

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

FELIPE BORGES DE SOUZA

**FITOGÊNICOS COMO SUBSTITUTOS AOS ANTIBIÓTICOS PROMOTORES DE
CRESCIMENTO NA NUTRIÇÃO ANIMAL**

CAMPO GRANDE – MATO GROSSO DO SUL

2026

FELIPE BORGES DE SOUZA

**FITOGÊNICOS COMO SUBSTITUTOS AOS ANTIBIÓTICOS PROMOTORES DE
CRESCIMENTO NA NUTRIÇÃO ANIMAL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul,
como parte das exigências para obtenção do
título de bacharel em Zootecnia.

Orientador: Prof. PhD. Charles Kiefer

CAMPO GRANDE - MATO GROSSO DO SUL

2026

FELIPE BORGES DE SOUZA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado em 26 de fevereiro de 2026, e aprovado pela
Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **CHARLES KIEFER**
Data: 26/02/2026 14:33:51-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. PhD. Charles Kiefer
Presidente

Documento assinado digitalmente
 **THIAGO RODRIGUES DA SILVA**
Data: 26/02/2026 15:35:23-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Thiago Rodrigues da Silva

Documento assinado digitalmente
 **NATALIA DA ROCHA PITZSCHK**
Data: 26/02/2026 15:13:45-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

MSc. Natália da Rocha Pitzschk

Dedico este trabalho de conclusão aos meus amados pais. Eternamente grato por todo apoio e confiança em meus objetivos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Deus pela saúde, por estar aqui hoje, por ter tido a oportunidade de completar mais este passo na minha vida, sem ele os caminhos talvez fossem outros, somente ele sabe os ardilosos momentos dessa caminhada, obrigado Senhor por me dar esta vida.

Gostaria de agradecer aos meus amados pais Mario Aquino e Olga Maria, por nunca terem desistido, por batalharem para eu poder conseguir estar onde estou, todos os dias de trabalho no sol árduo não foram em vão, agradeço a vocês por ser seu filho, sou eternamente grato a tudo o que fizeram por mim e ainda fazem, o apoio de vocês é mais importante do que imaginam, graças a vocês hoje eu estou aqui.

Ao meu orientador Dr^o. Charles Kiefer, eu agradeço por todos os momentos durante o curso de Zootecnia, entre conversas e sermões, tenho apenas a agradecer por todo o suporte prestado, sem sua ajuda eu não teria seguido firme no caminho que quero, sou eternamente grato aos teus conselhos e oportunidade que me deste.

Quero agradecer a minha esposa Luiza Giovana, por sempre estar presente e me incentivando a ser melhor, por toda dedicação comigo, pela paciência de sempre em me ajudar, pelos momentos que passamos.

Agradeço ao senhor Luiz Alberto e dona Mirian Duarte por todo o carinho e cuidado, sem vocês a minha rotina estaria comprometida, obrigado por cada momento em que me amparam, obrigado por todos os conselhos.

Agradeço à minha irmã Fernanda Borges, por todo apoio, toda paciência e todo zelo durante o período acadêmico e também todo o tempo que moramos juntos.

Agradeço aos meus amigos por todo o apoio nesta caminhada, foi essencial ter vocês por perto durante todo esse tempo de academia, Fernando, Thailon, Willian, Adriel, Victor, Nicolas, Dickson e Gabriel, à vocês sou imensamente grato.

Minha professora Dr^a. Susana Amaral, obrigado por todo o cuidado e todo o esforço para eu manter a atenção no que tinha que ser feito durante o período acadêmico, sou muito grato.

Ao meu supervisor de estágio, Dr^o. Paulo Cançado, eu agradeço pela oportunidade de me colocar como seu estagiário e poder aprender mais sobre sanidade e produção animal, a abertura de oportunidade que o senhor me deu foi essencial para a minha caminhada.

*“Não reclame, não se explique, apenas
apareça e faça seu melhor.”*

- Tom Brady

RESUMO

A produção industrial de aves e suínos avançou significativamente nas últimas décadas, impulsionada por melhorias genéticas e nutricionais. Entretanto, o uso indiscriminado de antibióticos promotores de crescimento (APCs) gerou uma pressão de seleção sobre os microrganismos, resultando na disseminação da resistência antimicrobiana (RAM), um problema crítico de saúde pública global. Este trabalho tem como objetivo revisar, por meio de levantamento bibliográfico, o uso de aditivos fitogênicos como alternativa estratégica aos APCs na alimentação animal. Os fitogênicos, compostos bioativos derivados de plantas, exercem efeitos amplos que incluem ações antimicrobianas, antioxidantes, imunomoduladoras e estimulantes da digestão. Estudos comparativos demonstram que o uso de óleos essenciais e extratos vegetais pode substituir promotores tradicionais como a monensina sódica, mantendo ou superando o desempenho zootécnico satisfatório dos animais. Conclui-se que os aditivos fitogênicos são alternativas naturais promissoras, capazes de favorecer a integridade intestinal e a sustentabilidade dos sistemas de produção, alinhando-se às exigências regulatórias nacionais e internacionais.

Palavras-chave: aditivos fitogênicos, antibióticos, desempenho animal, resistência antimicrobiana, nutrição animal.

ABSTRACT

Industrial poultry and swine production has advanced significantly in recent decades, driven by genetic and nutritional improvements. However, the indiscriminate use of antibiotic growth promoters (AGPs) has created selection pressure on microorganisms, resulting in the spread of antimicrobial resistance (AMR), a critical global public health issue. This study aims to review, through a bibliographic survey, the use of phytogenic additives as a strategic alternative to AGPs in animal feed. Phytogenics, bioactive compounds derived from plants, exert multifactorial effects that include antimicrobial, antioxidant, immunomodulatory, and digestion-stimulating actions. Comparative studies demonstrate that the use of essential oils and plant extracts can replace traditional promoters such as sodium monensin, maintaining or surpassing satisfactory zootechnical performance in animals. It is concluded that phytogenic additives are promising natural alternatives, capable of favoring intestinal integrity and the sustainability of production systems, aligning with national and international regulatory requirements.

Keywords: phytogenic additives, antibiotics, animal performance, antimicrobial resistance, animal nutrition.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Principais compostos bioativos de fontes fitogênicas e suas propriedades.....	18
---	----

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

APCs : Antibióticos Promotores de Crescimento

MAPA : Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

OMS : Organização Mundial da Saúde

P&D : Pesquisa e Desenvolvimento

RAM : Resistência Antimicrobiana

ROI : Retorno sobre o Investimento

TGI : Trato Gastrointestinal

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. METODOLOGIA	14
3. REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1. Histórico, Aplicação e Mecanismos de Ação dos APCs	15
3.2. Resistência Antimicrobiana (RAM)	16
3.3. Cenário Regulatório	16
3.4. Conceitos, Origem e Classificação	17
3.5. Mecanismos de Ação Multifatoriais	18
4. RESULTADOS	20
4.1. Uso em Aves	20
4.2. Aplicação na Indústria de Suínos	20
4.3. Aplicação em Ruminantes	21
5. DISCUSSÃO	23
5.1. Barreiras Tecnológicas	23
5.2. Análise de Viabilidade Econômica	23
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
7. REFERÊNCIAS	26

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, um dos principais pilares do agronegócio é a produção animal, o qual torna o país um dos maiores produtores e exportadores de carne do mundo (Biscola; Malafaia, 2025). Esse papel de liderança no cenário mundial é consequência de décadas de desenvolvimento em tecnologia genética, sanitária, manejo e crucialmente de nutrição animal.

A produtividade e a competitividade dos sistemas de produção intensivos, com alta densidade animal (Silva, 2024), levou a indústria zootécnica a aderir o uso de aditivos nas rações para maximizar o desempenho animal e garantir a saúde do rebanho (Guidotti, 2011).

Dibner e Richards (2005) relataram que os antibióticos promotores de crescimento (APCs) surgiram na década de 1950 como um instrumento tecnológico revolucionário. Utilizados em concentrações subterapêuticas de forma contínua com a alimentação, os APCs são capazes de modular eficientemente a microbiota intestinal e inibir microrganismos patogênicos subclínicos, o que reduz a competição intra-intestinal por nutrientes, levando ao melhor ganho de peso e conversão alimentar (Santos, 2023). Essa prática foi essencial para oferecer escala e produtividade à atual produção de aves e suínos, resultando em produção de alimentos mais econômicos (Souza *et al.*, 2011).

No entanto, o uso eficaz e em larga escala revelou uma consequência não intencional de dimensão global, o surgimento e disseminação da resistência antimicrobiana (RAM). A comunidade científica tem estado cada vez mais preocupada com os efeitos críticos da utilização persistente de antibióticos na produção animal, o que impõe uma grande pressão seletiva e tende a incentivar a disseminação de cepas resistentes (Repik *et al.*, 2022). Apresentando-se como desafio sério para a saúde humana, que requer o reconhecimento da interconexão entre a saúde humana, a saúde animal e a saúde ambiental. Essas bactérias e genes resistentes também podem ser transmitidos dos animais para os homens via cadeia alimentar ou contaminação ambiental, diminuindo a eficácia de antibióticos importantes para o tratamento de infecções humanas (Gomes *et al.*, 2014).

Diante da iminente crise de saúde pública, entidades internacionais e órgãos reguladores globais começaram a recomendar ou implementar limitações drásticas no uso de APCs para ajudar a preservar a eficácia dos antibióticos para a saúde humana (OMS, 2017). A União Europeia foi pioneira global na proibição do uso de antibióticos como promotores de crescimento em 2006 (Comissão Europeia, 2005).

O Brasil, que é referência como um dos principais países exportadores de carne do mundo, está seguindo essa direção, e o MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e

Abastecimento) tem proibido intermitentemente o uso de alguns antimicrobianos para esses fins (Brasil, 2018).

Essa reforma política apresentou ao setor de produção animal um desafio, já que agora existe uma demanda por alternativas seguras e eficazes para continuar a produtividade sem depender dos APCs. É assim que os aditivos fitogênicos são considerados uma das opções mais investigadas e promissoras (Guidotti, 2011). Ao contrário dos antibióticos, os fitogênicos exercem um efeito múltiplo, com vários modos de ação que podem atuar sinergicamente para apoiar a saúde intestinal e o desempenho animal.

Levando em consideração a importância desse tema para a sustentabilidade e o futuro da produção animal no Brasil, há urgência em agregar as informações científicas disponíveis sobre os aditivos fitogênicos como alternativas aos APCs, através da apresentação desta monografia. Assim, o objetivo final deste trabalho é fornecer uma revisão bibliográfica detalhada da aplicação dos fitogênicos na alimentação animal, promovendo efetivamente a produtividade, saúde e bem-estar animal.

2. METODOLOGIA

Para a operacionalização desta monografia, foi abordada metodologia baseada no rigor da pesquisa bibliográfica integrativa. Este modelo foi selecionado por permitir não apenas uma síntese da literatura existente, mas também uma análise crítica que integra conhecimentos de diferentes experimentos e bases teóricas sobre o tema. Este trabalho se enquadra na classificação de estudo de natureza descritiva e exploratória.

Buscando garantir que o material coletado fosse representativo e atualizado, priorizou-se publicações que transitam entre os anos de 2004 e 2025. A coleta sistemática foi realizada em repositórios científicos de reconhecida autoridade, tais como o portal Scientific Electronic Library Online (SciELO), PubMed/Medline, Pubvet e Alice (Embrapa). Além dos repositórios institucionais de excelência como USP, UNESP e UFG.

Foram selecionados apenas artigos revisados por pares, teses e dissertações que apresentassem dados numéricos detalhados sobre o desempenho zootécnico (ganho de peso, conversão alimentar e morfometria intestinal) de animais de produção. Em contrapartida, foram excluídos sistematicamente textos de blogs, artigos de opinião sem fundamentação técnica ou trabalhos que omitiram o delineamento experimental utilizado.

A redação do texto final foi executada respeitando a impessoalidade e a norma culta, seguindo as normas de citação autor-data da ABNT NBR 10520:2023 e a formatação estrutural da NBR 14724:2011.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Histórico, Aplicação e Mecanismos de Ação dos APCs

Antibióticos em rações destinada a animais como promotores de crescimento surgiram na década de 1950, logo após os primeiros relatos de que rações para frangos suplementadas com subprodutos da fermentação de tetraciclina aceleravam e tornavam o crescimento de frangos mais uniforme (Dibner; Richards, 2005). Essa prática se espalhou rapidamente e tornou-se parte da intensificação dos sistemas de produção avícola e suína, sendo mais tarde adaptada para dietas de ruminantes. Desde então, tornou-se ferramenta necessária para aumentar a eficiência produtiva e, consequentemente, a lucratividade (Souza *et al.*, 2011).

Os APCs devem ser administrados em doses subterapêuticas, isto significa que suas concentrações em dietas são menores do que as necessárias para tratar infecções. O principal mecanismo de ação destes antibióticos é a modulação da microbiota do trato gastrointestinal (TGI). Ao impedir a ação de certas populações de bactérias patogênicas como *Clostridium perfringens* e algumas cepas de *Escherichia coli*, os APCs produzem uma série de efeitos positivos (Santos, 2023).

A diminuição da carga microbiana intestinal reduz a disputa entre os microrganismos e o hospedeiro por nutrientes básicos, como aminoácidos ou certas vitaminas. Dessa forma, eles são mais facilmente absorvidos pelo metabolismo do animal (Suresh *et al.*, 2021).

Supressão de bactérias que produzem metabólitos tóxicos como aminas e amônia, redução de processos inflamatórios de baixo grau na mucosa intestinal que tornam a parede mais delgada e saudável. Como resultado, há maior quantidade (comprimento) das vilosidades, maior diâmetro e maior área de superfície total para os nutrientes serem absorvidos (Niewold, 2007).

Ao suprimir as populações de patógenos, os APCs ajudam a manter o equilíbrio da microbiota normal (eubiose) e, assim, prevenir a ocorrência de doenças entéricas subclínicas que apresentam efeito deletério no desempenho zootécnico (Santos, 2023).

Para os ruminantes, o mecanismo ocorre de outra maneira. Os aditivos de ionóforos, como a monensina sódica atuam seletivamente em bactérias Gram-positivas dentro do rúmen, alterando a fermentação ruminal ao deprimir a produção de acetato e butirato e aumentar a de propionato, que é um precursor de glicose mais eficiente. Além disso, reduz a produção de

metano e amônia, que se converte em melhor eficiência do uso de proteína e energia da dieta (Souza *et al.*, 2011).

O sucesso dos APCs inicialmente em aumentar a produção e reduzir os custos de produção estava além de qualquer dúvida, no entanto, essa solução de curto prazo ocultou um problema de longo prazo que só surgiria ao longo de décadas - um paradoxo em que a própria ferramenta que viabilizou a produção de alta intensidade, mais tarde se tornaria um dos maiores riscos sanitários e econômicos.

3.2. Resistência Antimicrobiana (RAM)

Como os antibióticos são usados consistentemente e em altas dosagens de uma forma não terapêutica, isso cria fortes pressões seletivas no TGI dos animais. Em algumas situações, aqueles micro-organismos que possuem genes de resistência ou adquirem novos, sobrevivem e se reproduzem, enquanto os não resistentes são destruídos. Isso impulsiona a seleção para a existência de populações bacterianas multirresistentes, denominadas "superbactérias" (Baquero; Campos, 2002).

O problema da RAM vai além da pecuária e aborda também a Saúde Única. A ligação entre a saúde animal, humana e ambiental é expressa de várias formas como a transmissão através da cadeia alimentar, onde organismos resistentes como *Salmonella* e *Campylobacter* podem infectar a carne e/ou outros produtos de origem animal em pontos no abatedouro, na planta de processamento ou preparação subsequente, que podem ser consumidos por hospedeiros humanos, levando a infecções difíceis de se tratar (Zanotelli, 2023).

Como resultado, a perda de eficácia de antibióticos fundamentais para a medicina humana levou a procedimentos de rotina (por exemplo, cirurgias e quimioterapia) a se tornarem mais arriscados e a ocorrência de maior número de mortes por infecções comuns ocorrerem. Esta sequência de eventos, desde a necessidade de intensificar a produção animal, claramente ocorre em ciclo: a busca por eficiência culminou à dependência dos APCs, o que gerou externalidade negativa de RAM (Chaves *et al.*, 2024).

3.3. Cenário Regulatório

Informações científicas cada vez mais sólidas sobre os riscos decorrentes do uso de antibióticos como promotores de crescimento (APCs) impulsionaram uma mudança radical no

cenário regulatório em todo o mundo. A União Europeia, que age de acordo com o “princípio da precaução”, implementou uma proibição final dos APCs em 1º de janeiro de 2006 (Comissão Europeia, 2005), o que desencadeou mais discussões e foi adotado por outros países.

No Brasil, a regulamentação foi desenvolvida de forma fragmentada ao longo do tempo. O MAPA iniciou uma revisão e limitação do uso desses produtos como antimicrobianos, especialmente aqueles classificados pela OMS como crucialmente importantes para a medicina humana (Lentz, 2022).

O Decreto nº 171/2018, do Departamento de Defesa Agropecuária, proibiu a importação e fabricação de produtos para alimentação animal contendo antibióticos como tilosina, lincomicina ou tiamulina como aditivos promotores de desempenho, estabelecendo prazos que retiraram essas moléculas da lista de aditivos mercado brasileiro (CONIC-SEMESP, 2019). Complementarmente, a Portaria MAPA nº 798/2023 atualizou as normas e critérios para a fabricação e o uso de alimentos com medicamentos veterinários, revogando instruções antigas e reforçando o controle rigoroso desses compostos em toda a cadeia produtiva (Brasil, 2023).

3.4. Conceitos, Origem e Classificação

O conceito de aditivo fitogênico, também chamado de fitobiótico, representa uma ampla classe de substâncias derivadas de plantas adicionadas à ração animal, visando simultaneamente a melhoria da produtividade e qualidade da ração, bem como a melhoria da saúde dos animais de produção (Windisch *et al.*, 2021). Esses aditivos são naturalmente obtidos de ervas, frutos, especiarias e outras partes do reino vegetal e são representados em duas principais formas, os derivados da extração de compostos ativos de plantas, que devem ser obtidos usando água ou etanol (Brasil, 2004). Também como os óleos essenciais, que são uma mistura de compostos voláteis e lipofílicos que contribuem para o cheiro específico das plantas. Estes são produzidos principalmente por processos de destilação a vapor, que isolam esses compostos oleosos do material vegetal (Calsamiglia *et al.*, 2007).

O que faz os fitogênicos funcionarem é a composição química elaborada, derivada do metabolismo secundário das plantas, que são sintetizados para proteção contra herbívoros e patógenos. Os principais grupos químicos de constituintes bioativos estão resumidos na Tabela 1.

Tabela 1. Principais compostos bioativos de fontes fitogênicas e suas propriedades

Fonte Vegetal	Principais Compostos Ativos	Mecanismos de Ação Primários	Referências
Orégano (<i>Origanum vulgare</i>), Tomilho (<i>Thymus vulgaris</i>)	Carvacrol, Timol (Monoterpenos fenólicos)	Antimicrobiano, Antioxidante, Imunomodulador	(Burt, 2004)
Canela (<i>Cinnamomum sp.</i>)	Cinamaldeído (Fenilpropanoide)	Antimicrobiano, Estimulante da digestão	(Guidotti, 2011)
Cravo-da-índia (<i>Syzygium aromaticum</i>)	Eugenol (Fenilpropanoide)	Antimicrobiano, Anestésico local, Antioxidante	(Guidotti, 2011)
Alecrim (<i>Rosmarinus officinalis</i>), Sálvia (<i>Salvia officinalis</i>)	Cineol, Rosmarinol, Ácido Carnósico (Terpenoides)	Antioxidante, Anti-inflamatório, Estimulante da digestão	(Brenes; Roura, 2010)
Alho (<i>Allium sativum</i>)	Alicina e outros compostos sulfurados	Antimicrobiano, Imunoestimulante, Hipocolesterolêmico	(Hashemi; Davoodi, 2011)
Pimenta (<i>Capsicum sp.</i>)	Capsaicina (Alcalóide)	Estimulante da secreção de enzimas digestivas, Anti-inflamatório	(Guidotti, 2011)
Fontes diversas	Taninos (Polifenóis)	Adstringente, Antimicrobiano, Antioxidante	(Guidotti, 2011)
Fontes diversas	Saponinas (Glicosídeos)	Antiprotzoário (em ruminantes), Imunomodulador	(Hashemi; Davoodi, 2011)

Fonte: Adaptada de Burt (2004), Brenes e Roura (2010), Guidotti (2011) e Hashemi e Davoodi (2011).

A variedade de substâncias que permite uma função de amplo espectro com fitogênicos e que se diferem dos antibióticos convencionais que atuam de forma restrita.

3.5. Mecanismos de Ação Multifatoriais

O maior benefício dos fitogênicos em comparação com os antibióticos são os efeitos múltiplos e sinérgicos (Liu *et al.*, 2018). Este modo de ação torna muito improvável que ocorra resistência aos microrganismos, oferecendo benefícios adicionais além do controle microbiano.

Os fenóis como o carvacrol e o timol, exibem poderosos efeitos antimicrobianos. Pois são lipofílicos e se intercalam na bicamada lipídica da parede celular bacteriana, levando

à sua desestruturação e aumento da permeabilidade. Essa ação causa o escape de íons e de compostos intracelulares importantes, como ATP, e o colapso do gradiente de prótons, resultando na morte bacteriana (Burt, 2004). Esses compostos são conhecidos por serem especialmente eficaz contra bactérias Gram-positivas.

O estresse oxidativo é o resultado de um desequilíbrio entre a produção de radicais livres e a capacidade de neutralizá-los em um sistema biológico, podendo danificar células e tecidos e afetando a condição de saúde e o desempenho dos animais. O alecrim e orégano possuem compostos polifenólicos, que são fortes antioxidantes capazes de doar elétrons para radicais livres a fim de prevenir danos celulares, além de melhorar a estabilidade oxidativa de produtos cárneos (Galli *et al.*, 2011).

A inflamação intestinal crônica, possivelmente subclínica, é um processo que consome energia e nutrientes, competindo com o crescimento. A maioria dos fitogênicos regula a resposta de ataque e reduz a liberação de citocinas, que são responsáveis pela inflamação (Chang, 2022). Essas substâncias economizam energia e melhoram a eficiência alimentar enquanto mantêm a integridade da barreira intestinal. Além disso, estimulam o sistema imunológico e permitem que o animal responda mais rapidamente na ausência desses agentes anti-inflamatórios (Galli *et al.*, 2011).

Em diversas áreas, os fitogênicos melhoram a digestão e a absorção de nutrientes. Algumas substâncias tornam os alimentos mais aceitáveis para frangos, estimulando o consumo (Salsivar, 2019), outras, como a capsaicina proveniente da pimenta e o cinamaldeído, aumentam a atividade de enzimas digestivas como amilase, lipase e protease, bem como o fluxo biliar (Guidotti, 2011). Testes com suplementos fitogênicos resultaram em melhorias, demonstradas pelo aumento do comprimento das vilosidades e da proporção entre vilosidades e criptas, criando maior área de superfície para absorção de nutrientes (Wang *et al.*, 2021).

4. RESULTADOS

4.1. Uso em Aves

A indústria de frangos de corte, que possui ciclo rápido e alta intensidade, foi um dos primeiros setores a ser proativo na exploração de alternativas aos APCs.

Em um experimento, frangos que receberam a mistura de óleos essenciais de orégano, sálvia, alecrim e extrato de pimenta tiveram um ganho de peso e peso corporal final análogos aos animais suplementados com antibióticos promotores de crescimento (Toledo *et al.*, 2007; Galli *et al.*, 2011). Também, óleos essenciais de eucalipto ou uma combinação de canela e orégano poderiam substituir com sucesso o flavomicina, com desempenho animal dentro dos padrões esperados e sem prejudicar a saúde dos frangos (Amorim *et al.*, 2020).

Óleos essenciais que foram incorporados na suplementação proporcionaram a melhoria da morfometria intestinal, com aumento da altura das vilosidades, resultando em melhor capacidade de absorção de nutrientes (Brugalli, 2003).

Um estudo relatou em um experimento com frangos vacinados contra coccidiose, que a adição de cinamaldeído, carvacrol e timol à dieta contribuiu para o aumento da altura das vilosidades no duodeno, indicando proteção contra a mucosa intestinal (Sgaviardi *et al.*, 2021).

No entanto, uma revisão sistemática geral indicou que a substituição de antibióticos por fitogênicos em dietas de frango de corte é bastante viável e tem impacto positivo no desempenho, morfologia intestinal, bioquímica e modulação da microbiota (Deminicis *et al.*, 2021).

4.2. Aplicação na Indústria de Suínos

O período mais desafiador na produção suína é o desmame, por conta do estresse nutricional, social e ambiental que leva à disbiose, diarreia e desempenho animal abaixo do esperado (Costa *et al.* 2011). No passado, essas questões eram mitigadas usando APCs e altos níveis de óxido de zinco (Wang *et al.*, 2021).

A tendência para um melhor ganho de peso diário é observada quando os animais são suplementados com óleos essenciais em comparação com os grupos controle ou de antibióticos, porém não relataram diferenças significativas no ganho de peso final (Oliveira *et al.*, 2015).

Outro estudo, que não demonstrou diferença no desempenho, observou que leitões experimentalmente tratados com uma mistura de compostos fitogênicos tiveram melhor resposta antioxidante e imunológica quando comparados ao grupo tratado com bacitracina de zinco (Li *et al.*, 2025).

Em um ensaio de campo avaliando o controle de doenças entéricas em suínos, observou-se uma redução de 58% em lesões intestinais e zero rupturas durante o processamento no grupo suplementado com fitogênico (1 kg/ton), em comparação aos controles negativos que apresentaram 17,94% de rupturas. Esse aprimoramento na integridade intestinal resultou em uma economia de 15% no descarte de tripas, com mortalidade reduzida de 2,1% para 1,8% (Ternus *et al.*, 2023). Quando expandido ao cenário de uma produção intensiva, o retorno ao longo prazo pode ter viés positivo ao mercado da suinocultura brasileira.

4.3. Aplicação em Ruminantes

No caso dos ruminantes, os aditivos são destinados principalmente a manipular a fermentação ruminal para aumentar a eficiência energética da dieta. Antibióticos ionóforos, como a monensina sódica, têm estabelecido o padrão da indústria há décadas.

Estudos com fitogênicos nesta área têm como objetivo encontrar alternativas que não apenas substituam, mas podem até exceder o efeito dos ionóforos. Em particular, fitogênicos como óleos essenciais atuam no rúmen através da modificação do ecossistema microbiano. Eles podem controlar bactérias produtoras de amônia, podendo até reduzir a proteólise e arqueias metanogênicas (redução da produção de gás metano). Podem também estimular bactérias produtoras de propionato que são benéficas para o balanço energético do animal (Marino; Medeiros, 2015).

Um estudo com gado Nelore confinado no Brasil, comparou um aditivo fitogênico com monensina sódica, revelando resultados interessantes. O gado tratado com a solução fitogênica apresentou parâmetros de produção substancialmente melhores. Quando comparado ao grupo tratado com monensina, o grupo fitogênico teve maior peso vivo final: 581,77 vs. 564,27 kg, maior ganho de peso médio diário: 1,66 vs. 1,49 kg/dia e maior rendimento de carcaça quente: 338,88 vs. 326,16 kg. Essa descoberta é bastante significativa para o mercado, não apenas significa que fitogênicos podem funcionar como um substituto satisfatório para o padrão da indústria, mas também como um substituto em circunstâncias de alta performance de produção (Francischinelli, 2025).

A transição de promotores de crescimento antibióticos para fitogênicos, mesmo que encorajadora e baseada na ciência, não é simples. Existem também uma série de desafios técnicos a serem superados, trabalho que será suplementado por esforços para demonstrar as vias econômicas dessa tecnologia, bem como a continuidade da pesquisa e desenvolvimento (P&D) em novas fronteiras para alcançar metas de desempenho e redução de custos.

5. DISCUSSÃO

5.1. Barreiras Tecnológicas

As principais questões são a padronização, estabilidade e biodisponibilidade. O fator que impede o reconhecimento e uso regular de fitogênicos podem ser: multiplicidade e variabilidade. A composição de um extrato de planta pode, portanto, ser muito diversa, ao contrário de um antibiótico artificial e molécula fixa. A concentração e o perfil dos compostos bioativos dependem diretamente de diferentes fatores, incluindo a espécie da planta e condições de cultivo (parâmetros climáticos e de solo), tempo de colheita aos quais deve ser adicionada, como principal entre outros, a escolha adequada para sua extração e processamento. Essa variação pode resultar em diferenças nas performances zootécnicas, o que torna muito difícil formular dietas precisas e almejar um efeito reprodutível de lote de produção a lote de produção (Guidotti, 2011).

Outro importante desafio relacionado aos agentes ativos é a estabilidade (notavelmente a dos óleos essenciais). Sendo voláteis e vulneráveis ao calor, luz, oxigênio, sua estabilidade pode ser perdida durante procedimentos de fabricação de rações, como a mistura de rações, peletização e extrusão, que geralmente são realizadas a altas temperaturas e pressões. A perda de produtos ativos antes de os animais consumirem a ração faz com que o aditivo funcione de forma ineficaz.

Para resolver esses problemas, a indústria tem trabalhado duro em novas estratégias de formulação. Nesse contexto, a microencapsulação aparece como uma tecnologia promissora. O método inclui encapsular as partículas do aditivo fitogênico em uma cápsula polimérica protetora, evitando a degradação do ingrediente ativo durante o processamento e armazenamento da ração, e mais importante ainda, realizar a liberação controlada em uma área específica do trato gastrointestinal do animal. Transformando assim o que poderia ter sido considerado um produto instável em uma ferramenta nutricional previsível e eficaz (Deminicis, 2021).

5.2. Análise de Viabilidade Econômica

Em última análise, a implementação de qualquer nova tecnologia na agricultura animal é uma escolha econômica. Os aditivos fitogênicos podem ter um custo mais elevado para aquisição do que os promotores de crescimento antibióticos tradicionais, porque os

primeiros envolvem tecnologias de extração, purificação e proteção, como a encapsulação. Portanto, é necessário verificar seu Retorno sobre o Investimento (ROI) .

Seu atrativo retorno sobre o investimento não deve obscurecer que nem todo o potencial valor dos fitogênicos na alimentação está sendo considerado, se uma análise de custo elementar entre a quantidade de aditivo e ganho de peso for tomada como base. Mais fatores devem ser considerados em um panorama. O caso suíno é um exemplo perfeito. A massa de ração economizada por animal foi de 13–14 kg, já justificando o investimento pela melhoria no CR. Mesmo assim, a redução na mortalidade segundo estes autores foi de até 1,92% (Oliveira *et al.*, 2015).

Consequentemente, a importância econômica dos fitogênicos é diversa e compreendida por uma melhoria indireta no desempenho, resultando no aumento no ganho de peso e especialmente melhoria na conversão alimentar que levará à redução dos custos de produção. Redução de desperdícios, ou seja, saúde melhorada com menos mortalidade e morbidade resultando em um maior número de animais indo para o abate. Redução de custos de medicamentos, um rebanho mais saudável está menos sujeito a necessidades de medicação. Sustentabilidade e valor agregado, pois a diminuição na formação de metano em ruminantes é um aspecto que se torna cada vez mais valorizado em relação à sustentabilidade do sistema de produção. Além disso, a produção de proteína animal "livre de antibióticos" responde a um nicho de mercado em expansão, contribuindo com valor para o produto final (Ternus *et al.*, 2023).

Quando esses aspectos são avaliados no geral, o ROI é claramente positivo para fitogênicos e especialmente em sistemas de produção com desafios sanitários, onde suas vantagens para a saúde animal são maximizadas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na ampla literatura científica que foi encontrada para construir esta revisão, pode-se concluir que os fitogênicos se estabeleceram como uma das alternativas mais promissoras, confiáveis e de amplo espectro aos APCs. Quando aplicados corretamente e nas doses adequadas, os fitogênicos oferecem um resultado zootécnico equivalente ou, em certas situações, até melhor do que o obtido com antibióticos, conforme demonstram pesquisas principalmente em gado de corte. Mais pesquisas são necessárias para o aperfeiçoamento de dosagens, delineamento de mecanismos sinérgicos e padronização dos produtos para garantir uma eficácia consistente.

A variabilidade composicional dos extratos vegetais, a atividade de seus componentes durante o processamento de rações e o custo inicial são barreiras reais. No entanto, o progresso no avanço das tecnologias, como a microencapsulação, e as evidências de retornos de investimento que consideram benefícios gerais, como a redução da mortalidade e a melhoria do valor final do produto, indicam que essas barreiras podem ser superadas.

Em conclusão, o uso de aditivos fitogênicos na alimentação animal é mais do que apenas modificar as dietas dos animais. Marca uma mudança na filosofia básica da produção animal, alinhando o imperativo de desempenho com os princípios de sustentabilidade, bem-estar animal e Saúde Única. O futuro da nutrição animal de precisão será, sem dúvida, fundamentado nos sólidos alicerces da saúde intestinal e aplicações inteligentes e elásticas de aditivos, uma circunstância onde os fitogênicos estão destinados a ter destaque.

7. REFERÊNCIAS

AMORIM, A. B. et al. Use of essential oils as a substitute for flavomycin in broiler chickens. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. e90985291, 2020.

BAQUERO, F.; CAMPOS, J. Antibióticos como promotores del crecimiento en animales. ¿Vamos por el buen camino? **Gaceta Sanitaria**, v. 16, n. 2, p. 104-106, 2002.

BISCOLA, P. H. N.; MALAFAIA, G. C. Anuário CiCarne da cadeia produtiva da carne bovina 2024-2025. Campo Grande: **Embrapa Gado de Corte**, 2025. 23 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1174114/1/Anuario-Cicarne-ca-deia-produtiva-2025.pdf>

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Portaria Nº 171, de 13 de dezembro de 2018. **Proíbe o uso dos antimicrobianos tilosina, lincomicina, virginiamicina, bacitracina e tiamulina com a finalidade de aditivos melhoradores de desempenho em animais produtores de alimentos**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 19 dez. 2018. Seção 1, p. 6.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria MAPA Nº 798, de 10 de maio de 2023. **Estabelece os critérios mínimos e os procedimentos para fabricação e emprego de produtos destinados à alimentação animal com medicamentos de uso veterinário**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 12 mai. 2023. Seção 1, p. 2.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 26, de 30 de janeiro de 2004. **Dispõe sobre o registro de medicamentos fitoterápicos**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2 fev. 2004.

BRUGALLI, I. Alimentação alternativa: o uso de fitoterápicos ou nutracêuticos como moduladores da imunidade e desempenho de aves. In: **SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS**, 2003, Campinas. Anais... Campinas: CBNA, 2003. p. 147-160.

BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. **International Journal of Food Microbiology**, v. 94, n. 3, p. 223-253, 2004.

CALSAMIGLIA, S.; BUSQUET, M.; CARDOZO, P.W.; CASTILLEJOS, L.; FERRET, A. Invited review: essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. **J. Dairy sci.** 90, 2580–2595, 2007.

CHANG, S. Y. et al. Phytogenic feed additives alleviate pathogenic *Escherichia coli*-induced intestinal damage through improving barrier integrity and inhibiting inflammation in weaned pigs. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 13, p. 107, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s40104-022-00750-y>

CHAVES, L. K. M. et al. Impacto da resistência antimicrobiana em animais de produção: Uma revisão de literatura. **Research, Society and Development**, v. 13, n. 9, p. e11413946963, 2024.

COMISSÃO EUROPEIA. **Ban on antibiotics as growth promoters in animal feed enters into effect.** Bruxelas, 22 dez. 2005. Disponível em: https://europa.eu/rapid/press-release_IP-05-1687_en.htm

CONIC-SEMESP. **O uso de ácidos orgânicos na avicultura como substituintes dos antibióticos promotores do crescimento.** In: CONGRESSO NACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 19., 2019, São Paulo. Anais. São Paulo: SEMESP, 2019.

COSTA, L. B. et al. Aditivos fitogênicos e butirato de sódio como promotores de crescimento de leitões desmamados. **Archivos de Zootecnia**, v. 60, n. 231, p. 783-792, 2011.

DEMINICIS, B. B. et al. Systematic review of the use of phytobiotics in broiler nutrition. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 20, n. 1, p. 98-108, 2021.

DIBNER, J. J.; RICHARDS, J. D. Antibiotic growth promoters in agriculture: history and mode of action. **Poultry Science**, v. 84, n. 4, p. 634-643, 2005. Disponível em: <https://www.ars.usda.gov/alternativestoantibiotics/PDF/publications/12JJDibner.pdf>

FRANCISCHINELLI, A. F. Uso de aditivos fitogênicos em dietas para bovinos de corte confinados. 2025. 63 f. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, **Universidade Estadual Paulista**, Botucatu, 2025.

GALLI, G. M. et al. Óleos essenciais como substituintes de antibióticos promotores de crescimento para frangos de corte. **Ciência Rural**, v. 41, n. 10, p. 1794-1799, 2011.

GOMES, C. et al. Antibióticos de uso veterinário em solos e águas: uma revisão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 1, p. 1-17, 2014.

GUIDOTTI, M. Aditivos fitogênicos na alimentação de aves de produção. 2011. 37 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - **Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás**, Goiânia, 2011.

LENTZ, S. A. M. Atualização sobre Uso Racional de Antimicrobianos e Boas Práticas de Produção. Brasília: **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento / Organização Pan-Americana da Saúde**, 2022. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/resistencia-aos-antimicrobianos/publicacoes/Apostila_AtualizaosobreUsoRacionaldeAntimicrobianoseBoasPraticasdeProduo.pdf

LI, P. et al. Phytogetic compounds as a potential alternative to zinc bacitracin as a growth promoter for weaned pigs. **Journal of Animal Science**, v. 103, n. 4, p. e1-e10, 2025.

LIU, Y. et al. A mixture of essential oils and organic acids enhances intestinal health and growth performance of broilers challenged with *Clostridium perfringens*. **Poultry Science**, v. 97, n. 10, p. 3474-3484, 2018.

MARINO, C. T.; MEDEIROS, S. R. Aditivos alimentares na nutrição de bovinos de corte. *In*: **Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. cap. 7, p. 97-106.

NIEWOLD, T. A. The nonantibiotic anti-inflammatory effect of antimicrobial growth promoters, the real mode of action? A hypothesis. **Poultry Science**, v. 86, n. 4, p. 605-609, 2007.

OLIVEIRA, L. F. B. et al. Aditivos alternativos em substituição aos antibióticos para leitões desmamados. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 4, p. 1135-1142, 2015.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Stop using antibiotics in healthy animals to prevent the spread of antibiotic resistance**. Geneva: OMS, 2017. Disponível em: <https://www.who.int/news/item/07-11-2017-stop-using-antibiotics-in-healthy-animals-to-prevent-the-spread-of-antibiotic-resistance>

REPIK, C. F. et al. A resistência antimicrobiana na produção animal: Alerta no contexto da saúde única. **Pubvet**, v. 16, n. 4, p. a1084, 2022.

SALSIVAR, J. P. Phylogenics in animal nutrition. Nottingham. **Nottingham University Press**, 2019.

SANTOS, J. S. A. Uso de antibióticos como promotores de crescimento na criação de aves. 2023. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária) - **Universidade Federal de Alagoas**, Viçosa, 2023. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/handle/123456789/13955>

SGAVIARDI, A. et al. Efeito de óleos essenciais e ácido butírico sobre a integridade intestinal e peso de órgãos de frangos de corte desafiados com vacina de coccidiose. **Archivos de Zootecnia**, v. 89, n. 367, p. 320-349, 2021.

SILVA, V. L. et al. Livestock changes in Brazil and sustainable intensification: a review. **Agronomy**, v. 14, n. 10, 2429, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/agronomy14102429>

SOUZA, L. B. C. et al. Resíduos de antibióticos e hormônios em alimentos de origem animal. **Colloquium Agrariae**, v. 7, n. 1, p. 35-45, 2011.

SURESH, G. et al. A comprehensive review on the use of antibiotics as feed additives in poultry production. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 105, n. 1, p. 1-13, 2021.

TOLEDO, G. S. P. et al. Óleos essenciais como aditivos na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1358-1364, 2007.

WANG, J. et al. Weaning stress in piglets: A review of the underlying mechanisms and potential mitigation strategies. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 12, n. 1, p. 65, 2021.

WINDISCH, W.; KROISMAYR, A.; MACHLEIDT, M. Uso de aditivos fitogênicos na nutrição animal. **NutriNews Brasil**, 2021.

https://academic.oup.com/jas/article-abstract/86/suppl_14/E140/4789896?redirectedFrom=fulltext

ZANOTELLI, J. M. Impacto da produção animal na resistência antimicrobiana sob a perspectiva da saúde única. 2023. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária) - **Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo**, São Paulo, 2023. Disponível em: <https://bdta.abcd.usp.br/item/003191403>