anti-inflamatórias e propriedades antioxidantes (ZHAO et al., 2024; ALBERTO et al., 2025). Nesse contexto, diversas instituições (OMONIJO et al., 2018; CALLEGARI et al., 2016; ZOU et al., 2016) têm estudado, nos últimos anos, compostos chamados fitogênicos, que são produtos à base, principalmente, de óleos essenciais e são definidos como misturas de substâncias voláteis, lipofílicas, com baixo peso molecular, geralmente odoríferas e líquidas (BUENO et al., 2023). Os óleos essenciais mais utilizados na produção animal são os obtidos de vegetais tais como orégano, tomilho, cominho, cravo, menta e canela, e cada óleo essencial possui diferentes tipos de componentes ativos, com estrutura química e efeitos distintos nos animais (OMONIJO et al., 2018).

Embora diversos estudos tenham investigado o uso de aditivos fitogênicos em suínos em crescimento, ainda são limitadas as informações acerca de seus efeitos durante a lactação, particularmente sobre a composição do leite ao longo do período lactacional e as possíveis repercussões sobre a saúde intestinal e o desempenho da leitegada em sistemas intensivos de produção. Considerando a importância econômica da fase de maternidade na suinocultura, intervenções nutricionais capazes de melhorar a eficiência produtiva das matrizes e reduzir problemas sanitários na leitegada apresentam elevado interesse técnico e comercial.

Para, além disso, a utilização de fitogênicos na alimentação de matrizes lactantes pode representar uma estratégia promissora não apenas para modular o metabolismo materno, mas também para influenciar diretamente o desenvolvimento dos leitões por meio da composição do leite e da transferência de compostos bioativos. Alterações na qualidade nutricional do leite podem impactar diretamente o crescimento, a estabilidade intestinal e a resposta imunológica da leitegada, especialmente nas primeiras semanas de vida, período em que os leitões apresentam elevada susceptibilidade a desafios sanitários e metabólicos. Dessa forma, compreender os efeitos da suplementação fitogênica sobre parâmetros produtivos, metabólicos e fisiológicos de matrizes e leitões torna-se fundamental para o desenvolvimento de estratégias nutricionais mais eficientes e sustentáveis na suinocultura moderna.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Porcas lactantes: fisiologia e desafios nutricionais

Uma das principais características da fêmea suína moderna é a hiperprolificidade. Nos anos de 2008 a 2025, houve aumento de 5,85 leitões desmamados por fêmea por ano (AGRINESS, 2025) e entre muitos ônus que vieram junto com o aumento do número de leitões, encontram-se os desafios enfrentados pela matriz no período lactacional. As fêmeas suínas que possuem leitegadas numerosas possuem mais dificuldade em alimentar todos os seus leitões, o que gera um catabolismo lactacional intenso. Esse catabolismo ocorre devido a matriz direcionar prioritariamente os nutrientes ingeridos para a produção de leite para sustentar sua leitegada, e como a ingestão do alimento não consegue atender a todas as exigências nutricionais da fêmea, a mesma mobiliza suas reservas corporais, levando-a a um estado de balanço energético negativo (BORTOLOZZO et al., 2023). De acordo com Theil et al. (2022), independente da mudança nas necessidades nutricionais e das alterações fisiológicas e hormonais das matrizes, a alimentação deve satisfazer essas mudanças a fim de melhorar o desempenho das mesmas.

Dentro do período reprodutivo, a fase lactacional se caracteriza como sendo o período mais exigente para a matriz. A produção de leite depende não só do potencial genético da mesma e do tamanho da leitegada, mas também do consumo de ração (GASA et al., 2023). Paralelo a isso, fêmeas suínas oriundas de linhagens hiperprolíficas tendem a possuir altas demandas energéticas, poucas reservas corporais e baixa ingestão voluntária de ração (CARRIÓN-LOPEZ et al., 2022). Nesse cenário, é comum que as matrizes não consigam recuperar suas reservas corporais perdidas no período lactacional anterior, problema esse, que é bastante comum principalmente em porcas primíparas, tendo em vista que as mesmas possuem reservas corporais e consumo de ração ainda mais baixos (CARRIÓN-LOPEZ et al., 2022) e precisam direcionar energias para desenvolverem sua fisiologia completamente. De acordo com Strathe et al. (2017), um baixo consumo de ração associado com uma mobilização corporal excessiva durante o período lactacional pode acarretar em efeitos negativos no ciclo reprodutivo seguinte, causando o aumento do intervalo desmame-cio (IDC) e a diminuição do número total de leitões nascidos. Por isso, a ingestão de ração pela matriz é um fator de preocupação no período lactacional, já que suas demandas energéticas são altas e precisam ser supridas (MELLAGI et al., 2010).

2.2 Características e desafios gastrointestinais em suínos

Nos sistemas intensivos de produção, o trato gastrointestinal dos suínos é sujeito, em vários momentos, a uma série de desafios e modificações. Esses fatores comprometem a integridade da mucosa intestinal, a digestibilidade dos nutrientes e o equilíbrio da microbiota. Esses distúrbios são especialmente críticos durante as fases de lactação, desmame e creche, onde os animais estão mais susceptíveis a alterações ambientais, dietéticas e imunológicas (GARCIA et al., 2019). A imaturidade do sistema digestivo e imune dos leitões (WILL et al., 2023), estresse térmico e social (GUEVARA et al., 2022), contaminação por patógenos entéricos (LUPPI et al., 2023), desequilíbrios na microbiota intestinal (PATIL; GOONERATNE; JU, 2020) e estão entre os principais fatores que predispõem os distúrbios gastrointestinais nos suínos.

Com apenas um estômago simples, os suínos possuem um trato digestivo pequeno e menor capacidade de acúmulo de alimentos. Também possuem pH estomacal baixo, entre 2,0 e 3,5, o que propicia proteção do intestino delgado contra patógenos, como a *Escherichia Coli* e *Salmonella* spp., patógenos esses que são responsáveis pela produção de enterotoxinas que podem acabar desencadeando quadros de diarreia no animal.

2.3 Promotores de crescimento e seus substitutos na alimentação suína

Os antimicrobianos passaram a ser amplamente utilizados como promotores de crescimento (APC) na produção de suínos a partir da década de 50 (HOLMAN e CHÉNIER, 2015). Tais substâncias, administradas em doses subterapêuticas, tinham por finalidade melhorar o desempenho zootécnico dos animais, reduzir a incidência de enterites subclínicas e promover melhoria na conversão alimentar dos animais, na reprodução e na qualidade da carne. Entre as principais moléculas utilizadas, destacavam-se as tetraciclinas, penicilinas, aminoglicosídeos e os ionóforos (RAHMAN et al., 2022). O mecanismo de ação dos APC's está relacionado, principalmente, à modulação da microbiota intestinal, resultando em menor competição por nutrientes, redução da produção de metabólitos tóxicos e maior eficiência na absorção dos nutrientes. Além desses efeitos, os APCs também atuam reduzindo a inflamação intestinal e melhorando a integridade da mucosa, fatores esses que são determinantes para a saúde do hospedeiro e um melhor desempenho produtivo do mesmo (HELM et al., 2019).

Contudo, mesmo com tantos benefícios sendo relatado, o uso contínuo e indiscriminado de antimicrobianos na produção animal trouxe à tona sérias preocupações envolvendo desenvolvimento de resistência bacteriana, presença de resíduos na carne

destinada ao mercado consumidor e o possível desenvolvimento de alergias nos consumidores (VIEITES et al., 2020). Dessa forma, desde a década de 40, a resistência antimicrobiana se tornou um dos maiores desafios globais de saúde pública. Devido a essa conjuntura, organizações internacionais como a Organização Mundial da Saúde (OMS), afirmam que os antibióticos já estão falhando e que, se não for desenvolvida uma ação urgente, infecções e ferimentos leves podem se tornar letais novamente, nos levando, assim, a uma era pós-antibióticos (SINGH et al., 2024).

A partir disso, diversos países do mundo começaram a implementar restrições no uso desses compostos. De acordo com Heo et al. (2013), as primeiras proibições do uso de APCs ocorreram na Suécia, no ano de 1986 e na Dinamarca, no ano de 1998. No ano de 2006, a União Europeia banuiu oficialmente o uso dessas substâncias para fins não terapêuticos (SINGH et al., 2024). Essa ação conscientizou e mobilizou diversos outros países a se atentarem para esta questão e no Brasil, embora ainda seja permitida a utilização de alguns antimicrobianos com essa finalidade, o mercado consumidor segue cada vez mais preocupado e atento, promovendo um certo tipo de “pressão” para reduzir ou eliminar completamente esse tipo de prática. Assim, no ano de 2018, alguns antibióticos como a tilosina, loncomicina, virginiamicina, bacitracina e tiamulina foram proibidos, de acordo com a portaria nº 171, de 13 de dezembro de 2018, da Secretaria de Defesa Agropecuária, vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2018).

Assim, a busca por alternativas mais seguras, eficazes e “naturais” para substituir os antibióticos promotores de crescimento, sem comprometer o desempenho animal, tem sido emergente (XU et al., 2021). Dentre as mais variadas opções, encontram-se os aditivos fitogênicos. Sendo uma das propostas mais promissoras, esses compostos são derivados de vegetais que possuem propriedades antimicrobianas (HEJNA et al., 2021), antioxidantes (LE COZ et al., 2021), anti-inflamatórias (YANG et al., 2015) e estimulantes do consumo alimentar (OMONIJO et al., 2018; YANG et al., 2015).

2.4 Introdução aos aditivos fitogênicos

A busca por alternativas aos antimicrobianos como promotores de crescimento na produção animal levou ao crescente interesse pelos aditivos fitogênicos. Sendo definidos como substâncias bioativas extraídas de plantas que incluem óleos essenciais, extratos, especiarias, oleorresinas e metabólitos secundários com propriedades funcionais, esses compostos caracterizam-se por serem, de acordo com dos Santos et al. (2023), substâncias

voláteis, lipofílicas, de baixo peso molecular que geralmente são odoríferas e estão na forma líquida.

Os fitogênicos podem exercer diversos tipos de atividades dentro do organismo animal, dentre elas estão a estimulação das secreções digestivas (YANG et al., 2015), atividade antimicrobiana (CHANG et al., 2023), antiviral (EL-SAADONY et al., 2023), antioxidante (CERVANTES et al., 2024), modulação da microbiota intestinal (YU et al., 2024) e efeitos anti-inflamatórios (LONG et al., 2021). Além desses fatores, podemos acrescentar suas propriedades sensoriais, que contribuem para o aumento da palatabilidade da dieta (LIN et al., 2020), fator esse que possui muita relevância quando levamos em consideração que os suínos são animais extremamente sensíveis à odores e sabores (SCHILD e RØRVANG, 2023; ROURA e FU, 2017).

Existe uma enorme variedade de compostos fitogênicos disponíveis, dos quais variam conforme a espécie vegetal, o método de extração utilizado e a região do cultivo. Os óleos essenciais de alecrim, orégano, tomilho, canela, cravo, menta e anis são exemplos de alguns dos óleos mais utilizados dentro da produção animal, onde cada um possui diferentes constituintes ativos como o carvacrol, timol, eugenol, mentol e trans-anetol e ainda apresentam diferentes mecanismos de ação e efeito sobre os animais (BISWAS e KIM, 2025; HORKY et al., 2019; LILLEHOJ et al., 2018).

2.5 Mecanismos de ação dos fitogênicos

Embora vários estudos tenham sido e estejam sendo feitos para avaliar o efeito dos fitogênicos sobre a produção animal, ainda não existe consenso quanto à dose a ser utilizada ou ingrediente ativo (CAMARGO et al., 2023). Segundo Biswas e Kim (2025), compreender os intrincados mecanismos de ação dos compostos fitogênicos tem sido um foco significativo de pesquisas e desenvolvimento recentes visando melhorar o desempenho e a saúde animal.

De maneira geral, as propriedades terapêuticas dos fitogênicos estão relacionadas às moléculas que os compõem. Esses aditivos apresentam uma ampla variedade de mecanismos de ação, decorrentes da diversidade de compostos bioativos presentes em suas estruturas químicas, como fenóis, terpenos, aldeídos, cetonas e flavonoides. Essa complexidade confere aos óleos essenciais e extratos vegetais propriedades multifuncionais, capazes de atuar de forma complementar no organismo animal.

2.5.1 Efeitos antibacterianos

Os efeitos antibacterianos dos fitogênicos estão diretamente relacionados à presença de compostos bioativos, como fenóis (ex.: timol, carvacrol, eugenol), aldeídos, cetonas e terpenos, que possuem ação inibitória sobre microrganismos patogênicos do trato gastrointestinal. Esses compostos podem atuar de diferentes maneiras, incluindo a desestabilização da membrana celular bacteriana, onde os fenóis e terpenos aumentam a permeabilidade da membrana, levando à perda de íons e metabólitos essenciais, resultando em morte celular (FALLEH, 2025); na inibição de enzimas bacterianas, onde alguns compostos atuam sobre proteínas essenciais do metabolismo microbiano, reduzindo a capacidade de crescimento e multiplicação de patógenos (DE ROSSI et al., 2025); na alteração do pH intestinal e na competição com patógenos, onde os fitogênicos favorecem o crescimento de bactérias benéficas (como *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*) e reduzem populações de microrganismos prejudiciais, como *Escherichia coli* e *Clostridium perfringens* (MADESH et al., 2025) e no efeito sinérgico entre compostos bioativos onde a combinação de diferentes moléculas potencializa o efeito antimicrobiano, aumentando a eficácia em condições de desafio sanitário (YANG et al., 2015). Dentro da produção animal, esses efeitos se traduzem em melhor equilíbrio da microbiota intestinal, menor incidência de diarreia pós-desmame, melhoria da digestibilidade de nutrientes e maior desempenho zootécnico.

2.5.2 Efeitos antioxidantes

Os fitogênicos apresentam forte potencial antioxidante devido à presença de compostos fenólicos, flavonoides e terpenoides, que atuam como neutralizadores de radicais livres e protetores celulares. Entre os compostos mais estudados destacam-se o timol, carvacrol, eugenol e cinamaldeído, encontrados em óleos essenciais de tomilho, orégano, cravo e canela, respectivamente. Essas moléculas possuem anéis aromáticos e grupos hidroxila, estruturas químicas capazes de doar elétrons e estabilizar espécies reativas de oxigênio (ROS), impedindo que causem danos oxidativos a lipídios, proteínas e DNA celular (ZHAO et al., 2023; SANTOS et al., 2025).

Em condições normais, há um equilíbrio entre a produção de radicais livres e os mecanismos de defesa antioxidante endógenos do organismo. No entanto, períodos de elevada demanda energética, como a gestação e a lactação, aumentam a taxa metabólica e, conseqüentemente, a geração de ROS. Esse desequilíbrio leva ao chamado estresse oxidativo, condição associada a danos celulares, inflamação intestinal e redução da eficiência produtiva. A suplementação com fitogênicos contribui para restabelecer esse

equilíbrio, atuando tanto de forma direta — pela neutralização dos radicais livres — quanto indireta, por meio da indução de enzimas antioxidantes endógenas, como superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT) e glutathione peroxidase (GPx) (HAO, XING e GU, 2021).

Além disso, o efeito antioxidante desempenha papel importante na proteção da mucosa intestinal, reduzindo danos oxidativos às células epiteliais e preservando a integridade das vilosidades intestinais. Isso é fundamental para assegurar a eficiência da absorção de nutrientes, prevenir inflamações crônicas e manter o desempenho produtivo dos animais. Em matrizes suínas, a redução do estresse oxidativo durante a lactação está associada à melhora do consumo de ração, maior produção de leite e melhor estado fisiológico geral, refletindo em leitegadas mais saudáveis e homogêneas (SANTOS et al., 2023).

2.5.3 Efeitos anti-inflamatórios

Os fitogênicos exercem ação anti-inflamatória por meio de diferentes mecanismos, seja através da modulação de vias de sinalização celular ou através da regulação da expressão gênica de mediadores inflamatórios. Esses compostos possuem a capacidade de interferir em vias-chave associadas à resposta inflamatória, como NF- κ B (fator nuclear kappa B) e MAPK (mitogen-activated protein kinase), que controlam a transcrição de genes relacionados à produção de citocinas pró-inflamatórias, como a IL-1 β , IL-6, TNF- α , e enzimas como COX-2 e iNOS (YAHFOUFI et al., 2018; OLEDZKA e CZERWIŃSKA, 2023; NAKADATE et al., 2025).

A ativação exacerbada dessas vias ocorre durante períodos de alto estresse fisiológico. Isso desencadeia uma resposta inflamatória sistêmica e local, principalmente no intestino. Esse processo inflamatório pode acabar comprometendo a função da barreira da mucosa, reduzir a absorção de nutrientes e aumentar o catabolismo proteico (SAHOO et al., 2023; CANTET, YU e RÍUS, 2021). Nesse cenário, a administração de fitogênicos que possuem ação anti-inflamatória pode auxiliar na atenuação dessas respostas inflamatórias excessivas através da redução de mediadores que agem como pró-inflamatórios e estimulando a produção de citocinas anti-inflamatórias (RODRIGUEZ-NEGRETE et al., 2024).

2.5.4 Modulação da microbiota

A microbiota intestinal desempenha um papel fundamental na digestão, no metabolismo de nutrientes e na manutenção da saúde intestinal dos suínos. Qualquer desequilíbrio microbiano (disbiose) pode comprometer a integridade da mucosa, aumentar a incidência de diarreias e afetar negativamente o desempenho produtivo. Nesse contexto, a modulação da microbiota intestinal de suínos por meio dos aditivos fitogênicos tem sido descrita como um dos principais mecanismos pelos quais esses compostos contribuem para a saúde intestinal e o desempenho produtivo (XU et al., 2024; ZHAO et al., 2024; MADESH et al., 2025).

A ação moduladora ocorre por diferentes mecanismos. Primeiramente, muitos compostos bioativos presentes em óleos essenciais — como timol, carvacrol, eugenol e mentol — exibem atividade antimicrobiana seletiva, inibindo o crescimento de microrganismos patogênicos (por exemplo, *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens*, *Salmonella spp.*) sem afetar ou até estimulando o crescimento de bactérias benéficas, como *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*. Isso é possível porque os fitogênicos atuam principalmente sobre a integridade da membrana celular bacteriana e o equilíbrio do pH local, tornando o ambiente menos favorável aos patógenos (WANG et al., 2024).

2.5.5 Efeito Palatabilizante

Em razão da presença de compostos aromáticos, os fitogênicos podem exercer função de aditivos palatabilizantes na dieta de suínos. Esses compostos podem ser capazes de estimular os receptores olfativos e gustativos dos animais aumentando a atratividade da ração, estimulando o comportamento ingestivo e favorecendo o consumo voluntário de ração, principalmente em fases críticas da produção, como a lactação e creche. Além disso, alguns extratos vegetais podem mascarar sabores não desejáveis de ingredientes na dieta, contribuindo para maior aceitação alimentar (BISWAS e KIM, 2025).

2.6 Fitomoléculas principais

2.6.1 Timol

Não apresentando riscos à saúde do consumidor, o timol também foi registrado pela Comissão Europeia para ser utilizado como aromatizante em alimentos. Ele, junto com alguns outros óleos essenciais (incluindo seu isômero, o carvacrol), está presente na lista “Every Added to Food in the US – (EAFUS)”, lista essa em que a Food and Drug

Administration (FDA) dos Estados Unidos classifica compostos reconhecidos como “seguros” ou como “aditivos alimentares aprovados”.

Esse composto está presente na composição da maioria dos óleos essenciais derivados das espécies vegetais da família Lamiaceae, possuindo atividades microbianas que levou os pesquisadores a estudarem a possível capacidade que esse componente tem de melhorar o desempenho e a saúde intestinal em suínos (MICHIELS et al., 2012).

Para nós, seres humanos, o timol possui o cheiro forte e característico do tomilho acrescentado a um amargor e, às vezes, a uma certa picância. Já nos suínos, a adição do timol na ração, pode não só afetar a palatabilidade e provocar certa aversão à ração, mas também pode interferir no tamanho e na duração das refeições.

Partindo desse ponto, o timol age ou como um aromatizante poderoso podendo aumentar a palatabilidade da ração ou, através da ativação quimiorreceptora, como um ingrediente impalatável e amargo que interfere diretamente no consumo da ração, fator esse que deve ser bastante levado em consideração, tendo em vista que, para atingir a eficácia microbiana desejada, pode ser necessário altos níveis de inclusão desse componente na dieta (MICHIELS et al., 2012). Além disso, de acordo com alguns autores, o timol apresentou propriedades espasmolíticas (BEER et al., 2007), antioxidantes e anti-inflamatórias (LUNA et al., 2010) e se mostrou capaz de afetar a resposta imunológica através da inibição da elastase (BRAGA et al., 2006) e da atividade da ciclooxigenase (MARSIK et al., 2005), o que é capaz de justificar uma possível elevação nos níveis de crescimento animal.

Em algumas revisões farmacológicas o timol foi descrito como um componente que apresenta alguns mecanismos como dano irreversível à membrana, indução de estresse oxidativo em microrganismos e impacto em vias de reparo de DNA, o que explica seu espectro de ação contra as bactérias gram-positivas e gram-negativas (NAGOOR MEERAN et al., 2017). Óleos essenciais contendo o timol são apontados como alternativas promissoras aos ACPs por terem efeitos antibacterianos, antioxidantes e moduladores do microbioma (OMONIJO et al., 2018). Além disso, outros estudos mostram que misturas envolvendo o timol também podem melhorar o desempenho dos leitões e dos parâmetros intestinais destes, através da redução da diarreia pós-desmame e da melhoria da eficiência alimentar em suínos na fase de creche (SHAO et al., 2023; LI et al., 2012).

2.6.2 Anetol

O anetol, principal composto aromático presente em óleos essenciais de espécies das famílias Apiaceae e Schisandraceae, tem ganhado destaque na nutrição de suínos devido ao seu potencial funcional. Estudos têm explorado métodos de quantificação do anetol em matrizes vegetais e dietas, visando apoiar pesquisas futuras sobre seus efeitos metabólicos, sensoriais e produtivos (Michels et al., 2006). Além de sua reconhecida ação odorífera, o anetol apresenta palatabilidade atrativa, estimulando o consumo voluntário de ração. Evidências mostram que leitões e suínos apresentam preferência por dietas contendo anetol, resultando em maior consumo médio diário (CMD) e, consequentemente, melhor conversão alimentar (REYES-CAMACHO et al., 2021).

Do ponto de vista funcional, o anetol também apresenta propriedades antioxidantes e imunomoduladoras no intestino, contribuindo para a integridade da barreira epitelial e para a redução de estresse oxidativo (Yu et al., 2022). Seu uso é considerado seguro em níveis nutricionalmente recomendados, não apresentando riscos aos animais ou aos consumidores de produtos derivados desses sistemas produtivos (EFSA FEEDAP Panel, 2025).

Resultados adicionais demonstram que combinações de anetol com outros aditivos, como tributirina, podem potencializar efeitos zootécnicos. Dang et al. (2023) observaram que a mistura promoveu melhora no desempenho de crescimento, além de reduzir emissões de amônia fecal, efeito atribuído à maior digestibilidade dos nutrientes, aumento da altura das vilosidades jejunais e modulação benéfica da microbiota. Em condições de desafios sanitários, como infecções por patógenos, o anetol mostrou capacidade de preservar o desempenho (incluindo a conversão alimentar), mantendo a funcionalidade da barreira intestinal. Esse efeito está associado ao aumento da expressão de proteínas de junção, maior espessura da camada de mucina, redução da inflamação via menor expressão de genes pró-inflamatórios e favorecimento de bactérias benéficas no trato gastrointestinal (Yi et al., 2021).

2.6.3 Mentol

O mentol, monoterpeneo majoritário do óleo essencial de *Mentha spp.*, apresenta reconhecida ação anti-inflamatória, atuando principalmente pela modulação de mediadores pró-inflamatórios.

Val-Laillet et al. (2018) avaliaram uma composição de óleos essenciais contendo mentol ofertada a matrizes suínas durante a gestação e a lactação. Os autores observaram que os leitões provenientes de matrizes suplementadas apresentaram maior ganho de peso

e maior consumo de ração no pós-desmame, além da comprovação de que o mentol foi transferido via colostro, conferindo benefícios diretos aos neonatos. O estudo também mostrou que fitogênicos aromáticos podem modular características sensoriais e bioquímicas do colostro e do leite, atuando como sinais olfativos capazes de influenciar o comportamento alimentar da leitegada. Além disso, foi sugerido que a exposição prévia ao composto durante o período perinatal pode promover um condicionamento sensorial, levando os leitões a reconhecerem e preferirem dietas contendo o mesmo aroma após o desmame — embora essa hipótese ainda demande maior investigação para ser completamente elucidada.

Evidências complementares vêm de Hejna et al. (2021), que demonstraram que óleos de hortelã, naturalmente ricos em mentol, apresentam atividades anti-inflamatórias, antioxidantes e antimicrobianas, indicando múltiplos mecanismos de ação fisiológica. Resultados semelhantes foram relatados por Bernard et al. (2025), que verificaram que o mentol pode melhorar a conversão alimentar, aumentar o ganho de peso e reduzir patógenos ao longo do trato gastrointestinal, além de modular positivamente a resposta imune e auxiliar na mitigação do estresse térmico devido às suas propriedades refrescantes.

Por outro lado, efeitos adversos também foram registrados na literatura. Holden et al. (1999) observaram que o odor e sabor intensos da hortelã-pimenta reduziram a ingestão de ração por leitões, resultando em menor ganho de peso, evidenciando que a resposta ao mentol pode depender do tipo de óleo essencial, intensidade aromática e nível de inclusão na dieta. Esses achados reforçam a necessidade de ajustes precisos de formulação para assegurar benefícios sem comprometer a palatabilidade.

3 OBJETIVOS

3.1 Geral

Avaliar os efeitos da inclusão de compostos fitogênicos na alimentação de porcas lactantes sobre o desempenho das matrizes suínas e de suas leitegadas.

3.2 Específicos

- a) Avaliar o consumo alimentar das matrizes suínas durante o período lactacional em resposta à inclusão de compostos fitogênicos na dieta, bem como mensurar a espessura de toucinho e a área de olho de lombo ao final da lactação, a fim de verificar possíveis alterações na condição corporal associadas à dieta;
- b) Analisar a composição físico-química do leite de matrizes alimentadas com dieta contendo os compostos fitogênicos;
- c) Observar e quantificar o comportamento materno de matrizes suínas e de suas leitegadas durante a fase de maternidade;
- d) Determinar os efeitos da dieta com fitogênicos sobre parâmetros bioquímicos do sangue das porcas lactantes;
- e) Avaliar a incidência de diarreia nos leitões lactentes em função da suplementação materna com fitogênicos.

4 METODOLOGIA

4.1 Ética na experimentação animal

Todos os procedimentos realizados durante o período experimental foram submetidos e executados seguindo as diretrizes propostas pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), identificado pelo protocolo 11/2024.

4.2 Animais e instalações

O experimento foi conduzido com 76 matrizes suínas de linhagem comercial hiperprolífica (TN70, Topigs Norsvin®), entre dois e sete partos, em estágio de lactação, em granja comercial localizada no município de Maranguape, estado do Ceará.

As matrizes foram transferidas dos galpões de gestação para os galpões de maternidade aos 105 dias de gestação. As instalações da gestação eram providas de gaiolas individuais com piso compacto e as instalações da maternidade, eram providas de piso parcialmente ripado e abrigo escamoteador como fonte de calor para os leitões.

No momento da transferência das matrizes, as mesmas foram banhadas e, em seguida, alojadas individualmente em baias de parto, contendo bebedouro e comedouro, além de abrigo escamoteador.

4.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, sendo a matriz e sua leitegada, a unidade experimental. As matrizes foram distribuídas, por tratamento, mantendo-se a mesma quantidade de animais, com mesma base genética, peso e ordens de parto.

Os tratamentos foram divididos em:

- Grupo controle, constituído por 38 fêmeas, onde as mesmas receberam a dieta padrão adotada pela granja, sem a adição do fitogênico;
- Grupo suplementado, constituído por 38 fêmeas, onde as mesmas receberam a dieta padrão adotada pela granja, com a adição do fitogênico.

O aditivo fitogênico (Digestarom® Sow, DSM Nutritional Products, São Paulo, Brasil) foi adicionado e misturado às dietas pertencentes ao grupo suplementado na proporção de 150 g/tonelada. Este, continha uma mistura proprietária baseada em óleos

essenciais, ervas e extratos, sendo os principais óleos essenciais mentol (1,8 mg/kg de produto), trans-anetol (0,76 mg/kg de produto) e timol (0,41 mg/kg de produto).

4.4 Manejo alimentar

As matrizes do grupo pertencentes ao grupo suplementado passaram a receber a ração contendo o aditivo fitogênico 30 dias da data prevista para o parto, permanecendo sob suplementação até o desmame.

Ao serem transferidas para o galpão de maternidade, as matrizes receberam 2,0 kg de ração de lactação até o parto. No dia do parto, as matrizes não foram alimentadas e receberam, um dia após o parto, 1,0 kg de ração; no segundo dia, receberam 2,0 kg de ração, no terceiro dia, 3,0 kg; no quarto dia, 4,0 kg; no quinto dia, 5,0 kg; no sexto dia, 6,0 kg; no sétimo dia, 7,0 kg e no oitavo dia até o momento do desmame, 8,0 kg.

Para estimular o consumo de ração, todos os arraçoamentos foram divididos em 5 tratos por dia, sendo eles realizados às 06h, às 09h30, às 15h30, às 19h e às 02h. A quantidade de ração a ser ofertada foi dividida, em partes iguais, pela quantidade de tratos realizados. Durante todo o período experimental, as fêmeas receberam água *ad libitum*.

Desde o pré-parto até o desmame, as matrizes foram alimentadas com ração de lactação na forma farelada, à base de milho e farelo de soja, seguindo as exigências nutricionais das porcas lactantes relatadas no manual técnico da linhagem da Topigs Norsvin do Brasil® (Tabela 1). Os valores bromatológicos analisados das dietas experimentais encontram-se apresentados na Tabela 2.

Tabela 1 – Composição percentual e valores nutricionais calculados da dieta de lactação das matrizes suínas

Ingredientes	Lactação (%)
Milho em grãos	63,54
Farelo de soja	28,00
Açúcar cristal	5,00
Fibra sintética (Arbocel)	0,50
Lisina 99%	0,16
Metionina 99%	0,10
L-Treonina 98,5%	0,05
MT.X + Adsorvente	0,15
Rovimix Pig Lactação	2,50
Total	100,00
Valores nutricionais calculados	

Peso (kg)	1,00
Matéria seca (%)	89,0
Proteína bruta (%)	19,15
Gordura bruta (%)	2,97
Fibra bruta (%)	3,19
Cinzas (%)	5,92
Cálcio (%)	1,06
Fósforo total (%)	0,55
EM (Kcal)	3268,13

Tabela 2 – Composição bromatológica analisada das dietas experimentais fornecidas às matrizes suínas nos períodos de pré-lactação e lactação

Parâmetros	Pré-Lactação		Lactação	
	Controle	Fitogênicos	Controle	Fitogênicos
Matéria Seca (%)	94,76	94,80	94,13	93,91
Proteína (%)	13,42	14,23	16,96	18,02
Matéria Mineral (%)	4,19	4,71	4,95	4,61
Extrato Etéreo (%)	2,66	3,83	2,79	3,03
FDN (%)	9,78	11,49	8,48	10,50
FDA (%)	3,51	3,80	3,57	3,39

4.5 Caracterização e monitoramento ambiental

O experimento foi conduzido em três galpões distintos, Galpão 1, Galpão 4 e Galpão 5, com diferentes sistemas de ventilação.

O Galpão 1 possuía sistema de ventilação por pressão negativa, composto por exaustores localizados na extremidade final do galpão e painéis evaporativos na área frontal. Nesse galpão ficaram alojadas 35 matrizes durante o período experimental, dessas, 15 matrizes pertenciam ao grupo controle e 20 matrizes pertenciam ao grupo suplementado.

O Galpão 4 operava com ventilação forçada utilizando o sistema ductofan, direcionando o ar por meio de dutos diretamente para as fêmeas. Os dutos encontravam-se dispostos na altura da cernelha das matrizes e alojou 24 matrizes durante o período experimental, dessas, 11 matrizes pertenciam ao grupo controle e 13 matrizes pertenciam ao grupo suplementado.

Por último, o Galpão 5 não possuía nenhum sistema de ventilação, sendo caracterizado pela circulação natural de ar e alojou 17 matrizes durante o período experimental, dessas, 12 matrizes pertenciam ao grupo controle e 5 matrizes pertenciam ao grupo suplementado.

Para caracterização do ambiente de todos os galpões, um *datalogger* foi instalado a meia altura dos animais, onde o dispositivo coletou os dados de temperatura e umidade relativa do ar a cada cinco minutos, durante todo o período experimental.

4.6 Parâmetros avaliados nas matrizes

4.6.1 Desempenho e produção de leite

As matrizes foram pesadas após o parto e ao desmame para verificar a mobilização corporal (em quilos e em porcentagem). Com base na quantidade de ração ofertada, as sobras de ração foram pesadas diariamente, para obtenção do consumo diário das matrizes na fase de lactação.

Durante o período lactacional, foram avaliadas, a saber: mobilização corporal durante a fase lactacional; intervalo desmame-cio e mortalidade dos leitões.

A produção de leite das matrizes foi estimada através do uso da equação proposta por Noblet e Etianne (1989):

$$\text{Produção de leite } \left(\frac{\text{kg}}{\text{dia}}\right) = \frac{(0,718 \times \text{ganho de peso diário do leitão (g)}) - 4,9}{\text{número de leitões} \times 0,19}$$

4.6.2 Comportamento

Ao 3º e 19º dia de lactação, 10 matrizes de cada tratamento tiveram os seus parâmetros comportamentais avaliados. As matrizes foram monitoradas durante 24h, com início às 06h.

Os comportamentos avaliados foram: bebendo água (B), quando as matrizes estavam ingerindo água nos bebedouros; comendo ração (C), quando realizavam o consumo de alimento nos comedouros; estereotipado (E), caracterizado por movimentos repetitivos e sem função aparente, como balançar a cabeça, mastigar no ar ou realizar padrões de movimentação repetidos; inativo (I), quando permaneciam totalmente deitadas, com os olhos fechados e sem qualquer atividade oral; inativo alerta (IA), quando estavam paradas – em pé, deitadas ou sentadas – porém com os olhos abertos; amamentando (M), quando estavam em aleitamento com suas leitegadas; mordendo (MO), quando mordiam barras, estruturas da baia ou os comedouros de forma repetitiva, sem finalidade alimentar; e fuçando (F), quando realizavam movimentos de fuçar nos comedouros ou nas baias repetidas vezes, sem ingestão de alimento.

Essas classificações foram utilizadas conforme sugerido por Pandorfi et al. (2006).

4.6.3 Análises bromatológicas do leite

Ao 2º e no 20º dia de lactação, foi colhido o leite de 10 matrizes por tratamento, das mesmas fêmeas utilizadas na avaliação dos parâmetros comportamentais. Os leitões foram separados das matrizes, e essas foram deixadas em jejum por uma hora. Após esse período, 1 mL de ocitocina injetável foi aplicado na veia marginal da orelha das fêmeas. Após a descida espontânea do leite, amostras de 80 mL foram colhidas, em potes esterilizados, das oito primeiras glândulas produtivas, quatro de cada lado. As amostras colhidas, durante a ordenha manual das tetas funcionais de cada fêmea foram identificadas, homogeneizadas e armazenadas à temperatura de -20 °C para análises posteriores. Foram analisadas as concentrações de proteína bruta (PB), teor de gordura (GOR), lactose (LACT), sólidos não gordurosos (SNG), matéria mineral (FM) e sólidos totais (SL) em instrumento de espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR).

4.6.4 Análises bioquímicas séricas

O sangue de 10 fêmeas por tratamento, das mesmas matrizes avaliadas nos parâmetros comportamentais e que tiveram seu leite colhido, foi coletado no 2º e no 20º dia de lactação. Um total de 4 mL foi coletado por meio da punção da veia jugular. Foram mensuradas as das concentrações séricas de ureia, proteína total (PT), albumina (ALB), aspartato aminotransferase (AST), glutamyl aminotransferase (GGT), creatinoquinase (CK), triglicerídeos (TG), colesterol total e glicose (GLU) utilizando um analisador bioquímico semiautomático (modelo BIO-2000 ©, Bioplus Instruments, São Paulo, Brasil), através de kits comerciais correspondentes.

4.6.5 Parâmetros fisiológicos

Aos 2º, 9º, 16º e 23º dia de lactação, às 07h, 13h e 16h, os parâmetros fisiológicos de 8 matrizes foram coletados, a saber: frequência respiratória (FR), temperatura de paleta (TPA), temperatura de pernil (TPE), temperatura de nuca (TN), temperatura de orelha (TO) e temperatura retal (TR).

A FR foi obtida por meio de observação dos movimentos do flanco da matriz, verificando a contração dos músculos intercostais durante 15 segundos, o resultado foi multiplicado por quatro, totalizando os movimentos respiratórios por minuto.

As temperaturas de pele (TPA, TPE, TN e TO) foram obtidas com o auxílio de termômetro infravermelho, posicionados a 20 cm de distância e ângulo perpendicular sobre a região considerada da matriz.

A TR foi obtida por meio de termômetro digital, inserido na porção superior do reto, até que o aviso sonoro do termômetro soasse.

4.7 Parâmetros avaliados nos leitões

4.7.1 Desempenho

Ao nascerem, os leitões foram secos com pó secante e o cordão umbilical amarrado, cortado e desinfetado com solução de iodo a 10%. Logo após, foram mantidos junto à fêmea para ingestão do colostro. A uniformização das leitegadas se deu entre leitões de fêmeas de mesmo tratamento até o segundo dia de vida dos leitões, de forma a manter 13 a 14 leitões por porca. Os leitões foram pesados individualmente e ao desmame. As pesagens foram realizadas com auxílio de balança digital com três casas decimais. Com base nas informações coletadas um dia após o parto e ao desmame, o ganho de peso diário dos leitões foi calculado.

4.7.2 Ocorrência de diarreia

As possíveis ocorrências de diarreia também foram monitoradas ao longo do período, registrando-se sua presença e intensidade para posterior análise da frequência.

Para cada lote em que houve manifestação de diarreia na baia, classificou-se o quadro clínico conforme a severidade dos sinais observados:

0 – Para fezes normais, caracterizadas por consistência sólida e formato definido, sem alterações na frequência de evacuação ou no comportamento dos leitões. Nessa condição, os animais apresentam consumo de leite adequado, atividade normal e ausência de sinais clínicos de desidratação ou desconforto intestinal;

1 – Para diarreia leve, caracterizada por fezes pastosas ou levemente amolecidas, sem alterações significativas no comportamento dos leitões. Nesse estágio, normalmente não há sinais de desidratação e o consumo de leite e a atividade dos animais permanecem próximos do normal;

2 – Para diarreia moderada, caracterizada por fezes líquidas ou pastosas, com aumento da frequência de evacuações, onde os leitões podem apresentar leve apatia, discreta redução no consumo de leite e início de sinais de desidratação;

3 – Para diarreia severa, caracterizada por fezes totalmente líquidas, evacuações muito frequentes e sinais evidentes de desidratação. Nessa fase, os leitões podem apresentar apatia acentuada, redução marcada no consumo de leite, perda de peso e, em alguns casos, prostração.

As avaliações da ocorrência de diarreia foram realizadas e adaptadas de acordo com a metodologia proposta por Gonçalves et al. (2018).

4.7.3 Comportamento

Os leitões também tiveram suas variáveis comportamentais analisadas. Os animais foram monitorados durante 24h, com início às 6h, no mesmo dia da mensuração comportamental das matrizes. Os parâmetros comportamentais da leitegada analisados foram: número, intervalo e duração de mamadas. O início da mamada foi mensurado e o resultado contabilizado quando mais da metade ($50\% + 1$) da leitegada estivesse sendo amamentada, e a finalização foi obtida quando mais da metade ($50\% + 1$) não se encontrou mais sendo amamentada pela matriz. A observação dos animais foi realizada de acordo com as orientações propostas por Ferreira (2005), para que o comportamento dos leitões não fosse afetado e não houvesse variação dos dados obtidos.

4.7.4 Estratificação

A estratificação do peso corporal das leitegadas foi realizada com base na distribuição percentual dos pesos individuais dos leitões dentro de cada leitegada, considerando a ordenação crescente dos valores. Para a equalização, os animais foram classificados em três classes correspondentes a aproximadamente 33% da distribuição: os 33% mais leves, os 33% com pesos intermediários e os 33% mais pesados. Dessa forma, adotaram-se como pontos de corte $< 1,611$ kg para leitões leves, de $1,611$ a $1,898$ kg para leitões médios e $> 1,898$ kg para leitões pesados. Para o desmame, seguiu-se o mesmo critério de estratificação, sendo considerados $< 5,518$ kg para leitões leves, de $5,518$ a $6,601$ kg para leitões médios e $> 6,601$ kg para leitões pesados, garantindo a formação de grupos proporcionalmente equilibrados dentro de cada leitegada.

4.7.5 Análises bioquímicas séricas

Foram coletados 4 mL de sangue de 10 leitões por tratamento, dos mesmos animais utilizados na avaliação comportamental. As coletas ocorreram no 2º e no 20º dia de lactação para mensuração das concentrações séricas de ureia, proteína total (PT),

albumina (ALB), aspartato aminotransferase (AST), glutamil aminotransferase (GGT), creatinoquinase (CK), triglicerídeos (TG), colesterol total e glicose (GLU).

As análises foram realizadas em um analisador bioquímico semiautomático (modelo BIO-2000[®], Bioplus Instruments, São Paulo, Brasil), utilizando kits comerciais específicos para cada parâmetro.

4.8 Análises estatísticas

Para as análises estatísticas foi utilizado o pacote estatístico do SAS (9.3). Os dados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk ao nível de 5% de probabilidade para verificar a normalidade dos dados. Os dados com distribuição normal foram comparados pelo teste F da análise de variância.

Os dados que não apresentaram distribuição normal, foram normalizados pelo procedimento PROC RANK do pacote estatístico do SAS (9.3) e os dados não normalizados foram comparados pelo teste Kruskal-Wallis ao nível de 5% de probabilidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A temperatura interna das instalações variou entre 26,16 e 29,50 °C, apresentando amplitude térmica de 3,34 °C, com maior pico às 13h e menor às 5h. A umidade relativa variou entre 81,71 e 90,81%, com amplitude de 9,10% (Figura 1).

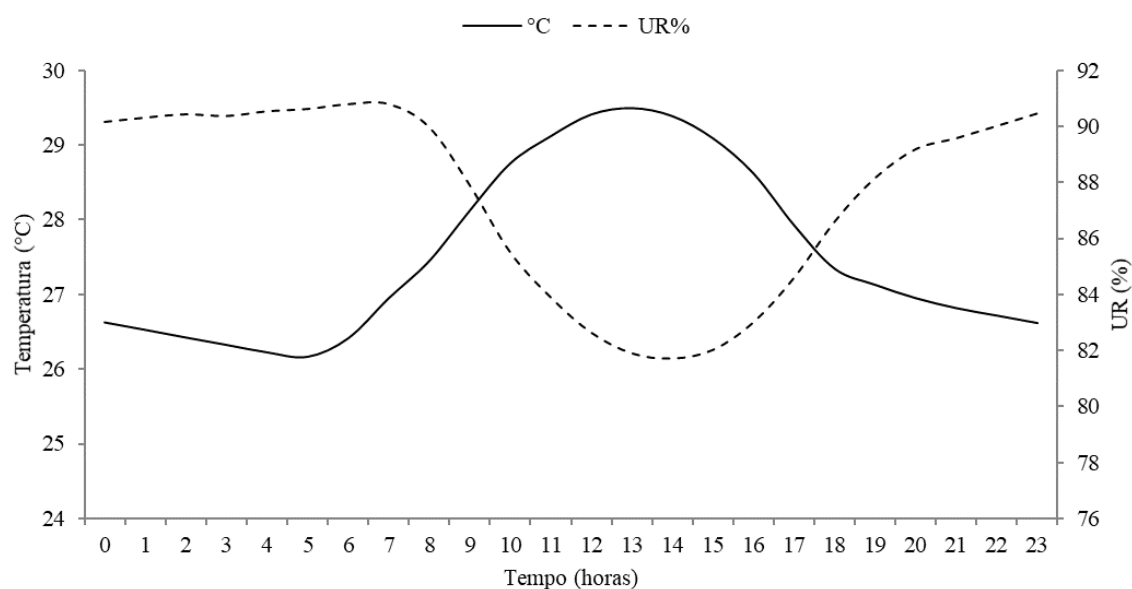


Figura 1 – Temperatura média e umidade relativa do ar nas instalações da maternidade durante a lactação em função dos horários.

De acordo com a literatura, a faixa de termoneutralidade para fêmeas lactantes situa-se entre 16 e 22 °C (TUMMARUK et al., 2023), com umidade relativa ideal entre 40 e 70% (DOS SANTOS et al., 2024; RIBEIRO et al., 2018; BORTOLOZZO et al., 2011). Assim, observa-se que, durante todo o período avaliado, a temperatura permaneceu acima do limite superior de conforto, enquanto a umidade relativa manteve-se em patamares elevados, próximos a 90%.

A associação de altas temperaturas com elevada umidade relativa intensifica os efeitos do estresse térmico, uma vez que limita os mecanismos de dissipação de calor por evaporação, reduzindo a eficiência da termorregulação das fêmeas (DOS SANTOS et al., 2024). Huynh et al. (2005) verificaram que a combinação entre altas temperaturas e umidade alta reduziu o ganho de peso dos animais testados. Nesse contexto, a sobrecarga térmica pode comprometer o consumo voluntário de ração, aumentar a mobilização de reservas corporais e afetar negativamente tanto a produção de leite quanto o desempenho da leitegada (RIBEIRO et al., 2018).

Mesmo sob essas condições ambientais desafiadoras, que poderiam potencializar diferenças entre tratamentos, a suplementação com o fitogênico não afetou ($p > 0,05$) o desempenho das matrizes durante o período lactacional e também não interferiu ($p > 0,05$) no comportamento das mesmas (Tabela 3).

Tabela 3 – Condição corporal e comportamento de fêmeas suínas lactantes suplementadas com fitogênicos

Parâmetros	Controle	Fitogênicos	CV (%) ¹	P valor
Equalização				
Peso (kg)	249,96	245,53	9,31	0,771
Espessura de Toucinho (mm)	17,84	16,71	23,79	0,234
Profundidade de Lombo (mm)	46,57	46,81	22,03	0,862
Desmame				
Peso (kg)	237,42	230,58	10,18	0,226
Espessura de Toucinho (mm)	15,57	15,18	25,09	0,552
Profundidade de Lombo (mm)	47,28	46,96	18,73	0,663
Lactação				
Consumo (kg/dia)	5,585	5,600	7,29	0,882
Mobilização (kg)	12,54	14,95	99,54	0,199
Mobilização (%)	4,97	5,94	104,11	0,237
Lactação (dias)	23,39	23,13	7,27	0,246
Produção de leite (kg)	9,46	9,49	16,30	0,927
Intervalo Desmame-Cio (dias)	6,06	8,19	81,95	0,734
Comportamento				
Bebendo água (%)	2,15	1,94	246,94	0,322
Consumindo ração (%)	5,14	4,33	345,68	0,811
Esteriotipado (%)	0,00	0,00	.	.
Mordendo (%)	0,28	0,13	743,67	0,353
Inativa (%)	55,21	57,01	48,83	0,284
Inativa alerta (%)	22,50	21,90	95,56	0,172
Amamentando (%)	13,54	14,02	107,53	0,288
Fuçando (%)	1,18	0,66	353,44	0,126

As médias diferiram ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Há uma tendência para as médias diferirem entre 5 e 10% de probabilidade pelo teste F

¹ CV: coeficiente de variação.

De maneira geral, os resultados obtidos nos sugerem que os aditivos fitogênicos avaliados não comprometeram a saúde e nem o desempenho das matrizes lactantes.

Os resultados nos mostram que, mesmo com a ausência de efeitos significativos, a suplementação com o fitogênico não interferiu em parâmetros como condição corporal, produção de leite, parâmetros reprodutivos e comportamento das matrizes durante a lactação. Tais achados podem ser corroborados com outros estudos que nos mostram que

os efeitos da suplementação fitogênica podem estar associados a diversos fatores como a composição da dieta, tipo e concentração do aditivo fitogênico, estado de saúde do animal, genética, idade e afins (YANG et al., 2015; OMONIJO et al., 2018).

Com relação ao comportamento das matrizes, a similaridade entre os tratamentos reforça a hipótese de que a suplementação com fitogênicos não alterou o comportamento das mesmas.

A composição química do leite na equalização não diferiu ($p > 0,05$) entre os tratamentos, porém, houve uma tendência ($p = 0,077$) de aumento de sólidos totais, no grupo suplementado, de 0,78 pontos percentuais. No desmame, a composição do leite não diferiu ($p > 0,05$) entre os tratamentos, exceto para gordura e sólidos totais, que apresentaram maiores concentrações no grupo suplementado, o aumento constatado foi de 0,82 e 0,25 pontos percentuais, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4 – Composição química do leite de fêmeas suínas suplementadas com fitogênicos

Parâmetros	Controle	Fitogênicos	CV (%)	P valor
	2 dias			
Gordura (%)	5,90	6,14	23,33	0,743
Proteína (%)	4,02	4,30	9,41	0,167
Lactose (%)	5,06	5,44	11,93	0,225
Sólidos totais (%)	10,22	11,00	10,24	0,077
Sólidos não gordurosos (%)	4,32	5,48	31,97	0,143
Parâmetros	20 dias			
Gordura (%)	5,21	6,03	17,04	0,045
Proteína (%)	4,17	4,07	10,90	0,640
Lactose (%)	5,44	5,16	11,83	0,352
Sólidos totais (%) ³	10,43	10,68	11,66	0,020
Sólidos não gordurosos (%)	5,32	4,42	27,87	0,170

As médias diferiram ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Há uma tendência para as médias diferirem entre 5 e 10% de probabilidade pelo teste F.

¹ CV: coeficiente de variação.

² Proteína aos dois dias foi utilizada como co-variável.

³ Lactose aos dois dias foi utilizada como co-variável.

Considerando que o estresse térmico, discutido anteriormente, pode reduzir o aporte de energia para a glândula mamária, influenciar a mobilização corporal e modular a síntese e o transporte de nutrientes para o leite, a avaliação da composição láctea torna-se particularmente relevante para compreender a extensão das respostas das matrizes aos tratamentos. A literatura descreve que condições de sobrecarga térmica e alta demanda metabólica durante a lactação podem alterar especificamente os teores de

gordura e sólidos totais (FARMER & JOHANNSEN, 2024; THEIL et al., 2014), ainda que nem sempre produzam diferenças detectáveis entre tratamentos nutricionais.

A análise dos dados de composição química do leite indica que os fitogênicos exerceram efeitos positivos específicos durante a lactação. Embora na equalização não tenham sido observadas diferenças significativas entre os tratamentos, houve tendência de aumento nos sólidos totais das fêmeas suplementadas, sugerindo início de modulação no fracionamento de nutrientes já nos primeiros dias pós-parto. No desmame, essa tendência se consolidou, resultando em maiores teores de gordura e sólidos totais no grupo suplementado, indicando maior densidade energética do leite.

Esses resultados são particularmente interessantes porque ocorreram sem aumento do consumo de ração e sem mobilização corporal exacerbada, conforme observado anteriormente, o que reforça que as diferenças na composição do leite não estão associadas a maior desgaste metabólico das matrizes. A ausência de efeitos negativos sobre o desempenho da leitegada — discutida adiante — também corrobora essa interpretação, indicando que a suplementação fitogênica não aumentou a exigência catabólica das fêmeas, mas sim atuou no direcionamento metabólico para a glândula mamária.

Estudos prévios já demonstraram que extratos vegetais podem melhorar a eficiência de utilização dos nutrientes durante a lactação, modulando vias antioxidantes e inflamatórias que impactam o metabolismo mamário (LIU et al., 2017; REYES-CAMACHO et al., 2020; MENG et al., 2018). A suplementação iniciada ainda na gestação reforça essa hipótese, pois mecanismos de ajuste metabólico pré-parto podem persistir no início da lactação, influenciando a composição do leite mesmo sem alterar o desempenho produtivo das fêmeas.

A melhoria nos teores de gordura observada aos 20 dias sugere aumento da captação ou síntese de lipídios na glândula mamária. Como grande parte da gordura do leite deriva de ácidos graxos mobilizados do tecido adiposo ou sintetizados de novo por enzimas lipogênicas, a modulação antioxidante promovida pelos fitogênicos pode favorecer o direcionamento desses substratos para a secreção láctea em vez de para manutenção tecidual, aumentando a densidade energética do leite (PALOMBO et al., 2018; ROSERO et al., 2016). Essa característica é especialmente relevante, pois a gordura exerce papel fundamental na regulação térmica e no aporte calórico dos leitões, contribuindo para seu crescimento acelerado no final da lactação (THEIL et al., 2014).

Assim, o aumento dos sólidos totais e da gordura no leite das matrizes suplementadas reforça a hipótese de que os fitogênicos não apenas preservam o estado metabólico das fêmeas sob condições de elevada demanda fisiológica, mas também podem aprimorar a eficiência na transferência de nutrientes para o leite. Dessa forma, mesmo sem alterar variáveis maternas clássicas, como ingestão alimentar ou mobilização corporal, a suplementação resultou em leite com maior densidade nutricional, o que constitui um ganho importante para o desenvolvimento da leitegada. A lactogênese em suínos compreende a formação do colostro e o estabelecimento da secreção láctea. Após o parto, a sucção dos leitões estimula a liberação de ocitocina, promovendo a ejeção do leite e a manutenção da atividade secretora. Tetos não estimulados durante a lactação tendem a sofrer involução, reduzindo sua capacidade produtiva em lactações futuras (FARMER, 2024; FARMER, 2019). O leite produzido após o período colostrar apresenta maiores concentrações de lactose, lipídios e proteínas estruturais, sustentando o crescimento acelerado da leitegada. Sua composição é influenciada por fatores como nutrição materna, condição corporal, ordem de parto, tamanho da leitegada e ambiente de criação, evidenciando o caráter multifatorial da lactogênese.

O incremento de 0,82 pontos percentuais na gordura do leite sugere modulação do metabolismo lipídico materno pelos compostos fitogênicos, possivelmente em decorrência de suas propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias, que podem favorecer o aproveitamento energético e o direcionamento de nutrientes para a secreção láctea (REYES-CAMACHO et al., 2020; MENG et al., 2018). Consequentemente, os leitões passaram a receber um leite com maior densidade energética, o que pode favorecer o crescimento e a deposição teciduais próximos ao desmame.

O metabolismo lipídico materno exerce papel central na composição energética do leite, uma vez que a gordura láctea deriva tanto da mobilização de reservas corporais quanto da síntese de novo na glândula mamária. Durante a lactação, a elevada demanda energética da leitegada intensifica a mobilização de ácidos graxos e a atividade de enzimas lipogênicas, influenciando diretamente o teor de lipídios do leite e, consequentemente, o aporte energético fornecido aos leitões (PALOMBO et al., 2018; ROSERO et al., 2016).

O aumento dos sólidos totais observados no grupo suplementado reforça a hipótese de maior eficiência no aproveitamento dos nutrientes ingeridos pelas matrizes e seu direcionamento para a secreção láctea. Além disso, conforme observado anteriormente, as matrizes suplementadas mantiveram estável a profundidade de lombo

durante o período lactacional, enquanto as fêmeas do grupo controle apresentaram aumento dessa medida. Embora esse resultado possa parecer favorável, a estabilidade das reservas corporais associada à melhoria da composição do leite sugere perfil metabólico mais eficiente nas matrizes suplementadas, priorizando o suporte nutricional da leitegada sem intensificar a mobilização corporal materna.

Considerando que alterações na composição do leite podem refletir ajustes metabólicos maternos durante a lactação, torna-se relevante avaliar se tais respostas também se manifestaram nos parâmetros bioquímicos séricos das matrizes. No presente estudo, a bioquímica sérica na equalização não diferiu ($p > 0,05$) entre os tratamentos, exceto para glicose ($p < 0,05$). Houve uma tendência ($p = 0,080$), ainda na equalização, de aumento dos níveis de ureia, no grupo suplementado, de 14,96 mg/dL. No desmame, a bioquímica não diferiu ($p > 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 5).

Tabela 5 – Bioquímica sérica de fêmeas suínas lactantes suplementadas com fitogênicos

Parâmetros	Controle	Fitogênicos	CV (%)	P valor
	Equalização			
Proteína total (g/dL)	8,19	7,80	35,10	0,795
Albumina (g/dL)	5,02	4,60	27,36	0,538
Globulina (g/dL)	3,17	3,21	50,83	0,963
A/G	1,87	1,73	39,96	0,715
Ureia (mg/dL)	23,47	38,43	52,07	0,080
Creatinina (mg/dL)	2,49	2,68	12,98	0,294
Aspartato aminotransferase (U/I)	48,40	44,97	28,01	0,630
Creatinoquinase (U/I)	1405,90	1311,54	49,24	0,825
Colesterol total (mg/dL)	69,86	71,25	19,89	0,856
Triglicerídeos (mg/dL)	33,44	24,13	48,96	0,338
Glicose (mg/dL)	93,41	114,29	17,21	0,017
Desmame				
Proteína total (g/dL)	7,78	8,61	23,42	0,432
Albumina (g/dL)	4,69	5,38	23,75	0,278
Globulina (g/dL)	3,09	3,23	27,33	0,771
A/G	1,55	1,71	20,75	0,332
Ureia (mg/dL)	45,30	41,34	37,83	0,635
Creatinina (mg/dL)	2,66	2,67	22,55	0,930
Aspartato aminotransferase (U/I)	55,39	46,38	25,23	0,168
Creatinoquinase (U/I)	1475,43	1122,52	45,92	0,234

Colesterol total (mg/dL)	88,14	88,33	16,68	0,981
Triglicerídeos (mg/dL)	46,59	52,92	119,02	0,794
Glicose (mg/dL)	97,68	92,29	15,37	0,523

As médias diferiram ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Há uma tendência para as médias diferirem entre 5 e 10% de probabilidade pelo teste F

¹ CV: coeficiente de variação.

A maioria dos parâmetros bioquímicos indica que a suplementação com aditivos fitogênicos não alterou expressivamente o metabolismo proteico, energético e hepático das fêmeas lactantes. Esse comportamento é coerente com achados anteriores, que relatam efeitos sutis ou inexistentes sobre parâmetros séricos de fêmeas suínas suplementadas com compostos fitogênicos (SANTOS et al., 2023).

Contudo, o aumento nos níveis de glicose nas fêmeas suplementadas pode estar relacionado a uma maior disponibilidade energética no início da lactação, fase caracterizada por intensas mudanças metabólicas.

No que se refere ao metabolismo proteico, a tendência de aumento nos níveis séricos de ureia no grupo suplementado durante a equalização, sugerem alterações leves na dinâmica de utilização dos aminoácidos. A ureia é um marcador clássico do balanço proteico, refletindo o equilíbrio entre ingestão, metabolização, utilização e excreção de proteína; valores mais elevados podem indicar maior degradação de aminoácidos ou menor eficiência de utilização (DALTO et al., 2011).

A interpretação conjunta dos valores de glicose e ureia observados nas fêmeas suplementadas com fitogênicos deve considerar a relação metabólica entre esses dois indicadores em espécies monogástricas, como os suínos, cujo comportamento fisiológico difere do padrão clássico associado ao catabolismo proteico induzido por estresse. Em condições de boa disponibilidade energética, o aumento da glicose sérica sinaliza maior estabilidade glicêmica e tendência à menor mobilização de proteína corporal para fins energéticos. No entanto, a elevação da glicemia pode vir acompanhada de um aumento moderado na ureia, o que não caracteriza estresse ou mobilização proteica excessiva, mas sim uma intensificação do *turnover* de nitrogênio. Nessa situação, com maior energia prontamente disponível, o fígado tende a oxidar aminoácidos excedentes presentes no pool circulante, convertendo o nitrogênio residual em ureia como via normal de excreção. Evidências em outros monogástricos, como equinos, reforçam que a relação glicose–ureia atua como indicador sensível do balanço energético-proteico: animais com maior energia disponível apresentam ureia sérica ligeiramente mais alta, refletindo metabolismo ativo, sem que isso denote estresse metabólico ou mobilização muscular acentuada.

Dentro desse contexto, o perfil metabólico observado nas fêmeas tratadas com fitogênicos é compatível com um estado fisiológico mais estável e eficiente. Primeiramente, os fitogênicos são descritos como moduladores positivos da microbiota intestinal e do ambiente metabólico, o que pode favorecer uma maior estabilidade glicêmica. Considerando que o período pós-parto e o início da lactação são caracterizados por maior desafio fisiológico e aumento do cortisol — hormônio que tende a reduzir a glicemia — o fato de as matrizes suplementadas apresentarem concentrações superiores de glicose na equalização sugere que os fitogênicos podem ter atenuado a resposta ao estresse e contribuído para uma homeostase energética mais robusta.

Além disso, a literatura aponta que animais em melhor estado fisiológico exibem menor catabolismo muscular periférico. Assim, quando a demanda tecidual por aminoácidos diminui, parte desses compostos permanece no plasma e pode ser direcionada ao metabolismo hepático para conversão em ureia. Nessa perspectiva, a ureia mais elevada observada não indica mobilização proteica decorrente de estresse, mas reflete a combinação entre menor necessidade de captação tecidual de aminoácidos e maior estabilidade energética, direcionando o nitrogênio excedente ao ciclo da ureia. Outro aspecto relevante é a melhoria da utilização de proteína induzida pelos fitogênicos, frequentemente associada ao aumento da digestibilidade e à modulação benéfica da microbiota intestinal. Essa otimização digestiva amplia a disponibilidade de aminoácidos no pool circulante e, diante de uma demanda fisiológica já satisfeita, parte desse nitrogênio é naturalmente desviada para o ciclo da ureia, elevando discretamente sua concentração sérica.

Assim, a co-ocorrência de níveis mais altos de glicose e ureia no grupo suplementado com fitogênicos não deve ser interpretada como sinal de estresse, mas sim como indicativo de um metabolismo mais estável, eficiente e energeticamente favorável durante a fase crítica de equalização, reforçando o potencial desses aditivos na modulação positiva do estado metabólico de fêmeas suínas lactantes.

O perfil proteico sérico (proteína total, albumina e globulina) manteve-se estável entre os grupos, indicando que os fitogênicos não alteraram a síntese proteica hepática nem induziram respostas inflamatórias. Da mesma forma, as enzimas aspartato aminotransferase e creatinoquinase não diferiram entre os tratamentos, sugerindo ausência de efeitos deletérios sobre fígado e tecido muscular (SANTOS et al., 2023).

Avaliando os parâmetros fisiológicos das fêmeas lactantes, não foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os tratamentos para as variáveis analisadas, nos

horários observados. Contudo, foi constatada tendência de redução da temperatura média da pele das matrizes pertencentes ao grupo suplementado em dois horários diferentes, às 07h (33,60 °C vs. 33,07 °C; $p = 0,091$) e às 13h (34,72 °C vs. 34,34 °C; $p = 0,073$). Às 16h, foi verificada uma tendência de aumento da frequência respiratória também nas fêmeas pertencentes ao grupo suplementado (85,96 mov/min vs. 100,71 mov/min; $p = 0,090$) (Tabela 6).

Tabela 6 – Parâmetros fisiológicos de fêmeas lactantes suplementadas com fitogênicos

Parâmetros	Controle	Fitogênicos	CV (%) ¹	P trat (OP)
	07:00 horas			
Frequência respiratória (mov/min)	58,55	58,84	44,29	0,922
Temperatura média da pele (°C)	33,60	33,07	3,35	0,091
Temperatura retal (°C)	38,58	38,54	1,57	0,864
13:00 horas				
Frequência respiratória (mov/min)	84,77	85,17	45,1	0,969
Temperatura média da pele (°C)	34,72	34,34	3,61	0,073
Temperatura retal (°C)	39,30	39,21	1,57	0,698
16:00 horas				
Frequência respiratória (mov/min) ₂	85,96	100,71	36,6	0,090
Temperatura média da pele (°C)	34,44	34,14	3,62	0,231
Temperatura retal (°C)	39,11	39,45	3,4	0,628

As médias diferiram ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Há uma tendência para as médias diferirem entre 5 e 10% de probabilidade pelo teste F

¹ CV: coeficiente de variação.

² Temperatura retal às 16:00 horas foi usada como co-variável.

A ausência de diferenças estatísticas indica que a suplementação fitogênica não comprometeu a homeostase térmica das matrizes, sugerindo que o manejo geral, incluindo ventilação, conforto térmico e oferta de água e alimento, foi adequado para manter os animais dentro de limites fisiológicos normais. Assim, manter os indicadores sem alterações adversas já configura um resultado favorável, pois confirma que o suplemento não gerou efeitos negativos sobre o bem-estar térmico das fêmeas.

A suplementação com o fitogênico não afetou ($p > 0,05$) o desempenho dos leitões na equalização e nem durante a fase de lactação. No desmame, houve uma tendência ($p = 0,083$) de aumento de 0,27 leitões desmamados. A suplementação com fitogênico melhorou ($p < 0,05$) a ocorrência de diarreia, diminuindo em 3,89 pontos percentuais, a ocorrência de fezes líquidas e apresentou tendência ($p = 0,062$) de aumento de 2,23 pontos

percentuais na proporção de fezes normais. A suplementação com fitogênico não alterou ($p > 0,05$) o comportamento dos leitões (Tabela 7).

Tabela 7 – Desempenho e comportamento de leitões lactentes oriundos de fêmeas suínas suplementadas com fitogênicos

Parâmetros	Controle	Fitogênicos	CV (%) ¹	P Valor
	Equalização			
Leitões (n)	13,08	13,42	6,18	0,178
Leitões (kg)	1,768	1,771	14,41	0,513
CV (%)	14,29	14,77	35,30	0,784
Desmame				
Leitões (n)	12,15	12,42	10,12	0,083
Leitões (kg)	6,153	5,965	12,59	0,750
CV (%)	16,50	18,18	28,47	0,223
Lactação				
Ganho de peso diário (kg/dia)	0,207	0,201	14,20	0,328
Mortalidade (%)	7,09	6,41	124,38	0,653
Classificação das fezes				
Normais (%)	55,02	57,25	41,82	0,062
Creosas (%)	17,09	17,45	87,51	0,440
Pastosas (%)	11,58	12,88	83,22	0,561
Líquidas (%)	16,31	12,42	86,94	0,027
Comportamento				
Mamadas (n)	24,05	24,18	19,18	0,929
Duração da mamadas (min)	8,24	8,23	38,56	0,688
Intervalo da mamadas (min)	44,37	43,94	61,03	0,581

As médias diferiram ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Há uma tendência para as médias diferirem entre 5 e 10% de probabilidade pelo teste F.

¹ CV: coeficiente de variação.

Resultados semelhantes aos descritos por Papatsiros et al. (2022) indicam que a suplementação com fitogênicos pode favorecer a sobrevivência da leitegada, mesmo quando não são observadas diferenças diretas no ganho de peso ou na mortalidade durante a lactação. No presente estudo, esse efeito é mais plausivelmente explicado pela melhoria da qualidade do leite — especialmente pelo aumento da densidade energética discutido anteriormente — do que por alterações no consumo ou na produção láctea das matrizes. Um leite mais concentrado pode ter oferecido suporte energético superior, contribuindo para melhor manutenção dos leitões ao longo da lactação.

A resposta positiva observada nos indicadores de ocorrência de diarreia reforça esse cenário. A redução dos quadros de diarreia e a maior proporção de fezes normais se alinham à atividade antimicrobiana e anti-inflamatória já descrita para os fitogênicos (Moran, 2021), proporcionando um ambiente entérico mais estável e favorecendo o

aproveitamento dos nutrientes ingeridos. Esses achados também concordam com os resultados reportados por Santos et al. (2023), que observaram melhora semelhante no perfil fecal de leitões oriundos de matrizes suplementadas.

Em conjunto, o desempenho dos leitões e a melhora nos parâmetros de saúde intestinal indicam que os fitogênicos atuaram de forma indireta, principalmente via leite e via estabilização entérica, promovendo condições mais favoráveis à sobrevivência e ao desenvolvimento da leitegada, mesmo sem alterar de forma significativa seu ganho de peso ou comportamento durante a lactação.

Não houve diferença ($p > 0,05$) para as estratificações de peso em função da suplementação com fitogênicos na equalização (Figura 2).

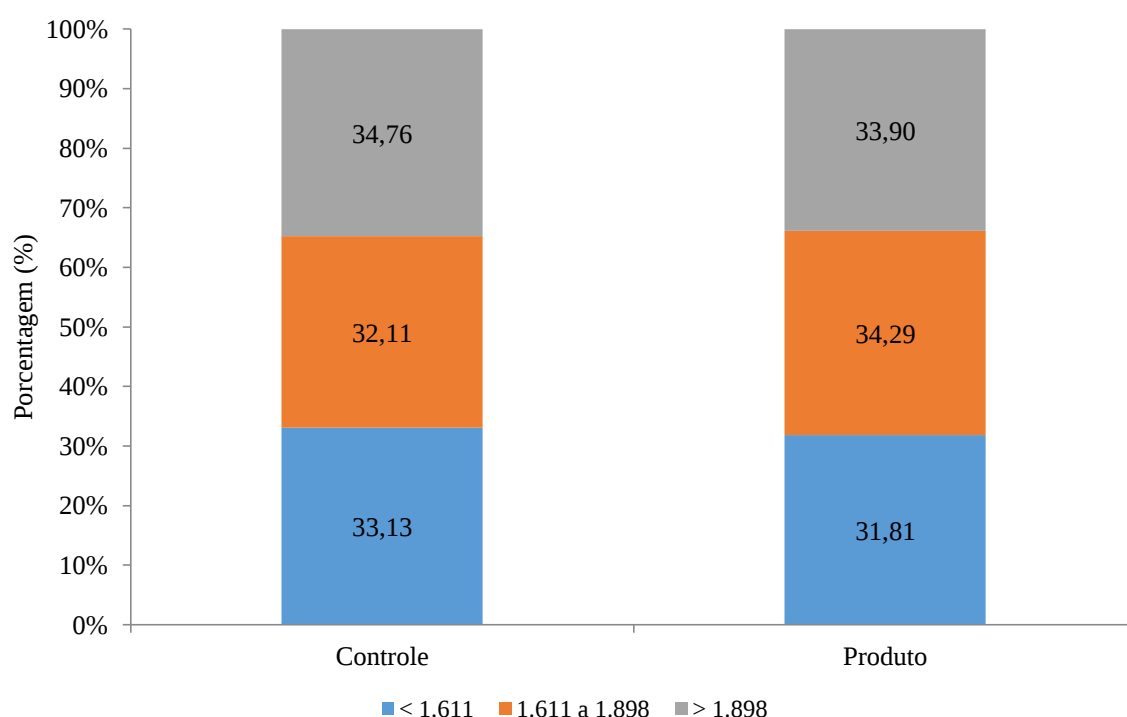


Figura 2 - Estratificação do peso de leitões na equalização oriundos de fêmeas suínas suplementadas com fitogênicos.

A estratificação do peso de leitões no momento da equalização apresentou distribuição semelhante entre os grupos. No grupo controle, 33,13% dos leitões apresentaram peso inferior a 1,611 kg, 32,11% ficaram na faixa intermediária de 1,611 a 1,898 kg e 34,76% apresentaram peso superior a 1,898 kg. Já no grupo suplementado, a proporção de leitões abaixo de 1,611 kg foi de 31,81%, enquanto 34,29% situaram-se na faixa intermediária e 33,90% tiveram peso superior a 1,898 kg.

Nesse estudo, o fitogênico foi fornecido às matrizes durante o último mês de gestação, período caracterizado por elevadas exigências fisiológicas e nutricionais.

Embora a suplementação pré-parto possa influenciar parâmetros maternos e refletir no desenvolvimento inicial dos leitões, não foram observadas diferenças expressivas na estratificação de peso entre os tratamentos. Esses resultados sugerem que, nas condições avaliadas, os fitogênicos não exercem efeitos detectáveis sobre o peso na equalização nem sobre a uniformidade intraleitegada. Assim, a manutenção dessa uniformidade pode ser considerada um aspecto positivo, uma vez que está relacionada a melhores condições de desenvolvimento e viabilidade dos leitões durante o período pré-desmame. Não houve diferença ($p > 0,05$) para as estratificações de peso em função da suplementação com fitogênicos ao desmame (Figura 3).

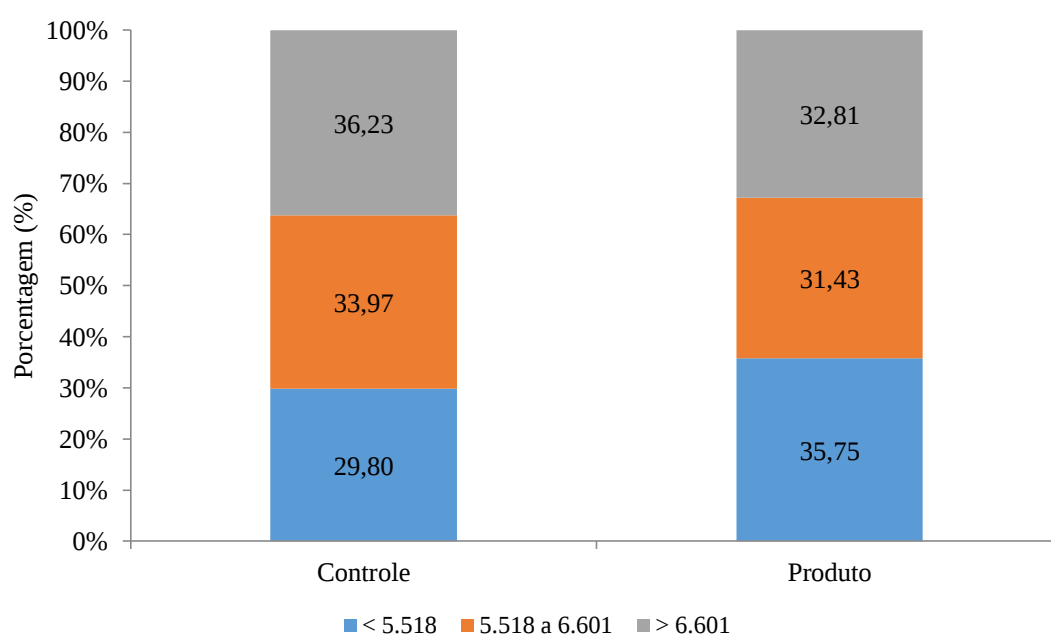


Figura 3 – Estratificação do peso de leitões ao desmame oriundos de fêmeas suínas suplementadas com fitogênicos.

No grupo controle, 29,80% dos leitões apresentaram peso inferior a 5,518 kg, enquanto 36,23% atingiram pesos superiores a 6,601 kg. Já no grupo oriundo de fêmeas suplementadas com fitogênicos, observou-se discreto aumento na proporção de leitões mais leves e leve redução na frequência de animais com maior peso ao desmame. Entretanto, essas variações não foram significativas, indicando que a suplementação materna com fitogênicos não influenciou de forma consistente a distribuição do peso dos leitões ao desmame.

Esses resultados corroboram os achados de Carmargo et al. (2021), que destacam que as respostas aos aditivos fitogênicos em suínos dependem de múltiplos fatores,

incluindo manejo. Ambiente e condições de criação, os quais podem atuar como importantes fontes de variação nos resultados produtivos. Da mesma forma, Madesh et al. (2025) relatam que os efeitos dos fitogênicos variam conforme dose, composição, estado fisiológico e ambiente, o que ajuda a explicar a ausência de respostas diretas sobre parâmetros como ganho de peso e uniformidade da leitegada.

Apesar disso, os fitogênicos continuam sendo considerados ferramentas promissoras na nutrição de leitões, devido às suas propriedades antibacterianas, antioxidantes e anti-inflamatórias, capazes de atuar sobre a microbiota intestinal e a integridade da mucosa (ALAGBE et al., 2024). Além disso, a manutenção da uniformidade de peso ao longo da lactação possui relevância estratégica, uma vez que leitegadas mais homogêneas a apresentar melhor adaptação ao desmame e menor susceptibilidade a desafios sanitários.

A literatura também demonstra que os fitogênicos podem favorecer a saúde intestinal, melhor a morfologia da mucosa e reduzir a incidência de diarreias pós-desmame, contribuindo indiretamente para melhor desempenho zootécnico e eficiência alimentar (MORAN, 2021). Contudo, esses benefícios nem sempre se refletem em diferenças imediatas no peso ao desmame, especialmente quando fatores ambientais e de manejo limitam a expressão dos efeitos dos aditivos. Assim, a ausência de efeito significativo observada neste estudo reforça a importância das condições de criação e do adequado uso dos fitogênicos para obtenção de respostas produtivas mais consistentes.

Após a análise do desempenho, da uniformidade da leitegada e dos indicadores de saúde intestinal, a bioquímica sérica dos leitões foi avaliada para investigar possíveis efeitos sistêmicos indiretos da suplementação materna com fitogênicos. Na fase de equalização, a suplementação com fitogênicos não alterou ($p > 0,05$) as concentrações séricas de proteína total, albumina, globulina, creatinina, AST e CK. Contudo, verificou-se aumento ($p = 0,049$) nos níveis de ureia, sugerindo maior mobilização proteica nesse momento inicial. Além disso, observou-se tendência de redução nos triglicerídeos ($p = 0,095$) e na glicose sérica ($p = 0,051$), indicando possíveis ajustes no metabolismo energético em resposta à suplementação.

No desmame, os efeitos metabólicos mostraram-se mais evidentes. Houve aumento da albumina sérica ($p = 0,003$) e da relação albumina/globulina ($p = 0,027$), associado à redução da ureia sérica ($p = 0,031$), sugerindo melhor eficiência proteica, menor catabolismo de aminoácidos e maior estabilidade metabólica nos leitões oriundos de matrizes suplementadas. Adicionalmente, observou-se tendência de redução da

creatinoquinase (274,48 U/L; $p = 0,091$), de redução da glicose sérica (50,68 mg/dL; $p = 0,070$) e de aumento do colesterol total (34,78 mg/dL; $p = 0,071$), indicando possíveis ajustes no metabolismo glicídico e lipídico mediados pela ação bioativa dos fitogênicos (Tabela 8).

Tabela 8 – Bioquímica sérica de leitões lactentes oriundos de fêmeas suínas suplementadas com fitogênicos

Parâmetros	Controle	Fitogênicos	CV (%) ¹	P valor
	Equalização			
Proteína total (g/dL)	8,30	7,73	37,41	0,701
Albumina (g/dL)	2,52	2,41	34,56	0,802
Globulina (g/dL)	5,78	5,37	47,10	0,753
A/G	0,59	0,47	68,76	0,187
Ureia (mg/dL)	20,13	31,26	46,71	0,049
Creatinina (mg/dL)	0,71	0,63	29,71	0,395
Aspartato aminotransferase (U/I)	49,88	44,26	86,54	0,550
Creatinoquinase (U/I)	237,78	298,63	122,28	0,733
Colesterol total (mg/dL)	230,56	200,11	20,56	0,143
Triglicerídeos (mg/dL)	221,49	154,93	42,68	0,095
Glicose (mg/dL)	198,58	147,90	31,99	0,051
Desmame				
Proteína total (g/dL)	7,17	7,58	29,98	0,733
Albumina (g/dL) ²	4,64	4,79	16,50	0,003
Globulina (g/dL)	2,21	2,82	57,20	0,376
A/G ³	1,20	2,65	53,09	0,027
Ureia (mg/dL)	32,43	21,46	36,21	0,031
Creatinina (mg/dL)	1,01	0,91	25,21	0,473
Aspartato aminotransferase (U/I)	46,07	43,69	42,15	0,826
Creatinoquinase (U/I)	1034,34	759,86	64,36	0,091
Colesterol total (mg/dL) ⁴	209,36	244,14	23,10	0,071
Triglicerídeos (mg/dL)	122,35	109,10	51,75	0,686
Glicose (mg/dL) ⁵	179,86	155,74	19,19	0,070

As médias diferiram ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Há uma tendência para as médias diferirem entre 5 e 10% de probabilidade pelo teste F.

¹ CV: coeficiente de variação.

² A/G na equalização foi utilizada como co-variável.

³ Foi utilizado ureia ao desmame como co-variável.

⁴ Foi utilizado glicose ao desmame como co-variável.

⁵ Foi utilizado colesterol total ao desmame como co-variável.

A redução da creatinoquinase sugere menor estresse muscular ou menor dano tecidual, enquanto o aumento discreto do colesterol pode estar relacionado à maior

absorção ou síntese de lipídios, processos importantes para o suporte energético e formação de membranas celulares durante o crescimento. Já a tendência de redução da glicose, observada tanto na equalização quanto no desmame, pode refletir maior utilização periférica desse substrato ou modulação da homeostase energética, em consonância com respostas metabólicas associadas a compostos bioativos de origem vegetal.

Importante destacar que essas alterações bioquímicas dialogam com os resultados de saúde intestinal observados anteriormente. A maior albumina e a menor ureia sugerem melhor aproveitamento proteico e menor circulação de compostos nitrogenados, reduzindo substratos disponíveis para fermentações indesejáveis no lúmen intestinal e favorecendo a estabilidade entérica. Além disso, os ajustes metabólicos observados podem ter contribuído para maior equilíbrio fisiológico e imunológico dos leitões, o que é consistente com a menor ocorrência de diarreia durante a lactação.

De forma integrada, os achados de bioquímica sérica indicam que a suplementação materna com fitogênicos promoveu benefícios sistêmicos discretos, porém consistentes, nos leitões, complementando os efeitos positivos sobre a saúde intestinal e reforçando o potencial desses compostos como moduladores metabólicos e imunonutricionais no período lactacional.

6 CONCLUSÕES

Embora não tenham sido observadas alterações no desempenho das fêmeas e dos leitões, a suplementação promoveu melhorias na composição do leite, especialmente no teor de gordura e sólidos totais, sugerindo maior densidade energética. Além disso, os leitões provenientes de matrizes suplementadas apresentaram melhor estabilidade entérica, com redução da ocorrência de diarreia, e alterações bioquímicas compatíveis com maior eficiência metabólica e proteica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRINESS. **Relatório anual do desempenho da produção de suínos: Melhores da Suinocultura – 18ª edição.** Florianópolis: Agriness, 2025. Disponível em: https://storage.googleapis.com/agriness-comunicacao-production/Relatorio_melhores_da_suinocultura_18ed_PT.pdf. Acesso em: 21 maio 2026.

ALAGBE, John Olujimi et al. Growth performance and physiological response of weaned pigs fed diet supplemented with novel a phytogenics. **Brazilian Journal of Science**, v. 3, n. 1, p. 43-57, 2024.

ALBERTO, Torres-Pitarch et al. Impact of a Phytogenic Feed Additive on Diarrhea Incidence, Intestinal Histomorphology and Fecal Excretion of F4-Fimbriated Enterotoxigenic Escherichia coli in Post-Weaning Piglets. **Stresses**, v. 5, n. 1, p. 8, 2025.

BISWAS, Sarbani; AHN, Je M.; KIM, In Ho. Assessing the potential of phytogenic feed additives: A comprehensive review on their effectiveness as a potent dietary enhancement for nonruminant in swine and poultry. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 108, n. 3, p. 711-723, 2024.

BISWAS, Sarbani; KIM, In Ho. A thorough review of phytogenic feed additives in non-ruminant nutrition: production, gut health, and environmental concerns. **Journal of Animal Science and Technology**, v. 67, n. 3, p. 497, 2025.

BORTOLOZZO, Fernando P.; GAGGINI, Thais S.; WENTZ, Ivo. Infertilidade sazonal no suíno: caracterização e consequências durante a fase gestacional. **SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE SUINOCULTURA. Produção, Reprodução e Sanidade Suína**, v. 6, p. 117-131, 2011.

BORTOLOZZO, Fernando Pandolfo et al. Managing reproduction in hyperprolific sow herds. **Animals**, v. 13, n. 11, p. 1842, 2023.

BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. Diário Oficial da União. (2018). Portaria nº 171, de 13 de dezembro de 2018. Acesso em: http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/55878469/do1-2018-12-19-portaria-n-171-de-13-de-dezembro-de-2018-55878239

BUENO, G. N. et al. Extração e caracterização de óleos essenciais do cravo-da-índia (*Eugenia caryophyllus*). **Journal of Exact Sciences - JES**, v. 37, n. 1, p. 08-10, abr.-jun. 2023.

CALLEGARI, Marco Aurelio et al. Microencapsulated acids associated with essential oils and acid salts for piglets in the nursery phase. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 4, p. 2193-2207, 2016.

Camargo, N. O. T. (2021). Utilização de aditivos fitogênicos na alimentação de suínos: Uma meta-análise sobre desempenho produtivo [Dissertação de Mestrado]. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

CAMARGO, Nathalia de Oliveira Telesca et al. A systematic review and meta-analysis of the effect of phytogenic feed additives on pig performance. **Livestock Science**, v. 270, p. 105190, 2023.

CANTET, Juan M.; YU, Zhantao; RÍUS, Agustín G. Heat stress-mediated activation of immune–inflammatory pathways. **Antibiotics**, v. 10, n. 11, p. 1285, 2021.

CARRIÓN-LÓPEZ, M. José et al. Effects of the feeding level in early gestation on body reserves and the productive and reproductive performance of primiparous and multiparous sows. **Research in Veterinary Science**, v. 148, p. 42-51, 2022.

CERVANTES, Miguel et al. A capsaicin-based phytogenic solution improves performance and thermal tolerance of heat-stressed growing pigs. **Animals**, v. 14, n. 6, p. 973, 2024.

CHANG, Se Yeon et al. Effect of different ratios of phytogenic feed additives on growth performance, nutrient digestibility, intestinal barrier integrity, and immune response in weaned pigs challenged with a pathogenic *Escherichia coli*. **Journal of Animal Science**, v. 101, p. skad148, 2023.

CROMWELL, G. L. Antibiotics. In: Miller, B. R., Ulley, D. E., & Lewis, A. J. (eds) Swine nutrition. Stoneham, England, Butterworth-Heinemann. 1991.

DALTO, Danyel Bueno et al. Plasma sanguíneo desidratado na recuperação de leitões leves ao desmame: desempenho zootécnico, perfil hematológico, frequência de diarreia e viabilidade econômica. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 4Sup1, p. 1989-2000, 2011.

DE ROSSI, Luca et al. Antimicrobial potential of polyphenols: Mechanisms of action and microbial responses—A narrative review. **Antioxidants**, v. 14, n. 2, p. 200, 2025.

DOS SANTOS, Gleyson Araújo et al. Effects of evaporative cooling systems on the performance of lactating sows in a tropical climate. **Tropical Animal Health and Production**, v. 56, n. 2, p. 54, 2024.

EFSA PANEL ON ADDITIVES AND PRODUCTS OR SUBSTANCES USED IN ANIMAL FEED (FEEDAP) et al. Safety and efficacy of a feed additive consisting of an essential oil from the fruit of *Cuminum cyminum* L. (cumin oil) for use in all animal species (FEFANA asbl). **EFSA Journal**, v. 20, n. 12, p. e07690, 2022.

EFSA PANEL ON ADDITIVES AND PRODUCTS OR SUBSTANCES USED IN ANIMAL FEED (FEEDAP) et al. Safety and efficacy of a feed additive consisting of an essential oil derived from the fruit of *Illicium verum* Hook. f.(star anise oil) for use in all animal species (FEFANA asbl). **EFSA Journal**, v. 21, n. 7, p. e08182, 2023.

EL-ASHRAM, Saeed; ABDELHAFEZ, Gamal A. Effects of phytogenic supplementation on productive performance of broiler chickens. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 29, n. 4, p. 852-862, 2020.

El-Saadony, Mohamad T. et al. Nutritional aspects and health benefits of bioactive plant compounds against infectious diseases: a review. **Food Reviews International**, v. 39, n. 4, p. 2138-2160.

FALLEH, Hanen. Demystifying the power of essential oils: a review of their antibacterial properties and potential as natural food preservatives. **EXCLI journal**, v. 24, p. 828, 2025.

FARMER, C. Mammary development in lactating sows: the importance of suckling. **Animal**, v. 13, n. S1, p. s20-s25, 2019.

FARMER, Chantal; JOHANNSEN, Jakob C. Feeding gilts and sows to maximize mammary development and lactation performance. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 104, n. 4, p. 411-419, 2024.

FELDPAUSCH, Julie A. et al. Birth weight threshold for identifying piglets at risk for preweaning mortality. **Translational Animal Science**, v. 3, n. 2, p. 633-640, 2019.

FÉLIX, Patrícia Ferreira et al. UTILIZAÇÃO DE FONTES LIPÍDICAS EM DIETA DE FÊMEAS SUÍNAS LACTANTES. **Veterinária e Zootecnia**, v. 31, p. 1-11, 2024.

GARCIA, Ricardo Miranda; BARBOSA, Jéssica Aparecida; DE SOUZA CANTARELLI, Vinícius. Estratégias nutricionais para melhorar saúde intestinal dos suínos. **COMITÊ CIENTÍFICO**, v. 17, n. Supl 3, p. 53-62, 2019.

GASA, Josep et al. The effect of tissue mobilization and stage of lactation on energy partitioning in lactating sows: an analysis of commercial data. **The Journal of Agricultural Science**, p. 1-10, 2023.

GONÇALVES, Liliane Maria Piano et al. Propolis extract in the diet of weaned piglets. **Ciência Rural**, v. 48, n. 01, p. e20161056, 2018.

GOURDINE, Jean-Luc et al. Effects of season and breed on the feeding behavior of multiparous lactating sows in a tropical humid climate. **Journal of animal science**, v. 84, n. 2, p. 469-480, 2006.

GUEVARA, Raul David et al. Systematic review of animal-based indicators to measure thermal, social, and immune-related stress in pigs. **PLoS One**, v. 17, n. 5, p. e0266524, 2022.

HAO, Yue; XING, Mingjie; GU, Xianhong. Research progress on oxidative stress and its nutritional regulation strategies in pigs. **Animals**, v. 11, n. 5, p. 1384, 2021.

HARPER, J.; BUNTER, K. L. Improving pig survival with a focus on birthweight: A practical breeding perspective. **Animal**, v. 18, p. 100914, 2024.

HEJNA, Monika et al. Mint oils: In vitro ability to perform anti-inflammatory, antioxidant, and antimicrobial activities and to enhance intestinal barrier integrity. **Antioxidants**, v. 10, n. 7, p. 1004, 2021.

HELM, Emma T. et al. Evaluating nursery pig responses to in-feed sub-therapeutic antibiotics. **PLoS One**, v. 14, n. 4, p. e0216070, 2019.

HEO, Jung M. et al. Gastrointestinal health and function in weaned pigs: a review of feeding strategies to control post-weaning diarrhoea without using in-feed antimicrobial compounds. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, v. 97, n. 2, p. 207-237, 2013.

HOLMAN, Devin B.; CHÉNIER, Martin R. Antimicrobial use in swine production and its effect on the swine gut microbiota and antimicrobial resistance. **Canadian journal of microbiology**, v. 61, n. 11, p. 785-798, 2015.

HORKY, Pavel et al. Essential oils as a feed additives: pharmacokinetics and potential toxicity in monogastric animals. **Animals**, v. 9, n. 6, p. 352, 2019.

HUTING, Anne MS et al. Using nutritional strategies to shape the gastro-intestinal tracts of suckling and weaned piglets. **Animals**, v. 11, n. 2, p. 402, 2021.

HUYNH, Thi Thanh Thuy et al. Effects of increasing temperatures on physiological changes in pigs at different relative humidities. **Journal of animal science**, v. 83, n. 6, p. 1385-1396, 2005.

Ito, E.H., Silva, N.V.P., Orsi, R.O. et al. Uso da própolis em ração de leitões desmamados. **PUBVET, Londrina**, V. 3, N. 4, Art#498, Fev 1, 2009.

JOHN, Alagbe Olujimi. Novel phytochemicals' impact on weaned pigs' growth performance, hematology and serum biochemical indicators. **Black Sea Journal of Agriculture**, v. 7, n. 2, p. 82-89, 2024.

KIEFER, Charles; MARTINS, Leandro Pereira; FANTINI, Caiki Calepso. Evaporative cooling for lactating sows under high ambient temperature. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, p. 1180-1185, 2012.

LE COZ, Jeremy et al. Exploring with transcriptomic approaches the underlying mechanisms of an essential oil-based phytochemical in the small intestine and liver of pigs. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 8, p. 650732, 2021.

LI, Pengfei et al. Effects of adding essential oil to the diet of weaned pigs on performance, nutrient utilization, immune response and intestinal health. **Asian-Australasian journal of animal sciences**, v. 25, n. 11, p. 1617, 2012.

LILLEHOJ, Hyun et al. Phytochemicals as antibiotic alternatives to promote growth and enhance host health. **Veterinary research**, v. 49, n. 1, p. 76, 2018.

LIN, Zhong-ning et al. Chinese herb feed additives improved the growth performance, meat quality, and nutrient digestibility parameters of pigs. **Animal models and experimental medicine**, v. 3, n. 1, p. 47-54, 2020.

LIU, Wen-Chao et al. Supplementing lactation diets with herbal extract mixture during summer improves the performance of sows and nursing piglets. **Annals of Animal Science**, v. 17, n. 3, p. 835-847, 2017.

LONG, Shenfei et al. Natural capsaicin extract replacing chlortetracycline enhances performance via improving digestive enzyme activities, antioxidant capacity, anti-inflammatory function, and gut health in weaned pigs. **Animal Nutrition**, v. 7, n. 2, p. 305-314, 2021.

LUPPI, Andrea et al. Abordagem diagnóstica para distúrbios entéricos em suínos. **Animals**, v. 13, n. 3, p. 338, 2023.

MACIAG, Shaiana Salete et al. On the influence of the source of porcine colostrum in the development of early immune ontogeny in piglets. **Scientific reports**, v. 12, n. 1, p. 15630, 2022.

MADESH, Muniyappan et al. Phytogenics in swine nutrition and their effects on growth performance, nutrient utilization, gut health, and meat quality: a review. **Stress Biology**, v. 5, n. 1, p. 11, 2025.

MARKS, Hannah et al. Porcine and chicken intestinal epithelial cell models for screening phytogenic feed additives—chances and limitations in use as alternatives to feeding trials. **Microorganisms**, v. 10, n. 3, p. 629, 2022.

MARSIK, Petr et al. In vitro inhibitory effects of thymol and quinones of *Nigella sativa* seeds on cyclooxygenase-1-and-2-catalyzed prostaglandin E2 biosyntheses. **Planta medica**, v. 71, n. 08, p. 739-742, 2005.

MATOSO, Letícia Galvão et al. Effects of administering phytogenic additives and antibiotics to unchallenged nursery piglets: A meta-analytic approach. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 53, p. e20210186, 2024.

MELLAGI, Ana Paula Gonçalves et al. Aspectos nutricionais de matrizes suínas durante a lactação e o impacto na fertilidade. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 38, n. 1, p. 181-209, 2010.

MENG, Qingwei et al. O resveratrol dietético melhora o estado antioxidante de porcas e leitões e regula a expressão de genes antioxidantes na placenta pela via Keap1-Nrf2 e Sirt1. **Journal of animal science and biotechnology**, v. 9, n. 1, p. 34, 2018.

MICHIELS, Joris et al. Effect of dose of thymol and supplemental flavours or camphor on palatability in a choice feeding study with piglets. **Czech J Anim Sci**, v. 57, p. 65-74, 2012.

MORAN, Kory. Proteção de leitões contra diarreia pós-desmame com fitogênicos. **Int Pig Mag**, v. 37, p. 25, 2021.

NAGOOR MEERAN, Mohamed Fizur et al. Pharmacological properties and molecular mechanisms of thymol: prospects for its therapeutic potential and pharmaceutical development. **Frontiers in pharmacology**, v. 8, p. 380, 2017.

NAKADATE, Kazuhiko et al. Anti-Inflammatory Actions of Plant-Derived Compounds and Prevention of Chronic Diseases: From Molecular Mechanisms to Applications. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 26, n. 11, p. 5206, 2025.

NOBLET, Jean; ETIENNE, M. Estimation of sow milk nutrient output. **Journal of Animal Science**, v. 67, n. 12, p. 3352-3359, 1989.

NOSCHANG, Joana Piagetti et al. Promotores de crescimento (antibióticos) na alimentação de suínos—Revisão de Literatura. **REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria**, v. 18, n. 11, p. 1-12, 2017.

NOWLAND, Tanya L. et al. Maternal supplementation with phytogenic additives influenced the faecal microbiota and reproductive potential in sows. **AMB Express**, v. 11, n. 1, p. 107, 2021.

OLEDZKA, Agata J.; CZERWIŃSKA, Monika E. Role of plant-derived compounds in the molecular pathways related to inflammation. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 24, n. 5, p. 4666, 2023.

OLIVEIRA, Amanda Medeiros Araújo de et al. Beta-Carotene Supplementation for Sows: Reproductive Parameters and Productive Performance of Piglets. **Animals**, v. 13, n. 23, p. 3730, 2023.

OLIVEIRA, Geovanna Souza et al. Efeitos dos resíduos de antibióticos e hormônios em produtos de origem animal na saúde pública: revisão. **Pubvet**, v. 19, n. 06, p. e1794-e1794, 2025.

OMONJO, Faith A. et al. Essential oils as alternatives to antibiotics in swine production. **Animal Nutrition**, v. 4, n. 2, p. 126-136, 2018.

PALOMBO, V. et al. Transcriptional profiling of swine mammary gland during the transition from colostrogenesis to lactogenesis using RNA sequencing. **Bmc Genomics**, v. 19, n. 1, p. 322, 2018.

PAPATSIROS, Vasileios G. et al. Effects of phenolic phytogenic feed additives on certain oxidative damage biomarkers and the performance of primiparous sows exposed to heat stress under field conditions. **Antioxidants**, v. 11, n. 3, p. 593, 2022.

PATIL, Yadnyavalkya; GOONERATNE, Ravi; JU, Xiang-Hong. Interactions between host and gut microbiota in domestic pigs: a review. **Gut microbes**, v. 11, n. 3, p. 310-334, 2020.

QUESNEL, Hélène; FARMER, Chantal. nutritional and endocrine control of colostrogenesis in swine. **Animal**, v. 13, n. S1, p. s26-s34, 2019.

RAHMAN, Md Ramim Tanver; FLISS, Ismail; BIRON, Eric. Insights in the development and uses of alternatives to antibiotic growth promoters in poultry and swine production. **Antibiotics**, v. 11, n. 6, p. 766, 2022.

REYES-CAMACHO, David et al. Phytogenic actives supplemented in hyperprolific sows: effects on maternal transfer of phytogenic compounds, colostrum and milk features, performance and antioxidant status of sows and their offspring, and piglet intestinal gene expression. **Journal of Animal Science**, v. 98, n. 1, p. skz390, 2020.

RIBEIRO, Bruna Pontara Vilas Boas et al. Heat negatively affects lactating swine: A meta-analysis. **Journal of Thermal Biology**, v. 74, p. 325-330, 2018.

RODRIGUES, Lucas A. et al. Formulating diets for improved health status of pigs: current knowledge and perspectives. **Animals**, v. 12, n. 20, p. 2877, 2022.

RODRÍGUEZ-NEGRETE, Elda Victoria et al. Phytochemicals and their usefulness in the maintenance of health. **Plants**, v. 13, n. 4, p. 523, 2024.

ROSETO, David S. et al. Optimizing dietary lipid use to improve essential fatty acid status and reproductive performance of the modern lactating sow: a review. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 7, n. 1, p. 34, 2016.

ROURA, E.; FU, M. Taste, nutrient sensing and feed intake in pigs (130 years of research: then, now and future). **Animal Feed Science and Technology**, v. 233, p. 3-12, 2017.

SAHOO, Dipak Kumar et al. Oxidative stress, hormones, and effects of natural antioxidants on intestinal inflammation in inflammatory bowel disease. **Frontiers in endocrinology**, v. 14, p. 1217165, 2023.

SANGALETI, Thaís Possetti; GEROMEL, Mairto Roberis; FAZIO, Maria Luiza Silva. Atividade antibacteriana de extratos aquosos de açafrão, cominho, estragão, endro e tomilho. **Hig. aliment**, p. 113-117, 2017.

SANTOS, Gleyson Araújo dos et al. Compostos bioativos fitogênicos na dieta de matrizes suínas lactantes, desempenho da ninhada e características do leite. **Animais**, v. 13, n. 17, p. 2764, 2023.

SANTOS, Manoela Karolina Ribeiro et al. Blended phytogenics as an alternative to growth-promoting antibiotics in newly weaned piglets. **Tropical Animal Health and Production**, v. 57, n. 1, p. 5, 2025.

SANTURIO, Jânio Morais et al. Atividade antimicrobiana dos óleos essenciais de orégano, tomilho e canela frente a sorovares de Salmonella enterica de origem avícola. **Ciência Rural**, v. 37, pág. 803-808, 2007.

SCHILD, Sarah-Lina Aagaard; RØRVANG, Maria Vilain. Pig olfaction: the potential impact and use of odors in commercial pig husbandry. **Frontiers in Animal Science**, v. 4, p. 1215206, 2023.

SEITHER, Briza Mahara Silva; STAHLBERG, Rubens. Efeito da retirada de antimicrobianos promotores de crescimento em dietas de leitões desmamados desafiados sobre o desempenho. Anais do Congresso de Iniciação Científica da PUC Minas, Betim, 2017. Disponível em: <https://www.pucminas.br/destaques/congresso-de-iniciacao-cientifica/arquivos/anais/00004995.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2025.

SHAO, Yirui et al. The effect of an essential oil blend on growth performance, intestinal health, and microbiota in early-weaned piglets. **Nutrients**, v. 15, n. 2, p. 450, 2023.

SINGH, Baljit; BHAT, Abhijnan; RAVI, Kamna. Antibiotics misuse and antimicrobial resistance development in agriculture: a global challenge. **Environment & Health**, v. 2, n. 9, p. 618-622, 2024.

SONI, Anupam et al. Body condition scoring of swine: A review. **International Journal of Chemical Studies**, v. 7, n. 6, p. 749-754, 2019.

STRATHE, A. V.; BRUUN, T. S.; HANSEN, C. F. Sows with high milk production had both a high feed intake and high body mobilization. **Animal**, v. 11, n. 11, p. 1913-1921, 2017.

THEIL, Peter K. et al. Feeding the modern sow to sustain high productivity. **Molecular Reproduction and Development**, v. 90, n. 7, p. 517-532, 2023.

THEIL, Peter Kappel; LAURIDSEN, Charlotte; QUESNEL, Helene. Neonatal piglet survival: impact of sow nutrition around parturition on fetal glycogen deposition and production and composition of colostrum and transient milk. **Animal**, v. 8, n. 7, p. 1021-1030, 2014.

Topigs Norsvin. Feed Manual TN70: Rearing Gilts and Sows; Topigs Norsvin: Helvoirt, The Netherlands, 2017.

Torres, M. C. (2019). Resistência antimicrobiana em populações animais e seu impacto na saúde pública: uma revisão da literatura. (Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Veterinária, Curso de Medicina Veterinária, 1 Porto Alegre, RS, Brasil. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10183/200108>

TUMMARUK, Padet; DE RENSIS, Fabio; KIRKWOOD, Roy N. Managing prolific sows in tropical environments. **Molecular Reproduction and Development**, v. 90, n. 7, p. 533-545, 2023.

VAN BOECKEL, Thomas P. et al. Global trends in antimicrobial use in food animals. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 112, n. 18, p. 5649-5654, 2015.

VIEITES, Flávio Medeiros et al. Aditivos zootécnicos na alimentação de suínos–Revisão de Literatura. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 45880-45895, 2020.

WANG, Jing et al. Phytogenic feed additives as natural antibiotic alternatives in animal health and production: A review of the literature of the last decade. **Animal Nutrition**, v. 17, p. 244-264, 2024.

WANG, Li et al. Dietary supplementation with a mixture of herbal extracts during late gestation and lactation improves performance of sows and nursing piglets through regulation of maternal metabolism and transmission of antibodies. **Frontiers in veterinary science**, v. 9, p. 1026088, 2022.

WILL, Kelly Jaqueline. Piglets survival and pre-weaning mortality: practical management procedures to improve these indicators. **COMISSÕES| Abraves 2023**, v. 21, n. Sup 2, p. 37-39, 2023.

XU, Bocheng et al. Overall assessment of antibiotic substitutes for pigs: a set of meta-analyses. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 12, n. 1, p. 3, 2021.

XU, Xianbin et al. Óleos essenciais microencapsulados aliviam a diarreia em leitões desmamados, modulando a barreira microbiana intestinal e não induzindo resistência a antibióticos: uma pesquisa de campo. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 11, p. 1396051, 2024.

YAHFOUFI, Nour et al. The immunomodulatory and anti-inflammatory role of polyphenols. **Nutrients**, v. 10, n. 11, p. 1618, 2018.

YANG, Chengbo et al. Phytogenic compounds as alternatives to in-feed antibiotics: potentials and challenges in application. **Pathogens**, v. 4, n. 1, p. 137-156, 2015.

YU, Caiyun; WANG, Tian; YANG, Zaibin. Effects of dietary supplementation of trans-anethole on the intestinal antioxidant status, immune function, and liver lipid metabolism in broilers. **Italian Journal of Animal Science**, v. 21, n. 1, p. 729-736, 2022.

YU, Sung Joon et al. Pioneering gut health improvements in piglets with phytogetic feed additives. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 108, n. 1, p. 142, 2024.

YUAN, Tao-lin et al. Variação no peso ao nascer dentro da ninhada: impacto do estado nutricional da porca. **Journal of Zhejiang University-Science B**, v. 16, n. 6, p. 417-435, 2015.

ZHAO, Bi-Chen et al. Effects of dietary supplementation with a carvacrol–cinnamaldehyde–thymol blend on growth performance and intestinal health of nursery pigs. **Porcine Health Management**, v. 9, n. 1, p. 24, 2023.

ZHAO, Bi-Chen et al. Essential oils improve nursery pigs' performance and appetite via modulation of intestinal health and microbiota. **Animal Nutrition**, v. 16, p. 174-188, 2024.

ZOU, Yi et al. Oregano essential oil improves intestinal morphology and expression of tight junction proteins associated with modulation of selected intestinal bacteria and immune status in a pig model. **BioMed research international**, v. 2016, n. 1, p. 5436738, 2016.