

CONTAMINAÇÃO DE SILAGENS DE MILHO POR MICOTOXINAS CONTAMINATION OF CORN SILAGES BY MYCOTOXINASE

Francis Luís Gehl¹

Alex Guilherme Bergamaschi²

Anderson Douglas Kummer³

Cristiane Ferreira da Luz Brun⁴

Delciani Teresinha Gebert⁵

Marcelo Lauxen Locatelli⁶

Ramiro Martins Bonotto⁷

Sergio Henrique Mioso Cunha⁸

Patrícia Diniz Ebling⁹

Resumo

O principal alimento que compõe a dieta de vacas leiteiras é a silagem, sendo esta a principal fonte de contaminação por micotoxinas. Objetivou-se realizar um levantamento sobre a presença de micotoxinas em silagens de milho fornecidas para vacas leiteiras em propriedades do Sudoeste do Paraná. Foram coletadas 30 amostras de silagem de milho provenientes de diversas propriedades e com diferentes formas de armazenamento de uma microrregião no Sudoeste do Paraná. As amostras coletadas foram enviadas ao laboratório e analisadas para quatro micotoxinas: aflatoxina, zearalenona, deoxinivalenol e fumonisina. O método de análise das micotoxinas foi através de kit ELISA, reação antígeno/anticorpo inversamente proporcional. De acordo com os resultados, observa-se que todas as amostras estavam contaminadas pelas quatro micotoxinas analisadas. No entanto, somente cinco amostras (16,7%) apresentaram níveis mais altos que os limites de referência de acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Destas, uma amostra apresentava nível maior que o crítico para zearalenona (3,3%), outra para deoxinivalenol (3,3%) e três amostras para fumonisina (10%). Portanto, é necessário a orientação a partir da assistência técnica ao produtor, no sentido da produção de uma silagem de melhor qualidade.

Palavras-chave: Aflatoxina. Zearalenona. Deoxinivalenol. Fumonisina.

¹ Médico Veterinário, e-mail: agro.gehl@gmail.com

² Médico Veterinário, e-mail: alex@nutrivital.ind.br

³ Médico veterinário, mestre, docente na Uceff Centro Universitário FAI, e-mail: kummer@uceff.edu.br

⁴ Médica veterinária, mestre, docente na Uceff Centro Universitário FAI, e-mail: cristiane@uceff.edu.br

⁵ Médica veterinária, especialista, docente na Uceff Centro Universitário FAI, e-mail: delciani@uceff.edu.br

⁶ Médico veterinário, especialista, mestrando na Universidade de Passo Fundo (UPF), docente da Uceff – Unidade Central de Educação Faem Faculdade, e-mail: marcelo.locatelli@uceff.edu.br

⁷ Médico veterinário, mestre, docente na Uceff Centro Universitário FAI, e-mail: ramiro@uceff.edu.br

⁸ Médico veterinário, mestre, docente na Uceff Centro Universitário FAI, e-mail: sergio@uceff.edu.br

⁹ Zootecnista, doutora, docente no Centro Universitário FAI, orientadora do trabalho, e-mail: patricia@uceff.edu.br

Introdução

Tornar segura a alimentação dos animais vem sendo um dos maiores desafios para os produtores rurais que querem realmente ter resultados nas suas áreas, entre estas a pecuária leiteira. E, atualmente, um dos desafios para os produtores de leite é o controle às micotoxinas.

O principal alimento que compõe a dieta de vacas leiteiras é a silagem, sendo esta a principal fonte de contaminação por micotoxinas (LAURAIN, 2019). Estas são produzidas por fungos que se desenvolvem preferencialmente nos cereais, como o milho (MOTTA *et al.*, 2014).

Alguns fatores predisponentes para produção de micotoxinas na silagem podem estar ligados a forma da pré colheita, colheita, condições de armazenagem, períodos climáticos adversos e pH (LAURAIN, 2019).

Entre as micotoxinas de maior importância, destaca-se as aflatoxinas produzidas por fungos do gênero *Aspergillus*. Sua presença nos alimentos consumidos pelos animais gera grandes perdas econômicas pelo fato de causar problemas na produção e reprodução diminuindo assim o desempenho animal, além disso o gênero B1 é carcinogênico para humanos que ingerem alimentos destes animais e, a aflatoxina da classe B2, é possivelmente carcinogênica (OLIVEIRA, 2010).

O fungo *Fusarium* spp., patógeno que está presente no crescimento da planta é responsável pela produção de mais de 70 tipos de toxinas, sendo que as de maior importância são deoxinivalenol, zearalenona e fumonisina (FAO, 2007). A deoxinivalenol é a micotoxina mais presente em grãos que servem de alimentos para os animais, sua ingestão em grandes quantidades leva a vômitos e diarreia (FREIRE *et al.*, 2007). A zearalenona é produzida pelo fungo *Fusarium graminearum*, com estrutura na base de estradiol, hormônio produzido no ovário feminino, sendo assim uma micotoxina de caráter estrogênico (FREIRE *et al.*, 2007). Enquanto, as fumonisinas são de caráter carcinogênico, além de ser responsável por causar danos ao fígado, mucosas, sistema renal e pulmões (FAO, 2007).

Micotoxinas, portanto, são produtos secundários produzidos por vários gêneros de fungos podendo entrar na cadeia alimentar de animais e pessoas tanto de forma direta como indireta. Mesmo que retirando o fungo dos alimentos, não se pode excluir a

possibilidade das micotoxinas estarem presentes no produto final, que será ainda processado e transformado em outro material alimentar (FREIRE *et al.*, 2007)

Objetivou-se realizar um levantamento sobre a presença de micotoxinas em silagens de milho fornecidas para vacas leiteiras em propriedades do Sudoeste do Paraná.

Material e método

Foram coletadas 30 amostras de silagem de milho provenientes de diversas propriedades e com diferentes formas de armazenamento de uma microrregião no Sudoeste do Paraná. Diferenciando silagens de variedades e épocas diferentes, safra e safrinha.

As amostras coletadas foram enviadas à laboratório e analisadas para quatro micotoxinas: aflatoxina, zearalenona, deoxinivalenol e fumonisina. O método de análise das micotoxinas foi através de kit ELISA, reação antígeno/anticorpo inversamente proporcional.

Resultados e Discussão

Os resultados das análises para micotoxinas das 30 amostras de silagem de milho, oriundas de diferentes variedades de milho e produzidas em épocas distintas, são apresentados na tabela 01.

De acordo com os resultados, observa-se que todas as amostras estavam contaminadas pelas quatro micotoxinas analisadas. No entanto, somente cinco amostras (16,7%) apresentaram níveis mais altos que os limites de referência (Tabela 02), de acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (BRASIL, 1988). Destas, uma amostra apresentava nível maior que o crítico para zearalenona (3,3%), outra para deoxinivalenol (3,3%) e três amostras para fumonisina (10%).

TABELA 01 – Resultados (ppb, partes por bilhão) das análises de micotoxinas realizadas em amostras de silagem de milho.

Amostra	Aflatoxina, ppb	Zearalenona, ppb	Deoxinivalenol, ppb	Fumonissina, ppb
1	7,6	68	150	1800
2	8,9	90	100	2400
3	15	153	580	390
4	14	220	420	360
5	19	72	310	385
6	16,5	200	350	100

7	8	100	278	400
8	11,9	182	450	200
9	15	40	50	380
10	9	107	314	501
11	9,6	90,3	100	2460
12	22	320	200	300
13	12	115	800	920
14	18	150	350	100
15	11,7	144,9	1120	500
16	11	80	330	460
17	14	130	400	580
18	11,2	94	416	330
19	16	100	500	200
20	6	65	180	330
21	16	100	380	250
22	8	140	100	480
23	9,3	160	300	100
24	14	150	400	280
25	23	100	900	100
26	17	72	520	340
27	12	140	200	510
28	18	68	380	100
29	15	158	420	110
30	12	450	317	253

Valores em negrito e sublinhados são considerados acima dos níveis aceitáveis, segundo o MAPA (BRASIL, 1988).

TABELA 02 – Limites de micotoxinas para silagens.

Limites	Aflatoxina,	Zearalenona,	Deoxinivalenol,	Fumonisina,
	ppb	ppb	ppb	ppb
Aceitável	<50	<285	<929	<1000
Crítico	>50	>286	>930	>1000

Fonte: MAPA (BRASIL, 1988).

No estudo de Toledo (2018), a incidência de micotoxinas em amostras de silagens de milho, coletadas na região norte do Paraná, foram de 85,1% para deoxinivalenol, 74,4% para zearalenona, 48,9% para aflatoxina e 42,5% para fumonisina. A micotoxina deoxinivalenol foi a de maior incidência e apenas 2,1% das silagens apresentaram teores de aflatoxinas acima dos limites permitidos na legislação brasileira. Enquanto que, no presente estudo, a maior incidência foi para fumonisina; e nenhuma amostra apresentou nível de aflatoxina superior

ao permitido. A fumonisina é pouco absorvida por ruminantes, isso explica o porquê destes animais serem tão tolerantes a ingestão dessa micotoxina (VOSS; SMITH; HASCHECK, 2007).

Em períodos de muita chuva e frio, seguidos por períodos de seca, tem-se maior proliferação de espécies de *Fusarium* (LAURAIN, 2019), responsáveis pela produção de fumonisina, deoxinivalenol e zearalenona. Antes da colheita dos grãos, os fungos da espécie *Fusarium*, produtor das micotoxinas deoxinivalenol, fumonisinas e zearalenona, são os mais encontrados no campo, pelo fato das plantas se danificarem e servirem de fontes de contaminação e abrigo para estas micotoxinas (NOVINSKI, 2013).

As fumonisinas são encontradas em produtos derivados do milho, sendo mais evidente quando o milho é colhido úmido e armazenado nas mesmas condições, sendo seus sinais clínicos mais comuns em níveis elevados as disfunções neurológicas, danos hepáticos, perda de apetite e perda do controle dos movimentos (TRAYLOR, 2003). Devido às más condições de armazenagem, inóculos de *Fusarium* de pré-colheita se encontram em condições favoráveis para seu desenvolvimento, levando para a dieta final acúmulos de toxinas proveniente dos mesmos (LAURAIN, 2019).

A deoxinivalenol, de acordo com Dias (2018), é considerada a micotoxina comum mais produzida, principalmente em milho e trigo, sendo uma potente inibidora de síntese proteica. De acordo com Keller (2009) os sintomas mais comuns após contaminação por deoxinivalenol são de peso, piora de conversão alimentar, abortos e distúrbios nervosos.

A micotoxina zearalenona, produzida pelo gênero *Fusarium*, que utiliza cereais como o milho, trigo, aveia e cevada como substratos para sua multiplicação (SCHWAERZER, 2009). Sua principal atividade é de natureza estrogênica, ou seja, produzindo um hormônio que se assemelha com o efeito do estradiol, porém bovinos se apresentam como uma das espécies animais mais resistentes aos seus efeitos, devido a biotransformação das micotoxinas no rúmen (EFSA, 2017).

Segundo Dhanasekaran *et al.* (2011), as aflatoxinas são principalmente encontradas em derivados de leite, carnes e grãos, normalmente o animal consome um alimento contaminado e o produto final deste animal, conseqüentemente, se torna alvo da contaminação, podendo ser transmitida aos humanos. Para Gonçalves, Corassin e Oliveira (2015), após ser ingerida, aflatoxina B1 se transforma em aflatoxina M1, através das enzimas

hepáticas do fígado, podendo facilmente ser excretado pela urina e pelo leite, causando sérios problemas para humanos que venham a consumir os produtos destes animais.

Em vacas, de acordo com Horn (2013), os sinais clínicos observados em animais contaminados são, redução de produção, ingesta, incidência de abortos, distúrbios digestivos, podendo piorar com interação de outras micotoxinas. Horn (2013) afirma que limites acima de 20 ppb para aflatoxinas se encontra dentro de um nível crítico levando aos possíveis sinais clínicos descritos anteriormente. No presente estudo, duas amostras (6,7%) apresentaram níveis superiores a 20 ppb de aflatoxina.

Danos por insetos antes da colheita e ensilagem afetam altamente a contaminação por fungos principalmente das aflatoxinas, deixando o milho suscetível a doenças fúngicas (LAURAIN, 2019).

A utilização de alimentos contaminados pode causar casos de micotoxicoses em animais, muitos sinais clínicos podem ser observados de acordo com o nível de contaminação e o tipo de micotoxinas, gerando muitas perdas na produção dos animais (KEMBOI *et al.*, 2020)

As micotoxinas, de acordo com Keller (2013), estão presentes em produtos processados a partir de produtos de origem animal contaminados, elas aparecem em carne, ovos e leite, sendo compostos de baixo peso molecular e de natureza tóxica, se ingeridos em grandes quantidades.

A formação de um ambiente anaeróbico na parte de cima do silo, diminui o risco de apresentar mofo, para isso uma boa permeabilidade e uma durabilidade de vedação precisam ser feitos com eficiência para alcançar silagens de maior qualidade principalmente após o silo aberto, auxiliando no atraso do crescimento dos mofos, tendo em vista uma silagem com maior segurança (SPADARO *et al.*, 2015)

Quando não se faz o controle correto durante o cultivo, colheita e armazenamento dos grãos, para evitar a contaminação por fungos e suas micotoxinas, os aditivos antimicotoxinas podem ser adicionados juntos à dieta com o objetivo de evitar micotoxicoses. Estes aditivos atuam formando um complexo com a micotoxina, impedindo de ser absorvida pelo animal (CARNELOSSO, 2015).

Conclusões

Conclui-se que a maioria das amostras analisadas de silagem de milho apresentaram presença de micotoxinas. No entanto, apenas 16,7% amostras apresentaram níveis mais altos que os limites aceitos pela legislação brasileira: zearalenona (3,3%), deoxivalenol (3,3%) e fumonisina (10%). Devido a isso, é necessário a orientação a partir da assistência técnica ao produtor, no sentido da produção de uma silagem de melhor qualidade, desde o cultivo, colheita, ensilagem e estocagem.

Referências Bibliográficas

CARNELOSSO, C. da R. **Efeito do uso de adsorventes de micotoxinas na dieta de vacas leiteiras em propriedades familiares do Alto Jacuí – RS**. 2015. 36f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural). Unicruz. Cruz Alta, 2015.

DHANASEKARAN, D.; SHANMUGAPRIYA, S.; THAJUDDIN, N.; PANNEERSELVAM, A. **Aflatoxins and aflatoxicosis in human and animals**. In: GONZÁLEZ, R. G. G. Aflatoxins - Biochemistry and Molecular Biology, p.221 – 254, 2011.

DIAS, A. S. Micotoxinas em produtos de origem animal. **Revista Científica de Medicina Veterinária**, v.30, ano. 10, 2018.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY - EFSA. Risks for animal health related to the presence of zearalenone and its modified forms in feed. **EFSA Journal**, v.15, n.7, p.48-51, 2017.

FREIRE, F. das C. O.; VIEIRA I. G. P.; GUEDES, M. I. F.; MENDES, F. N. P. M. Micotoxinas: importância na alimentação e na saúde humana e animal. Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos 110, 2007.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED STATES - FAO. **On-farm mycotoxin control in food and feed grain**. FAO: Roma, 2007. Acesso em: 15 set. 2020. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-a1416e.pdf>.

GONÇALVES, B. L.; CORASSIN, C. H.; OLIVEIRA, C. A. F. Mycotoxicoses in dairy cattle: a review. **Asian Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 10, n. 11, p. 752-760, 2015.

HORN, M. B. **Micotoxinas em silagens de milho do Sul do Brasil e metodologia analítica para aflatoxinas por espectroscopia de infravermelho próximo em milho**. 2013. 122f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2013.

KELLER, K. M. **Estudo sobre a contaminação com espécies toxígenas, potencialmente produtoras de micotoxinas, em rações destinadas à alimentação de equinos**. 2009. 75f. Dissertação (Mestrado em Ciências). 2009.

KELLER, L. A. M. **Contaminação fúngica toxígena e qualidade micotoxicológica de silagens destinadas a alimentação de bovinos no estado de São Paulo**. 2013. 180f. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2013.

KEMBOI, D. C.; ANTONISSEN, G.; OCHIENG, P. E.; CROUBELS, S.; OKOTH, S.; KANGETHE, E. K.; FAAS, J.; LINDAHL, J. F.; GATHUMBI, J. K. A review of the impact of mycotoxins on dairy cattle health: challenges for food safety and dairy production in Sub-Saharan Africa. **MPDI Journals**, ed. 12, p. 222. 2020.

LAURAIN, J. Quality silage and contamination by mycotoxins. **International Dairy Topics**, v. 18, n. 6., p. 13-14. 2019.

MAPA – Ministério da Agricultura. Portaria MA/SNAD/SFA No. 07, de 755 09/11/88 – publicada no Diário Oficial da União de 09 de novembro de 1988 – 756, Seção I, página 21.968, 1988.

MOTTA, T. P.; FRIZZARIN, A.; MARTINS, T.; MIRANDA, M. S.; ARCARO, J. R. P.; ABRÓSIO, L. A.; POZZI, C. R. Estudo sobre a ocorrência de fungos e aflatoxina B₁ na dieta de bovinos leiteiros em São Paulo. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 35, n. 1, p. 23-28, 2015.

NOVINSKI, C. O. **Composição de micotoxinas e bromatologia de silagens de milho em silos de grande porte utilizando imagens em infravermelho**. 2013. 123f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2013.

OLIVEIRA, M. S. **Validação de metodologia analítica para análise de aflatoxina M₁ e sua ocorrência em leite bovino comercializado no sul do Brasil**. 2010. 107f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2010.

SCHWARZER, K. **Harmful effects of mycotoxins on animal physiology**. 17th Annual ASAIM SEA Feed Technology and Nutrition Workshop, 2009.

SPADARO, D.; BUSTOS – LOPEZ, M. P.; GULLINO, M. L.; PIANO, S.; TABACCO, E.; BORREANI, G. Evolution of fungal populations in corn silage conserved under polyethylene or biodegradable films. **Journal of Applied Microbiology**, v. 119, n. 2, p. 510-520, 2015.

TOLEDO, E. A. de. **Quantificação de micotoxinas e análise bromatológica de silagens de milho na microrregião geográfica Apucarana, no norte do Paraná**. 2018. 73f. Dissertação (Mestrado em Saúde e Nutrição de Ruminantes). UNOPAR, Arapongas, 2018.

TRAYLOR, S. **Fumonisin in animal feeds and animal feed ingredients**. Division of regulatory services, College of Agriculture, Food and Environment, University of Kentucky, Rev., n. 12, 2003. Acesso em: 12 ago. 2022. Disponível em: http://www.rs.uky.edu/regulatory/feed/regulatory_articles/Fumonisin%20in%20Animal%20Feeds.pdf.

VOSS, K. A.; SMITH, G. W.; HASCHEK, W. M. Fumonisin: toxicokinetics, mechanism of action and toxicity. **Animal Feed Science and Technology**, v. 137, n. 3-4, p. 299-325, 2007.