

Incidência de fumonisinas totais em genótipos de sorgo

Renata Regina Pereira da Conceição², Valéria Aparecida Vieira Queiroz³, José Edson Fontes Figueiredo³, Lauro José Moreira Guimarães³, Robert Eugene Schaffert³, Priscíula Ferreira⁴.

¹Trabalho financiado pelo CNPq

²Estudante de Ciências Biológicas -UNIFEMM. Avenida Marechal Castelo Branco, 2765, Santo Antônio, Sete Lagoas, 35701-242, Minas Gerais. renataponts@yahoo.com.br. Bolsista CNPq – PIBIC.

³Pesquisador Embrapa Milho e Sorgo. Rodovia MG 424, km 45, Sete Lagoas, 35.701-970, Minas Gerais, Brasil. valeria@cnpms.embrapa.br, jeff@cnpms.embrapa.br, lauro@cnpms.embrapa.br e shaffer@cnpms.embrapa.br

⁴Estudante de Biomedicina - UNIFENAS. Rua Boaventura, 50, Universitário, Belo Horizonte, 31270-020, Minas Gerais. pris71@yahoo.com.br

Vigência da bolsa:

01 de agosto de 2011 a 31 de dezembro de 2011.

Introdução

O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) tem destaque mundial, por ser o quinto cereal mais importante, depois apenas do trigo, do arroz, do milho e da cevada (AWIKA; ROONEY, 2004). É uma planta de origem tropical, que se destaca por apresentar alto valor energético, e que consegue se desenvolver em condições desfavoráveis, como em regiões com altas temperaturas e deficiência hídrica (RIBAS, 2003).

No Brasil, a partir da década de 70 o sorgo apresentou avanços significativos (SILVA et al., 2010). Basicamente não há consumo humano deste cereal no Brasil e em alguns países, sendo cultivado praticamente para a alimentação animal (DYKES et al., 2005; TABOSA et al., 1993).

As condições climáticas tropicais, como alta temperatura, umidade, entre outras, favorecem o crescimento fúngico e a produção de micotoxinas neste cereal (BYARUHANGA; ATUKWASE, 2011). As micotoxinas são metabólitos secundários produzidos por algumas espécies dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium* (FREIRE et al., 2007), que podem causar grandes danos para a saúde pública e para a economia (KAWASHIMA, 2004). As espécies de *Fusarium* são responsáveis pela contaminação em campo, já as de *Penicillium* e *Aspergillus* são normalmente encontradas em produtos durante a secagem e o armazenamento (HERMANNNS et al., 2006).

As fumonisinas são produzidas principalmente pela espécie *Fusarium verticillioides* (REIS et al., 2010). As fumonisinas B₁, B₂ e B₃ são as mais comuns, sendo a B₁ a mais

importante devido ao seu alto grau de toxidez e frequência (KAWASHIMA, 2004). A ingestão de produtos à base de grãos contaminados com fumonisinas pode causar sérios danos à saúde animal e humana. Por possuírem estruturas semelhantes aos precursores dos esfingolipídeos, as fumonisinas podem alterar funções celulares importantes, como: controle da integridade da membrana, proliferação celular, diferenciação e apoptose (TURNER et al., 1999; ROCHA, 2010). Além disso, essas micotoxinas são conhecidas por causarem leucoencefalomalácia em equinos, edemas pulmonares em suínos e câncer de esôfago em humanos, sendo este último com maior frequência na África do Sul (JAY, 2005).

Nesse contexto, Byaruhanga e Atukwase (2011) sugerem que a incidência, a extensão e o risco da contaminação de sorgo com micotoxinas devem ser estudadas a fim de se obter estratégias de descontaminação, prevenção e melhoramento da resistência do grão visto que esse cereal tem sido amplamente utilizado na alimentação animal e seu consumo incentivado na alimentação humana no Brasil (QUEIROZ et al., 2009).

Existe relato de que o problema com micotoxinas é bem menos intenso na cultura do sorgo quando comparado com o milho, podendo aquele cereal ser uma alternativa para uso na alimentação humana com impacto na segurança alimentar. As fumonisinas não têm sido encontradas em quantidades significativas em sorgo e as aflatoxinas, encontradas em altos níveis, em milho armazenado em condições inadequadas de umidade, ocorrem com menor intensidade em sorgo, sob as mesmas condições de armazenamento (WANISKA, 2000). Proteínas que inibem o crescimento de fungos têm sido identificadas em extratos de grãos de sorgo (KUMARI et al., 2006; KIL et al., 2009). Isaacson (2005) relata que a substituição, ao longo dos últimos anos, da dieta tradicional à base de sorgo por milho por parte de negros da África do Sul foi a causa de uma epidemia de carcinoma de esôfago. Segundo o autor, fungos do gênero *Fusarium* crescem duas vezes menos em sorgo em relação ao milho, o que o preserva da contaminação com fumonisinas. As fumonisinas promovem a síntese de nitrosaminas cancerígenas, as quais estão relacionadas com a proliferação de células de carcinoma de esôfago.

Assim, devido ao grave risco das fumonisinas para a saúde animal e humana e à possibilidade do sorgo possuir maior resistência à contaminação com micotoxinas, o presente trabalho objetivou avaliar a incidência de fumonisinas totais em diferentes genótipos de sorgo.

Material e Métodos

Foram utilizados os genótipos de sorgo granífero SC328, SC1155, SC562, SC598, Ajabsido, SC757, SC441, SC192, TX2911, e SC465, os quais foram cultivados em três ambientes distintos nos campos experimentais da Embrapa Milho e Sorgo, localizados em Nova Porteirinha (ambientes 1 e 2) e Sete Lagoas (ambiente 3) – MG.

O plantio dos grãos de sorgo nos ambientes 1 e 2 foi realizado no dia 23/06/2010, sendo que, para estes, foram utilizados os 10 genótipos de sorgo, com delineamento em blocos ao acaso com três repetições. As parcelas experimentais foram compostas por duas fileiras de três metros, com espaçamento de 0,50 metros entre linhas. No ambiente 1 utilizou-se apenas 2 repetições, sem estresse hídrico. No ambiente 2, a irrigação foi cortada no início do florescimento, após 50 dias do plantio, para induzir estresse hídrico. A colheita dos experimentos se deu em outubro de 2010. No ambiente 3, o plantio do ensaio foi no dia 15/03/2010, com apenas 7 genótipos de sorgo (SC328, SC1155, SC562, Ajabsido, SC757, SC192, SC465), apenas sem estresse hídrico. O experimento no ambiente 3 seguiu as mesmas condições relatadas para os ambientes 1 e 2, e a colheita aconteceu em agosto de 2010.

Após a colheita, os grãos de sorgo foram levados para o Laboratório de Segurança Alimentar para as análises dos teores de fumonisinas totais. Com a finalidade de homogeneizar o teor de água das amostras, os grãos foram previamente secos em estufa marca FANEM – modelo 520/3-A, a 65 °C por 96 horas. Em seguida, foram moídos em moinho marca IKA - modelo A11 basic, e armazenados a -18 °C até o dia da análise. Para análise pesou-se 10 g de amostra moída, e 1 g de NaCl. Acrescentou-se 20mL de Metanol 80%. As amostras foram levadas para extração em mesa agitadora (Nova Ética, modelo 109), por 2 minutos, e após filtradas em papel qualitativo para retirada de impurezas, retirou-se uma alíquota de 5 mL da amostra e adicionou-se 20mL de PBS TWEEN – solução tampão, e filtrou-se em filtro de microfibras, as amostras foram purificadas em Colunas de imunoafinidade Fumonitest[®]. Os teores de fumonisinas totais foram determinados em fluorímetro VICAM[®], de acordo com os procedimentos do manual.

Os resultados foram submetidos à análise de variância em blocos incompletos. Dessa forma, as análises foram realizadas utilizando-se o pacote computacional “PROC GLM – SAS”. As médias foram comparadas pelo Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

De acordo com a análise de variância não houve efeito significativo ($p < 0,05$) do fator ambiente sobre os teores de fumonisinas totais, entretanto, evidenciou-se efeito significativo do genótipo e da interação genótipo X ambiente sobre essa variável. Assim, a média dos teores de fumonisinas dos diferentes genótipos de sorgo foi comparada dentro de cada ambiente.

Tabela 1 - Teores de fumonisinas totais ($\mu\text{g kg}^{-1}$) em grãos de sorgo cultivados em três ambientes.

	Genótipo	Nova Porteirinha sem estresse hídrico		Nova Porteirinha com estresse hídrico		Sete Lagoas sem estresse hídrico	
1	SC328	0	A**	0	C	553	A
2	SC1155	207	A	0	C	164	A
3	SC562	90	A	0	C	0	A
4	SC598	158	A	38	BC	-*	A
5	Ajabsido	0	A	190	ABC	42	A
6	SC757	57	A	190	ABC	187	A
7	SC441	360	A	203	ABC	-*	A
8	SC192	8	A	260	AB	29	A
9	TX2911	240	A	300	A	-*	A
10	SC465	313	A	303	A	0	A

**Valores seguidos de mesma letra na coluna não diferem entre si em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

*Genótipo não avaliado

Foi detectada presença de fumonisinas totais em 20 amostras (74,1%) das 27 analisadas, com níveis variando entre 0 e 553 $\mu\text{g kg}^{-1}$ (Tabela 3). Apesar de ter sido observado

alto índice de contaminação por fumonisinas nas amostras, os valores encontram-se abaixo dos limites estabelecido pela União Europeia, de 4000 $\mu\text{g kg}^{-1}$ para grãos de milho não processados e de 1000 $\mu\text{g kg}^{-1}$ para consumo humano (COMMISSION..., 2007). Não foram encontrados na literatura limites para teores de fumonisinas em sorgo, apenas para aflatoxinas em alguns países, devido a esse fato, foi utilizado o limite estabelecido para milho já que esse possui composição química semelhante ao sorgo.

Em Nova Porteirinha e Sete Lagoas, sem estresse hídrico, os níveis de fumonisina variaram de 0 a 360 $\mu\text{g kg}^{-1}$, 0 a 553 $\mu\text{g kg}^{-1}$, respectivamente, porém, não houve diferença estatisticamente entre os genótipos.

Em Nova Porteirinha, com estresse hídrico, os teores variaram entre 0 e 303 $\mu\text{g kg}^{-1}$, verificou-se diferença significativa entre os genótipos SC328, SC1155 e SC562 (zero) e os genótipos SC192, Tx2911 e SC465 (260 a 303 $\mu\text{g kg}^{-1}$).

Reis et al. (2010) analisaram 50 amostras de sorgo, no município de Nova Odessa, Estado de São Paulo. Dessas, 19 (38%) apresentaram presença de fumonisinas B₁, com níveis de contaminação de 50 a 368,78 $\mu\text{g kg}^{-1}$, corroborando com os valores aqui apresentados. Os baixos níveis de fumonisinas em amostras de sorgo, encontrados nesses trabalhos, confirmam os relatos de Waniska (2000) de que o sorgo é menos suscetível à contaminação por micotoxinas que o milho. No entanto, embora os resultados encontrados nesse trabalho apontem para baixos teores de fumonisinas em sorgo, é de grande importância a continuidade de trabalhos visando a rastreabilidade de micotoxinas nesse cereal visto que sua produção no Brasil vem crescendo tanto para consumo animal quanto para humano.

Conclusões

Embora 74,1% das amostras tenham apresentado contaminação com fumonisinas, os teores detectados não comprometem a saúde animal e humana.

O sorgo tem potencial para uso na alimentação humana no Brasil com impacto na segurança alimentar.

Produção intelectual e participação em eventos/cursos

QUEIROZ, V. A. V.; ALVES, G. L. O.; FERREIRA, P.; CONCEIÇÃO, R. R. P.; MENDES, S. M.; COSTA, R. V.; RIBEIRO, P. E. A. Fumonins incidence in maize stored in family farms cribs in the Central Region of the State of Minas Gerais. In: CIOSTA CIGR V CONFERENCE, 34., 2011, Viena. **Efficient and safe production processes in sustainable agriculture and forestry**: [proceedings]. Viena: University of Natural Resources and Applied Life Sciences, 2011. p. 116-118.

CONCEIÇÃO, R. R. P. da; QUEIROZ, V. A. V.; MENDES, S. M.; COSTA, R. V. da; FERREIRA, P.; ALVES, G. L. O. Ocorrência de fumonisinas totais em milho Bt e com aplicação de inseticidas. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 21, n. 2, ago. 2011. Edição dos Anais do XVII Congresso Brasileiro de Sementes, Natal, 2011.

FERREIRA, P.; QUEIROZ, V. A. V.; COSTA, R. V. da; CONCEIÇÃO, R. R. P. da; GUIMARAES, L. J.; ALVES, G. L. O. Eficiência da utilização de fungicida na incidência de fumonisinas totais na cultura do milho. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 21, n. 2, ago. 2011. Edição dos Anais do XVII Congresso Brasileiro de Sementes, Natal, 2011.

CONCEICAO, R. R. P. da; QUEIROZ, V. A. V.; SARAIVA, J. S. C.; ALVES, G. L. de O.; FERREIRA, P.; MENDES, S. M.; COSTA, R. V. da Teores de ocratoxinas em milho armazenado com palha na região Central de Minas Gerais. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA DO CARTUCHO, 4., 2010, Goiânia. **Potencialidades, desafios e sustentabilidade**: resumos expandidos... Goiânia: ABMS, 2010. 1 CD-ROM

ALVES, G. L. de O.; QUEIROZ, V. A. V.; SARAIVA, J. S. C.; FERREIRA, P.; CONCEICAO, R. R. P. da; MARTINS, S. M.; COSTA, R. V. da; SIMEONE, M. L. F. Ocorrência de zearalenona em milho armazenado por agricultores familiares da região Central de Minas Gerais. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA DO CARTUCHO, 4., 2010, Goiânia. **Potencialidades, desafios e sustentabilidade**: resumos expandidos... Goiânia: ABMS, 2010. 1 CD-ROM.

FERREIRA, P.; QUEIROZ, V. A. V.; ALVES, G. L. de O.; SARAIVA, J. S. C.; CONCEICAO, R. R. P.; MENDES, S. M.; COSTA, R. V. da; GUIMARAES, L. J. M.; RIBEIRO, P. E. de A. Teores de aflatoxinas totais em milho armazenado em paióis da região Central de Minas Gerais. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA DO CARTUCHO, 4., 2010, Goiânia. **Potencialidades, desafios e sustentabilidade**: resumos expandidos... Goiânia: ABMS, 2010. 1 CD-ROM.

Referências

ALMEIDA FILHO, J. E.; TARDIN, F. D.; SOUZA, S. A.; GODINHO, V. P. C.; CARDOSO, M. J. Desempenho agrônômico e estabilidade fenotípica de híbridos de sorgo granífero. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 9, n. 1, p. 51-64, 2010.

AWIKA, J. M.; ROONEY, L. W. Sorghum phytochemicals and their potential aspects on human health. **Phytochemistry**, Elmsford, v. 65, p. 1199-1221, 2004.

BYARUHANGA, Y. B.; ATUKWASE, A. Risk of mycotoxins in sorghum and millet grains. In: TAYLOR, J.; STADING, M. (Ed.). **Traditional grains review**. [S.l: s.n.], [2011?]. Disponível em: <http://www.sik.se/traditionalgrains/workshop/proceedings/Yusuf_Byaruhanga_proc.pdf>. Acesso em: 20 set. 2011.

COMMISSION Regulation (EC) n° 1126/2007 of 28 september 2007 amending Regulation (EC) n° 1881/2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs as regards Fusarium toxins in maize and maize products. **Official Journal of the European Union**, p. L255/14-L255/17, 29 Sept. 2007.

DYKES, L.; ROONEY, L. W.; WANISKA, R. D.; ROONEY, W. L. Phenolic compounds and antioxidant activity of sorghum grains of varying genotypes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 53, n. 17, p. 6813-6818, 2005.

FREIRE, F. das C. O.; VIEIRA, I. G. P.; GUEDES, M. I. F.; MENDES, F. N. P. **Micotoxinas: importância na alimentação e na saúde humana e animal.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2007. 48 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 110).

HERMANN, G.; PINTO, F. T.; KITAZAWA, S. E.; NOLL, I. B. Fungos e fumonisinas no período pré-colheita do milho. **Ciência e Tecnologia Alimentos**, Campinas, v. 26, p. 7-10, 2006.

ISAACSON, C. The change of the staple diet of black South Africans from sorghum to maize (corn) is the cause of the epidemic of squamous carcinoma of the oesophagus. **Medical Hypotheses**, v. 64, p. 658-660, 2005.

JAY, J. M. **Microbiologia de alimentos.** 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 711 p.

KAWASHIMA, L. M. **Micotoxinas em alimentos e bebidas nacionais produzidos e comercializados em diferentes regiões do Brasil.** 2004. 110 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

KIL, H. Y.; SEONG, E. S.; GHIMIRE, B. K.; CHUNG, I.; KWON, S. S.; GOH, E. J.; HEO, K.; KIM, M. J.; LIM, J. D.; LEE, D.; YU, C. Y. Antioxidant and antimicrobial activities of crude sorghum extract. **Food Chemistry**, Essex, v. 115, p. 1234-1239, 2009.

KUMARI, R. S.; CHANDRASHEKAR, A.; SHETTY, H. S. Antifungal proteins from sorghum endosperm and their effects on fungal mycelium. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 66, p. 121- 127, 2006.

QUEIROZ, V. A. V.; VIZZOTTO, M.; CARVALHO, C. W. P.; MARTINO, H. S. D. **O sorgo na alimentação humana.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 19 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 133).

REIS, T. A.; ZORZETE, P.; POZZI, C. R.; SILVA, V. N.; ORTEGA, E.; CORRÊA, B. Mycoflora and fumonisin contamination in Brazilian sorghum from sowing to harvest. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 90, p. 1445-1451, 2010.

RIBAS, P.M. **Sorgo: introdução e importância.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 16 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 26).

ROCHA, L. O. **Distribuição de fungos e micotoxinas em grãos de milho recém colhidos e variabilidade das cepas de *Fusarium verticillioides* e *Aspergillus flavus* isoladas.** 2010. 174 f. Tese (Doutorado em Microbiologia) - Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SILVA, R. N. O.; ARNHOLD, E.; ARAÚJO, B. L.; OLIVEIRA, G. H. F.; COSTA, J. R. F.; OLIVEIRA JUNIOR, E. A.; LIMA, C. F. Comportamento agrônomico de cultivares de sorgo granífero avaliados em safrinha. **Revista Trópica - Ciências Agrárias e Biológicas** v. 4, n. 3, p. 39, 2010.

TABOSA, J. N.; FRANÇA, J. G. E. de; SANTOS, J. P. O.; MACIEL, G. A.; LIRA, M. de A.; ARAÚJO, M. R. A. de; GUERRA, N. B. Teste em linhas de sorgo no semi-árido de

Pernambuco para consumo humano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 12, p. 1385-1390, 1993.

TURNER, P. C.; NIKIEMA, P.; WILD, C. P. Fumonisin contamination of food: progress in development of biomarkers to better assess human health risks. **Mutation Research**, Amsterdam, v. 443, p. 81-93, 1999.

WANISKA, R. D. Structure, phenolic compounds, and antifungal proteins of sorghum caryopses. In: CHANDRASHEKAR, A.; BANDYOPADHYAY, R.; HALL, A. J. (Ed.). **Technical and institutional options for sorghum grain mold management**: proceedings of an international consultation. Patancheru: ICRISAT, 2000. Disponível em: <<http://www.icrisat.org/text/research/grep/homepage/sgmm/chapter4.htm>>. Acesso em: 01 jun. 2011.