

OCORRÊNCIA DE MICOTOXINAS EM FARELOS DE SOJA, TRIGO E SORGO NO BRASIL NOS ANOS DE 2016 E 2017

I.F. Weber¹, V.Feddern², O.F.V. Vieira³, J.C. Vieira³, G.J.M.M. de Lima²

1 - Universidade do Contestado, UnC, Victor Sopesla, 3000 – CEP: 89700-000 – Concórdia – SC – Brasil, Telefone: 55 (49) 3441-1000 – e-mail: indianarafabiolaweber@hotmail.com

2 - Embrapa Suínos e Aves – BR 153, km 110 – CEP: 89715-899 – Concórdia – SC – Brasil, Telefone: 55 (49) 3441-0400 – Fax: 55 (49) 3441-0497 – e-mail: vivian.feddern@embrapa.br; gustavo.lima@embrapa.br

3 - CBO Análises Laboratoriais – Av. Arquiteto Clayton Alves Corrêa, 327 – CEP: 13279-071 – Valinhos – SP – Brasil, Telefone: 55 (19) 3790-1500 – e-mail: oneida@labcbo.com; clovis@labcbo.com

RESUMO – Os farelos de trigo, soja e o sorgo são importantes matérias-primas que compõe a dieta de aves e suínos. Devido às condições de produção, colheita, processamento e armazenamento, há possibilidade da ocorrência de micotoxinas nos farelos e grãos destinados ao consumo animal. Para avaliar a segurança destas matérias-primas, foram realizadas 586 determinações micotoxicológicas de aflatoxinas, fumonisinas, ocratoxina, zearalenona e tricotecenos (deoxinivalenol e T2), em 2016/2017, procedentes de diferentes regiões brasileiras. As micotoxinas foram determinadas por ELISA. A concentração máxima encontrada, considerando as três matérias-primas avaliadas foi 6,4 ppb (aflatoxinas), 1,89 ppm (fumonisinas), 3 ppb (ocratoxina), 1,54 ppm (zearalenona), 5,56 ppm (deoxinivalenol) e 145 ppb (toxina T2). Os limites de detecção (LD) foram, respectivamente 1 ppb, 0,2 ppm, 2 ppb, 20 ppb, 0,2 ppm e 10 ppb. A maioria das análises esteve abaixo do limite máximo tolerável (LMT; 54,8%) ou LD (39,4%), enquanto que apenas 5,8% estiveram acima do LMT.

ABSTRACT – Wheat and soybean meal, as well as sorghum are important ingredients used in poultry and swine diets. Due to favorable conditions during production, harvesting, processing and storage, the possibility of mycotoxin occurrence in the final meal is high. In order to evaluate the safety of these ingredients, 586 mycotoxicological determinations of aflatoxins, fumonisins, ochratoxin, zearalenone and trichothecenes (deoxynivalenol and T2) from different Brazilian regions were carried out in 2016 and 2017. Mycotoxins were determined by ELISA. The maximum concentration found, considering the three raw materials evaluated was 6.4 ppb (aflatoxins), 1.89 ppm (fumonisins), 3 ppb (ochratoxin), 1.54 ppm (zearalenone), 5.56 ppm (deoxynivalenol) and 145 ppb (T2 toxin). The detection limits were, respectively 1 ppb, 0.2 ppm, 2 ppb, 20 ppb, 0.2 ppm and 10 ppb. The majority of the analyzed samples were either below the detection limit (39.4%) or maximum tolerable limit (54.8%), while only 5.8% exceeded this limit.

PALAVRAS-CHAVE: aflatoxinas; fumonisinas, ocratoxina, zearalenona, tricotecenos.

KEYWORDS: aflatoxin; fumonisin, ochratoxin, zearalenone, trichothecenes.



6º Simpósio de Segurança Alimentar

Desvendando Mitos

15 a 18 de maio de 2018

FAURGS • Gramado • RS

1. INTRODUÇÃO

As micotoxinas, metabólitos secundários produzidos por fungos, durante a produção e armazenamento de grãos, podem ser tóxicas para humanos, animais e plantas (Feddern et al., 2013). Perdas econômicas e preocupações com a saúde humana e animal devido à presença de micotoxinas existem em todos os níveis, tanto na produção de alimentos, como de rações (Luo et al., 2018). Assim, é imprescindível o monitoramento e o controle dos alimentos.

Dentre as micotoxinas mais tóxicas e cancerígenas estão as aflatoxinas (Dors et al., 2011) que alteram o DNA (Belitz et al., 2009). A aflatoxina B1 e a ocratoxina A (OTA) ocorrem com maior frequência e são de alta toxicidade, sendo nefrotóxica, carcinogênica e teratogênica (Gupta et al., 2017). A OTA é produzida por várias espécies de fungos do gênero *Aspergillus* e *Penicillium* (Calado et al., 2018). A contaminação está presente principalmente em cereais, café, pão e sumo de uva (Maziero e Bersot, 2010). Quando os animais ingerem esta micotoxina através de ração contaminada, a mesma pode ser transferida aos humanos por meio do leite, sangue, músculos, fígado, rins e tecido adiposo de suínos e outras espécies animais (Belitz et al., 2009; Calado et al., 2018). Por outro lado, a zearalenona (ZEA) pode causar distúrbios reprodutivos e síndromes hiperestrogênicas (Xu et al., 2016).

Os tricotecenos deoxinivalenol (DON) e as toxinas T2 são amplamente encontrados em grãos; produzidos por diversas espécies de fungos do gênero *Fusarium* (Santurio, 2000). Além de intoxicar animais, quando ingeridas (Badiale-Furlong, 1992), inibem a síntese de proteínas, de DNA e RNA, além de causar efeitos imunossupressores e hemorrágicos (Kiessling, 1986).

As fumonisinas pertencem a um grande grupo de micotoxinas produzidas por fungos do gênero *Fusarium*, principalmente *moniliforme* e *Alternaria* spp., encontradas em milho (Nelson et al., 1991). A contaminação de cereais e alimentos geralmente é decorrente da incidência de fungos toxigênicos no período pré-colheita. A fumonisina B1 representa cerca de 70% da contaminação dos alimentos; sua toxicidade induz edema pulmonar em suínos, diminuição do ganho de peso em frangos e aumento de peso no fígado, proventrículo e moela, além de estar correlacionada com o aumento do risco de câncer do esôfago em humanos que consumiram milho contaminado (Maziero e Bersot, 2010; Santurio, 2000).

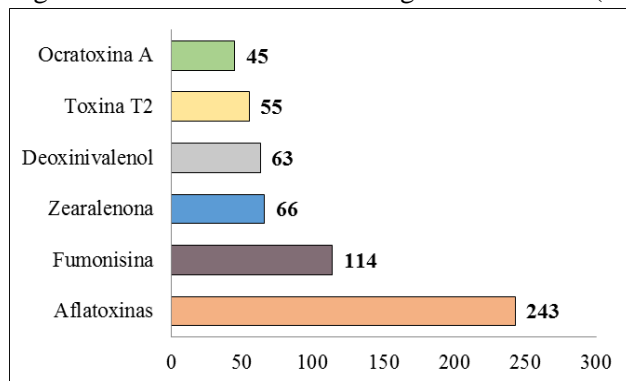
Desta forma, o presente trabalho visou quantificar a ocorrência das principais micotoxinas em farelos de soja e trigo, bem como sorgo e verificar se apresentam risco à saúde humana e animal.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O monitoramento foi realizado pelo CBO Análises Laboratoriais, que é um laboratório de controle de qualidade de alimentos, localizado em Valinhos, SP. As amostras de farelo de soja, farelo de trigo e sorgo foram recebidas e armazenadas a -20 °C até o momento da análise. Foram realizadas 586 análises micotoxicológicas destas matérias-primas com relação às seguintes micotoxinas: aflatoxinas, tricotecenos deoxinivalenol e T2, fumonisina, ocratoxina e zearalenona, distribuídas de acordo com a Figura 1 (%).

Para obter os extratos a partir das amostras de farelos e sorgo, foi utilizado o método indicado pelo fabricante dos kits rápidos ELISA (Romer Labs). As amostras foram pesadas (20 g), extraídas com 50 mL de solução (álcool metílico 70%), processadas em liquidificador por 3 minutos. O extrato foi filtrado em papel qualitativo, estando pronto para a aplicação nos kits.

Figura 1 – Análises micotoxicológicas realizadas (2016-2017).



3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados (Tabela 1) das 586 análises micotoxicológicas de amostras oriundas de diferentes regiões brasileiras durante dois anos, mostraram que 231 estiveram abaixo do limite de detecção do método, correspondendo a 39,4% e 321 análises (54,8%) detectaram micotoxinas abaixo do limite máximo tolerável (LMT), enquanto que 5,8% estiveram acima do LMT.

Para frangos de corte, os LMT, que não produzem alterações clínicas e de desempenho, de micotoxinas isoladas em dietas animais, compilados da literatura em saúde animal (Leeson e Summers, 2005; Zimmerman et al., 2012) são de 20 µg/kg (ppb) para aflatoxinas, 500 ppb para ZEA, 50 ppb para OTA, 5000 ppb para fumonisina, 1000 ppb para DON e 50 ppb para T2 (enquanto que para poedeiras e matrizes, o valor é 100 ppb). Para humanos, a legislação brasileira (Brasil, 2011, 2017) estabelece LMT (ppb) de 20 para OTA, 3000 para DON, 5000 para fumonisina (B1 + B2) e 40 para ZEA, em grãos de milho e outros cereais. Não há legislação específica para T2.

As concentrações de aflatoxinas (AF), que estão entre as mais tóxicas do ponto de vista da saúde humana e animal, foram no máximo 3,8 e 6,4 ppb, para os farelos de soja e trigo, respectivamente. Das análises realizadas, 83,1 e 82,4% para os farelos citados, mostraram resultados inferiores ao LMT de 20 ppb da legislação (Brasil, 2011), mostrando a boa qualidade de ambos os farelos, quanto a estas micotoxinas. Quanto ao sorgo, este apresentou resultado negativo para AF em 51,2% das análises, enquanto que 48,8% estiveram abaixo do LMT. Vale ressaltar que nenhuma análise detectou concentrações acima do LMT para nenhuma matéria-prima.

Das amostras de farelo de soja analisadas, os resultados para DON mostraram que 100% das amostras estiveram acima do LMT (1000 ppb) considerado tóxico para animais, embora para humanos o limite seja de 5000 ppb; para a toxina T2, 100% das amostras estiveram abaixo do LMT. Quanto à micotoxina DON no farelo de trigo, 16,7% dos resultados estiveram abaixo do LMT e 83,3% acima; a toxina T2 nesta matéria-prima foi detectada, porém 60% se mantiveram dentro do LMT, 20% acima do limite, e 20% abaixo do LD. No sorgo, 6,3% e 60,6% para DON e T2, respectivamente, estiveram abaixo do LD; enquanto que 81,2% e 39,4% estiveram abaixo do LMT; 12,5% e 0% acima do LMT.

O DON causa várias doenças em humanos e animais, tais como êmese, diarreia, anorexia, imunotoxicidade, distúrbios hematológicos, desenvolvimento fetal comprometido em várias espécies animais (Yu et al., 2017). As aves são capazes de tolerar concentrações relativamente altas de DON na dieta e baixas de T2. A literatura afirma que rações contaminadas com DON (0,35 a 8,0 ppm) não causaram problemas em aves (Santurio, 2000). Em frangos de corte, foi observado (Osselaere et al., 2013) que após a administração oral de DON, T2 e ZEA, a toxina T2 foi a primeira a ser eliminada do organismo animal, em 3,9 min, seguido de DON (27,9 min) e ZEA (31,8 min).



6º Simpósio de Segurança Alimentar

Desvendando Mitos

15 a 18 de maio de 2018

FAURGS • Gramado • RS

Tabela 1 – Resultados do monitoramento de micotoxinas em farelos e sorgo no Brasil (2016-2017)*.

Micotoxinas	Farelo de soja	Farelo de trigo	Sorgo
Aflatoxinas			
ND	28 (0 ppb)	6 (0 ppb)	22 (0 ppb)
< 20 ppb	138 (1,01 < 1,80 < 3,80)	28 (1,10 < 2,60 < 6,40)	21 (1,10 < 1,60 < 3,70)
20 < ppb < 1000	0	0	0
≥ 1000 ppb	0	0	0
Total	166 (0 < 1,49 < 3,80)	34 (0 < 2,14 < 6,40)	43 (0 < 0,78 < 3,70)
Deoxinivalenol			
ND	0	0	2 (0 ppb)
≤ 1000 ppb	0	4 (310,00 < 592,50 < 920,00)	26 (240,00 < 440,00 < 920,00)
> 1000 ppb	7 (1310,00 < 1904,29 < 3720,00)	20 (1420,00 < 2528,00 < 5560,00)	4 (1270,00 < 1605,00 < 1790,00)
Total	7 (1310,00 < 1904,29 < 3720,00)	24 (310,00 < 2205,42 < 5560,00)	32 (0 < 558,13 < 1790,00)
Toxina T2			
ND	0	1 (0 ppb)	20 (0 ppb)
≤ 100 ppb	17 (24,50 < 30,32 < 38,90)	3 (11,20 < 25,20 < 37,40)	13 (10,10 < 15,49 < 27,00)
> 100 ppb	0	1 (145,60)	0
Total	17 (24,50 < 30,32 < 38,90)	5 (0 < 44,24 < 145,60)	33 (0 < 6,10 < 27,00)
Fumonisin			
ND	41 (0 ppb)	18 (0 ppb)	37 (0 ppb)
≤ 5000 ppb	3 (240,00 < 323,33 < 480,00 ppb)	11 (210,00 < 410,91 < 880,00 ppb)	4 (490,00 < 875,00 < 1890,00 ppb)
> 5000 ppb	0	0	0
Total	44 (0 < 22,05 < 480,00)	29 (0 < 155,86 < 880,00)	41 (0 < 85,37 < 1890,00)
Ocratoxina A			
ND	6 (0 ppb)	7 (0 ppb)	25 (0 ppb)
≤ 50 ppb	1 (2,70 ppb)	0	6 (2,30 < 2,72 < 3,00)
> 50 ppb	0	0	0
Total	7 (0 < 0,39 < 2,70)	7 (0 ppb)	31 (0 < 0,53 < 3,00)
Zearalenona (ZEA)			
ND	0	3 (0 ppb)	15 (0 ppb)
≤ 500 ppb	9 (27,90 < 41,46 < 75,60)	17 (29,00 < 107,77 < 316,00)	20 (20,20 < 29,53 < 68,60)
> 500 ppb	0	1 (766,40)	1 (1540,70)
Total	9 (27,90 < 41,46 < 75,60)	21 (0 < 123,74 < 766,40)	36 (0 < 61,98 < 1540,70)

ND = não detectado; * Número de amostras (concentração mínima < média < máxima em ppb).



6º Simpósio de Segurança Alimentar

Desvendando Mitos

15 a 18 de maio de 2018

FAURGS • Gramado • RS

Quanto à fumonisina, a maioria das análises mostrou resultados abaixo do LD: 93,2%, 62,1% e 90,3% respectivamente quanto ao farelo de soja, trigo e sorgo, respectivamente. Nenhuma análise mostrou resultados acima do LMT. Segundo Maziero e Bersot (2010), a fumonisina pode causar câncer no esôfago, em humanos e leucoencefalomalacia em equinos, podendo ser fatal. A OTA foi detectada apenas no farelo de soja (14,3%) e no sorgo (19,4%) abaixo do LMT. Nenhuma análise apresentou resultados acima do LMT, sendo que a maioria apresentou resultados abaixo do LD: 85,7% para farelo de soja, 100% para farelo de trigo e 80,6% para sorgo. Estes resultados abaixo do LMT são muito importantes, uma vez que esta micotoxina é uma das mais encontradas na natureza e tóxicas.

Por fim, 100% das análises de zearalenona tiveram valores abaixo do LMT para farelo de soja, sendo que a maioria das análises para farelo de trigo (80,9%) e sorgo (55,6%), também estiveram abaixo do LMT. O farelo de trigo apresentou 4,8% das análises acima do LMT e 14,3% abaixo do LD; enquanto que os números para o sorgo foram, respectivamente 2,8% e 41,6%. A zearalenona é frequentemente encontrada em sorgo, porém em baixas concentrações.

5. CONCLUSÕES

As análises micotoxicológicas de farelos de soja, trigo e sorgo, realizadas em 2016 e 2017, mostraram que apenas 5,8% das amostras avaliadas tiveram concentrações acima do limite máximo tolerável, que causaria prejuízo à saúde dos animais ou humana.

A micotoxina deoxinivalenol (DON) foi a mais frequentemente encontrada acima dos limites máximos toleráveis nos farelos de soja e de trigo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Badiale-Furlong, E. (1992). *Tricotecenos em trigo: Um estudo de metodologia analítica, incidência, contaminação simultânea por outras micotoxinas e de alguns fatores que influem na produção no campo*. (Tese de Doutorado), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.
- Belitz, H.-D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2009). *Food Chemistry* (4. ed.). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Brasil. (2011). Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC N° 7, de 18 de fevereiro de 2011. *Dispõe sobre limites máximos tolerados (LMT) para micotoxinas em alimentos*.
- Brasil. (2017). Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC N° 138, de 8 de fevereiro de 2017. *Dispõe sobre limites máximos tolerados (LMT) para micotoxinas em alimentos*.
- Calado, T., Fernández-Cruz, M. L., Cabo Verde, S., Venâncio, A., & Abrunhosa, L. (2018). Gamma irradiation effects on ochratoxin A: Degradation, cytotoxicity and application in food. *Food Chemistry*, 240, 463–471.
- Dors, G. C., Caldas, S. S., Feddern, V., Bemvenuti, R. H., Hackbart, H. C. S., Souza, M. M., Oliveira, M. S., Garda-Bufferon, J., Primel, E. G., & Badiale-Furlong, E. (2011). Aflatoxins: Contamination, analysis and control. In R. G. Guevara-Gonzalez (Ed.), *Aflatoxins - Biochemistry and molecular biology* (1. ed., pp. 415–438). Rijeka, Croatia: InTech.
- Feddern, V., C., G., Tavernari, F. de C., Mazzuco, H., Cunha, A., Krabbe, E. L., & Scheuermann, G. N. (2013). Aflatoxins importance on animal nutrition. In M. Razzaghi-Abyaneh (Ed.), *Aflatoxins - Recent advances and future prospects* (1. ed., pp. 171–195). Rijeka, Croatia: InTech.
- Gupta, R. C., Lasher, M. A., Mukherjee, I. R. M., Srivastava, A., & Lall, R. (2017). Aflatoxins, ochratoxins, and citrinin. In R. C. Gupta (Ed.), *Reproductive and Developmental Toxicology* (2. ed.,



6º Simpósio de Segurança Alimentar

Desvendando Mitos

15 a 18 de maio de 2018

FAURGS • Gramado • RS

pp. 945–962). Cambridge, Massachusetts: Academic Press.

Kiessling, K. H. (1986). Biochemical mechanism of action of mycotoxins. *Pure & Applied Chemistry*, 58(2), 327–338.

Leeson, S., & Summers, J. D. (2005). *Commercial Poultry Nutrition* (3. ed.). Guelph, Ontario: Nottingham University Press.

Luo, Y., Liu, X., & Li, J. (2018). Updating techniques on controlling mycotoxins - A review. *Food Control*, (in press).

Marin, D. E., Pistol, G. C., Gras, M. A., Palade, M. L., & Taranu, I. (2017). Comparative effect of ochratoxin A on inflammation and oxidative stress parameters in gut and kidney of piglets. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 89, 224–231.

Maziero, M. T., & Bersot, L. S. (2010). Micotoxinas em alimentos produzidos no Brasil. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 12(1), 89–99.

Nelson, P. E., Plattner, R. D., Shackelford, D. D., & Desjardins, A. E. (1991). Production of fumonisins by *Fusarium moniliforme* strains from various substrates and geographic areas. *Applied and Environmental Microbiology*, 57(8), 2410–2412.

Osselaere, A., Devreese, M., Goossens, J., Vandebroucke, V., De Baere, S., De Backer, P., & Croubels, S. (2013). Toxicokinetic study and absolute oral bioavailability of deoxynivalenol, T-2 toxin and zearalenone in broiler chickens. *Food and Chemical Toxicology*, 51(1), 350–355.

Santurio, J. M. (2000). Micotoxinas e micotoxicoses na avicultura. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 2(1), 1–12.

Xu, J., Wang, H., Zhu, Z., Ji, F., Yin, X., Hong, Q., & Shi, J. (2016). Isolation and characterization of *Bacillus amyloliquefaciens* ZDS-1: Exploring the degradation of zearalenone by *Bacillus* spp. *Food Control*, 68, 244–250.

Yu, M., Chen, L., Peng, Z., Nüssler, A. K., Wu, Q., Liu, L., & Yang, W. (2017). Mechanism of deoxynivalenol effects on the reproductive system and fetus malformation: Current status and future challenges. *Toxicology in Vitro*, 41, 150–158.

Zimmerman, J. J., Karriker, L. A., Ramirez, A., Schwartz, K. J., & Stevenson, G. W. (2012). *Diseases of swine*. (J. J. Zimmerman, L. A. Karriker, A. Ramirez, K. J. Schwartz, & G. W. Stevenson, Eds.) (10. ed.). Iowa, United States: Wiley-Blackwell.