

GOSSIPOL COMO FATOR ANTINUTRICIONAL NA REPRODUÇÃO DE BOVINOS E SUÍNOS

**Douglas Soares Braga^{1*}, Dayana Silva Araújo², Egle Menezes de Souza¹, Kaique de Oliveira Cardoso¹, Rayza Pereira Boldoov¹,
Bruno Gomes dos Anjos³, Letícia Zoccolaro Oliveira⁴**

¹Discente no Curso de Medicina Veterinária – Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG – Belo Horizonte/MG – Brasil – *Contato: soaresdouglas644@gmail.com

²Discente no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal – Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte/MG – Brasil

³Discente no Programa de Pós-Graduação em Biologia Celular – Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte/MG – Brasil

⁴Docente do Curso de Medicina Veterinária – Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG – Belo Horizonte/MG – Brasil

INTRODUÇÃO

Na alimentação animal no Brasil, tradicionalmente são utilizados subprodutos do algodão devido ao destaque da cadeia produtiva e à sua vantagem econômica¹. Essa prática se deve ao fato de o algodão ser um alimento proteico e energético, capaz de substituir, parcialmente, outros produtos vegetais². No entanto, é essencial controlar seu uso por conta do gossipol, um pigmento presente no caroço do algodão, que apresenta efeito tóxico, especialmente sobre a reprodução animal². Dessa forma, este estudo tem como objetivo abordar como o uso do algodão, devido à presença do gossipol, afeta reprodutores e reprodutoras e como a fisiologia digestória interfere na intensidade da toxicidade, com ênfase na bovinocultura e na suinocultura.

METODOLOGIA

Para a elaboração deste resumo, foram utilizadas informações provenientes de textos científicos de 2015 até 2025 disponíveis em bancos de dados como PubVet, Google Acadêmico, SciELO e Portal de Periódicos da CAPES. As buscas foram realizadas a partir do uso combinado das palavras-chave: gossipol, reprodução animal, algodão, bovino, suíno e fatores antinutricionais.

RESUMO DE TEMA

A cotonicultura tem um papel importante na nutrição estratégica de suínos e bovinos devido ao seu valor energético e proteico, à disponibilidade no mercado e ao baixo custo, tornando-se uma matéria-prima relevante na alimentação animal¹. Contudo, o uso dos subprodutos do algodão apresenta um fator limitante: um pigmento polifenólico amarelado, o gossipol¹. Esse fator antinutricional, produzido em glândulas subepidérmicas presentes nas raízes, folhas, caule e sementes, restringe o uso do caroço de algodão na alimentação animal, pois a toxicidade dele compromete o desempenho produtivo e reprodutivo^{1,2}. Em casos de intoxicação, observam-se sinais clínicos inespecíficos como dispneia, letargia, redução no consumo, menor ganho de peso e anorexia, enquanto achados de necropsia incluem edema generalizado, congestão pulmonar e hepática, acúmulo de líquidos em cavidades e degeneração de fibras cardíacas, refletindo seu efeito tóxico sistêmico². Somado a isso, o gossipol também afeta, significativamente, o sistema reprodutivo interferindo desde alterações hormonais até efeitos diretos sobre células gaméticas e embrionárias².

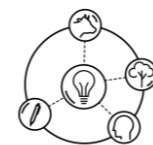
A ação do gossipol sobre os reprodutores tem sido amplamente estudada, destacando-se seus efeitos deletérios sobre as células testiculares, a produção hormonal e a viabilidade dos espermatozoides. Um estudo realizado pela Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Mato Grosso³ demonstrou que o gossipol altera a viabilidade espermática devido à redução da motilidade causada por defeitos nos espermatozoides, com predominância de anormalidades na cabeça e na peça intermediária desenvolvidas durante a espermatogênese³. As alterações no arranjo estrutural da peça intermediária geram inibição da motilidade espermática, pois o gossipol danifica as bainhas mitocondriais, interferindo na produção de ATP e, consequentemente, reduzindo a energia necessária para o movimento da cauda³. A alteração observada na cabeça, caracterizada pelo aumento de cabeças destacadas normais, é um defeito de armazenamento decorrente do prolongamento da permanência no epidídimo, causado pelo rompimento de estruturas fragilizadas pela ação do gossipol durante a passagem por esse órgão³. Além disso, outras fontes bibliográficas, como o estudo realizado na Universidade de Cuiabá⁴, relatam mais prejuízos reprodutivos gerados por esse pigmento, como menor produção de espermatozoides e maior ocorrência de defeitos morfológicos devido à interferência nas células de Sertoli, nas quais há inibição do crescimento celular, diminuindo o

suporte e a nutrição às células germinativas, além de redução da capacidade fagocitária devido à diminuição da atividade de oxidases, o que leva ao acúmulo de radicais livres que lesionam as células e causam danos ao DNA, gerando alterações na síntese de proteínas, como as proteínas de ligação a andrógenos, e hormônios como a inibina B, que regula a produção de FSH, responsável por estimular a espermiogênese⁴. A produção de testosterona pelas células de Leydig também pode ser afetada devido à interferência do gossipol na expressão nuclear de receptores para andrógenos, ocasionando diminuição do hormônio luteinizante (LH), que estimula a produção de testosterona, comprometendo a produção de espermatozoides, aumentando a incidência de defeitos morfológicos e reduzindo a fertilidade⁴. Por fim, pesquisas mostram que o gossipol pode bloquear a produção, liberação e utilização de ATP, inibir o fluxo de cálcio e a atividade de enzimas de membrana, além de causar alterações ultraestruturais na membrana nuclear, no retículo endoplasmático e nas mitocôndrias, resultando em maior mortalidade celular e aumento de anormalidades espermáticas, bloqueio energético por inibição da cadeia respiratória mitocondrial, estresse oxidativo, falhas na maturação espermática e maior fragmentação do DNA, reforçando o quadro de queda acentuada da fertilidade^{3,4,5}.

Nas fêmeas, o gossipol também apresenta significativa toxicidade reprodutiva, afetando o ciclo estral, a prenhez e o desenvolvimento embrionário precoce. O gossipol causa estresse oxidativo que danifica as células da teca e granulosa, reduz a atividade das enzimas envolvidas na esteroidogênese, diminui a secreção de LH e FSH e reduz a resposta ovariana a esses hormônios ao interferir na expressão de receptores e proteínas sinalizadoras intracelulares, levando à menor produção de estrógeno e progesterona, o que desorganiza o ciclo estral ao impedir o desenvolvimento adequado do folículo dominante, alterar a duração das fases foliculares e luteínicas e provocar ciclos irregulares, silenciosos ou anovulatórios^{6,7}. A diminuição da taxa de prenhez causada pelo gossipol está relacionada à irregularidade do estro e à falha na ovulação, que reduzem a liberação e disponibilidade do oócito para fertilização, enquanto a redução da progesterona compromete a preparação e manutenção do endométrio ao impedir o estabelecimento de um ambiente secretório, vascular e imunológico adequado para a implantação embrionária^{6,7}. Por fim, o desenvolvimento embrionário é prejudicado pelo aumento de radicais livres, indução de apoptose e alterações na sinalização celular que causam danos citotóxicos e oxidativos às células embrionárias, comprometendo processos essenciais como divisão e diferenciação celular, reduzindo a taxa de clivagem, atrasando o desenvolvimento, piorando a qualidade morfofuncional dos embriões e aumentando a probabilidade de perdas gestacionais e queda da fertilidade^{6,7}.

Embora o gossipol exerça efeitos reprodutivos adversos em diversas espécies, variando conforme o sexo, seus mecanismos fisiológicos de ação são semelhantes em bovinos e suínos²; porém, as diferenças observadas entre as espécies não estão na forma como o composto atua no organismo, mas nas particularidades fisiológicas que modulam a intensidade de sua ação, ou seja, na capacidade do sistema digestório de cada espécie em degradar, absorver ou inativar o gossipol, o que determina maior ou menor intensidade dos efeitos tóxicos. O efeito do gossipol varia conforme o animal seja ruminante, pré-ruminante ou não ruminante⁸. Em bovinos, o rúmen atua como primeira barreira de proteção, pois o gossipol liga-se a proteínas e aminoácidos livres, formando complexos estáveis e pouco biodisponíveis que reduzem sua absorção e a quantidade de toxina que chega ao organismo, ao mesmo tempo em que a flora ruminal metaboliza parcialmente o composto por meio de reações como redução, oxidação parcial e conjugação com metabólitos microbianos, convertendo-o em formas menos tóxicas e

XVI Colóquio Técnico Científico de Saúde Única, Ciências Agrárias e Meio Ambiente



menos absorvíveis e diminuindo ainda mais sua biodisponibilidade sistêmica^{3,8,9,10}. Já nos suínos, que são animais monogástricos e, por isso, não possuem um compartimento gástrico semelhante ao rúmen, isto é, uma câmara fermentativa com flora microbiana capaz de metabolizar o gossipol e um ambiente rico em proteínas e aminoácidos livres que promovam sua ligação e inativação, essa etapa de detoxificação não ocorre, permitindo maior absorção do composto intacto no intestino e tornando a espécie significativamente mais sensível aos seus efeitos tóxicos^{10,11,12}. Além da diferenciação digestiva, há também diferenças metabólicas hepáticas: bovinos possuem maior capacidade de metabolização hepática do gossipol, enquanto suínos absorvem e retêm frações maiores da molécula com menor biotransformação, o que intensifica os danos celulares^{3,8,9,10,11,12}. Quando a carga de gossipol supera a capacidade detoxificadora, podem ocorrer acúmulo hepático da toxina, estresse oxidativo, inibição de enzimas como a glutatona-S-transferase, necrose hepatocelular e perda funcional do órgão; e, quando o fígado começa a perder sua capacidade de detoxificação, o acúmulo de gossipol aumenta ainda mais, intensificando a toxicidade sistêmica, sendo esses efeitos particularmente mais severos e frequentes em suínos^{8,9,10}. Quanto aos níveis seguros de ingestão, estudos indicam que bovinos adultos toleram até 600 mg de gossipol livre por kg de matéria seca da dieta^{3,8,9,10}, enquanto em suínos o limite seguro é muito inferior, em torno de 100 mg/kg de dieta, acima do qual já se observam efeitos negativos hepáticos, metabólicos e reprodutivos^{8,9,10,11,12}.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O gossipol presente nos subprodutos do algodão pode comprometer a fertilidade de machos e fêmeas por provocar alterações hormonais, alterações citotóxicas e redução da qualidade dos gametas, sendo seus efeitos mais intensos em suínos, que não possuem o mecanismo de detoxificação ruminal observado em bovinos. Apesar disso, bovinos também podem apresentar danos reprodutivos e metabólicos quando a ingestão ultrapassa sua capacidade de metabolização e neutralização^{1,2,8}.

Portanto, recomenda-se controlar a inclusão de algodão na dieta, avaliar alternativas nutricionais seguras e investigar estratégias que reduzam a disponibilidade de gossipol livre. Estratégias como tratamentos térmicos, uso de ligantes, suplementação antioxidante e cultivares com menor teor de gossipol têm demonstrado potencial para manter o valor nutricional do algodão, minimizando riscos à fertilidade e ao desenvolvimento embrionário¹³.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. FERREIRA, B. N. et al. **Cadeia produtiva do algodão no Brasil**. Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento, [S. l.], v.11, n.10, p. 1-25, Jul. 2022.
2. GADELHA, Ivana Cristina Nunes et al. **Efeitos do gossipol na reprodução animal**. Acta Veterinaria Brasilica, v.5, n.2, p. 129-135, Mai. 2011.
3. HATAMOTO-ZERVOUDAKIS, Luciana Keiko et al. **Free gossypol supplementation frequency and reproductive toxicity in young bulls**. Theriogenology, v. 110, p. 153-157, Abr. 2018.
4. SILVA, J. M. et al. **Efeito de diferentes concentrações de ingestão de gossipol livre sobre morfometria testicular e qualidade seminal de touros da raça Nelore**. Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.72, n.3, p. 673-680, Mai. 2020.
5. MELLO, Raquel Rodrigues Costa Mello et al. **Efeitos do caroço de algodão sobre a reprodução de bovinos**. Pubve, v. 12, n.10, p.1-8, nov. 2018.
6. CÂMARA, Antônio Carlos Lopes et al. **Determinação da toxicidade do gossipol em folículos ovarianos de ovelhas**. 2015. 82 f. Tese (Doutorado em Sanidade e Produção Animal) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, Abr. 2015.
7. JÚNIOR, Ranulfo Piau et al. **Efeitos do gossipol em diferentes níveis na dieta de novilhas Nelore**. Revista Brasileira de Medicina Veterinária, v. 38, supl. 1, p. 120-126, Jun. 2016.

8. GARLAND, Tam. **Intoxicação por gossipol em animais**. Manual MSD – Manual Veterinário. Set. 2021. Disponível em: <https://www.msdsvetmanual.com/toxicology/gossypol-poisoning/gossypol-poisoning-in-animals/>? Acesso em: 22 nov. 2025.
9. LOURENÇO, Bárbara de Moraes et al (2019). **Gossipol e ácidos graxos ciclopropenóides: até onde afetam a saúde animal?**. Ciência Veterinária UniFil, v. 1, n. 3, p. 109-120, Ago.-Set. 2018.
10. EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. **Gossypol as undesirable substance in animal feed: Scientific opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain**. EFSA Journal, v. 7, n. 1, p. 1-55, Jan. 2009.
11. RODRIGUES DE SOUZA, Melissa et al. **Fator antinutricional do caroço de algodão na dieta suína: revisão da literatura**. VIII Mostra de Ensino, Pesquisa e Extensão do Curso de Nutrição, Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Realeza, Dez. 2023.
12. MAGESHWARAN, Vellaihamy. **An overview of gossypol and methods of its detoxification in cottonseed meal for non-ruminant feed applications**. Indian Journal of Natural Products and Resources, v. 12, n. 3, p. 348-358, Set. 2021.
13. CHAUHAN, A.; SAGOR, A. **A comprehensive review on detoxification of cottonseed**. The Pharma Innovation Journal, v. 12, n. 3, p. 1565-1569, 2023.

