

## Efeito de níveis de nitrogênio e genótipos de milho sobre o acúmulo de fumonisina

Douglas Ferreira Parreira<sup>(1)</sup>; Rodrigo Véras da Costa<sup>(2)</sup>; Valeria Aparecida Vieira Queiroz<sup>(3)</sup>; Dagma Dionisia da Silva<sup>(4)</sup>; Luciano Viana Cota<sup>(5)</sup>; Laercio Zambolim<sup>(6)</sup>, Lauro José Moreira Guimarães<sup>(7)</sup>.

<sup>(1)</sup>Bolsista de Pós Doutorado (PDJ) do CNPq, Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa / Embrapa Milho e Sorgo, Viçosa, Minas Gerais; e-mail: douglas2002ufv@yahoo.com.br ; <sup>(2)</sup>Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, Minas Gerais; e-mail: rodrigo.veras@embrapa.br; <sup>(3)</sup>Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; e-mail: valeria.vieira@embrapa.br; <sup>(4)</sup>Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; e-mail: dagma.silva@embrapa.br; <sup>(5)</sup>Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; e-mail: luciano.cota@embrapa.br ; <sup>(6)</sup>Professor do Departamento de Fitopatologia, UFV; e-mail: zambolim@ufv.br . <sup>(7)</sup>Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; e-mail: lauro.guimaraes@embrapa.br.

**RESUMO:** O milho é uma das principais culturas agrícolas no Brasil e possui grande propensão à contaminação por fungos toxigênicos. As fumonisinias estão entre as micotoxinas que podem estar presentes nos grãos de milho, sendo moléculas muito estáveis aos tratamentos de detoxificação tradicionais. Este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes doses de N e o efeito de diferentes genótipos de milho sobre acúmulo de fumonisinias totais (FT) e a incidência de *Fusarium* em grãos de milho em três ensaios. Foi encontrado efeito significativo de N onde as menores concentrações de FT ocorreram nos tratamentos com as maiores doses deste nutriente. Para efeito de genótipos de milho foi encontrada diferença para incidência de *Fusarium* apenas no primeiro ensaio. Os teores de fumonisinias variaram entre 0,49 e 6,45 ppm, portanto, o uso de adubações nitrogenadas adequadas e a escolha de genótipos de milho menos susceptíveis são estratégias viáveis para a melhoria da qualidade do milho produzido.

**Termos de indexação:** *Fusarium*, manejo integrado.

### INTRODUÇÃO

Normalmente o milho é cultivado em sistema de sucessão com uma ou duas culturas diferentes e, no caso do Brasil, na maioria das regiões produtoras, tem sido utilizada, nos últimos anos, a sucessão soja-milho no sistema de plantio direto. Como resultado, os campos de milho são

estabelecidos sobre resíduos da cultura, entrando em contato direto com fontes de inóculo de *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenberg, uma das principais espécies produtoras de fumonisinias (MUNKVOLD, 2003). Um dos complicadores quanto à presença de fumonisinias se deve ao fato de serem moléculas muito estáveis, e as técnicas tradicionais de processamento para alimentos e rações serem ineficientes para sua remoção (MYLONA et al., 2012).

A adubação nitrogenada influencia o desenvolvimento da planta e correlações positivas já foram encontradas com aumento de doses e aumento de lesões foliares na folha bandeira de cevada, causada por *Rhynchosporium secalis* (Oudem.) (JENKYN; GRIFFITHS, 1978). Para a cultura do milho encontramos os mais variados resultados com correlações positivas, negativas e ausência de efeitos com o aumento das doses de N aplicadas no solo e o acúmulo de fumonisinias (BLANDINO et al., 2008; MAROCCO et al., 2008, 2009; ONO et al., 2011). O efeito dos genótipos de milho sobre o acúmulo de fumonisina já foi comprovado, encontrando-se em alguns casos materiais passíveis de utilização em programas de melhoramento visando a redução de micotoxinas (CLEMENTS et al., 2004; PRESELLO et al., 2007; ROBERTSON et al., 2006; SHELBY et al., 1994; SMALL et al., 2012).

Tendo em vista a escassez de estudos relacionados ao controle dos níveis de contaminação de milho com micotoxinas no Brasil e a relevância do tema para a saúde animal e humana, o presente trabalho teve como objetivo

avaliar os efeitos de diferentes doses de N e o efeito de diferentes genótipos de milho sobre acúmulo de fumonisinas totais (FT) e a incidência de *Fusarium* em grãos de milho em três ensaios.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Ensaios de campo

Foram montados três ensaios independentes, conduzidos no município de Sete Lagoas (MG), nas safras 2009/2010, 2010/2011 e 2011/2012. A adubação mineral foi feita baseada na análise de solo, seguindo as recomendações para a cultura. Os demais tratamentos culturais, como controle de plantas daninhas e de insetos, foram feitos segundo o recomendado pelo Sistema de Produção de Milho da Embrapa (CRUZ, 2012). Os experimentos receberam irrigação suplementar sempre que necessário.

### Primeiro Ensaio: Efeito da adubação nitrogenada e dos genótipos de milho sobre o acúmulo de fumonisinas totais

O ensaio foi montado em delineamento experimental de blocos casualizados, com três repetições. As condições de N foram depositadas nas parcelas e os genótipos de milho nas subparcelas. O ensaio utilizou duas condições de adubação nitrogenada (alto N e baixo N), com três repetições e 36 genótipos de milho incluindo linhagens, híbridos experimentais e comerciais: 1D225-5, 1F592-4, 1F640-5, 2B707, 2B710, 2E530-5, 3E474-4, AG 9040, AS 1567, BM 3061, BRS 2114, BRS 1001, BRS 1010, BRS 1030, BRS 1031, BRS 1035, BRS 1040, BRS 1055, BRS 1060, BRS 201, BRS 2020, BRS 2022, BRS 205, BRS 206, BRS 2223, BRS 3003, BRS 3025, BRS 3035, BRS 3040, BRS 3060, BRS 3150, BRS Caimbé, DKB 330, DKB 390, P30F35 e P30F80. Cada parcela experimental foi constituída de uma linha de 4,0 m, com 0,20 m entre plantas e 0,80 m entre linhas. Os dois tratamentos receberam 250 kg ha<sup>-1</sup> NPK 8-28-16 (20 kg ha<sup>-1</sup> N, 70 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 40 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O) no plantio, que foi feito dia 14 de dezembro de 2009. O tratamento Baixo N não recebeu adubação de cobertura e o Alto N recebeu complemento de 200 kg ha<sup>-1</sup> de ureia em cobertura, divididos em duas parcelas aplicadas nos estádios de quatro e oito completamente expandidas.

### Segundo Ensaio: Efeito de doses crescentes de N e genótipos de milho sobre o acúmulo de FT

O ensaio foi montado em delineamento experimental de blocos casualizados com parcela subdividida, com três repetições, e o plantio foi feito em 10 de novembro de 2010. Os genótipos foram dispostos nas parcelas e as doses de N nas subparcelas. Cada parcela foi constituída de quatro subparcelas por genótipo, cada subparcela foi constituída de quatro linhas de 4,0 m, com 0,20 m entre plantas e 0,80 m entre linhas. Foram utilizadas quatro doses de N em cobertura (0, 60, 120 e 180

kg ha<sup>-1</sup> de N) e quatro genótipos de milho: 1F626 (BRS 1055), HD2E530, HS1F583 e HS1D219 (BRS 1060). Todos os tratamentos receberam 350 kg ha<sup>-1</sup> NPK 8-28-16 (20 kg ha<sup>-1</sup> N, 70 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 40 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O) + Zn (147 gramas por metro de sulco), no plantio.

### Terceiro Ensaio: Interação de nitrogênio e potássio no acúmulo de FT

O experimento foi realizado em delineamento experimental de blocos ao acaso em esquema fatorial 4 por 5 (4 doses de N 20; 80; 150; 190 kg ha<sup>-1</sup> de N e 5 doses de K 8,75; 17,5; 35; 70; 100 kg ha<sup>-1</sup> de K) com quatro repetições. Foi semeado o genótipo de milho P30P70 (Pioneer) no dia 17 de novembro de 2011. Foram utilizados 25% das doses de N e 50% das doses de K no plantio, o restante foi aplicado em duas ocasiões, aos 35 e aos 60 dias após a semeadura. Cada parcela experimental foi constituída de linhas de 4,0 m, com 0,20 m entre plantas e 0,80 m entre linhas. O espaçamento utilizado foi de 0,7 m entre linhas e 0,2 m entre plantas. O experimento consistiu de quatro repetições para cada tratamento.

### Avaliação dos três ensaios

Foi realizada colheita manual de todas as espigas da área útil de cada parcela. Após a colheita, as espigas foram debulhadas e a massa de grãos, de cada parcela, homogeneizada. A umidade da massa de grãos foi determinada utilizando um medidor de umidade portátil, modelo Mini Gac Plus (Dickey-john, Minneapolis, Minnesota, USA) com resolução de 0,1% de umidade. Após homogeneização, foram coletadas duas amostras de 500 g de cada parcela. Uma amostra foi encaminhada ao Laboratório de Fitopatologia para as análises da incidência de *Fusarium* associadas aos grãos. A outra amostra foi encaminhada ao laboratório de Segurança Alimentar, para quantificação dos teores de FT. Os laboratórios supracitados estão localizados nas dependências da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

### Incidência de *Fusarium* associados aos grãos

A incidência dos fungos foi obtida pelo método de incubação em substrato de papel de filtro com congelamento, denominado "Blotter Test" (MACHADO, 1988). Os fungos que se desenvolveram sobre os grãos foram identificados com o auxílio do Manual de Análise Sanitária de Sementes (BRASIL, 2009) e quantificados com auxílio de microscópio estereoscópico. Os valores de incidência obtidos foram expressos em porcentagem.

### Quantificação de fumonisinas totais

Foram quantificadas as FT de cada uma das amostras, através do uso de colunas de imunoafinidade FumoniTest (VICAM Inc. USA) utilizando fluorímetro marca VICAM, serie 4E-EX (QUEIROZ et al., 2012).

## Análise estatística

Os dados referentes à incidência *Fusarium* nos grãos e teores de FT, quando não atenderam as pressuposições para a análise estatística foram transformados  $(Y+1)^{1/2}$  e submetidos à análise de variância. Quando detectada diferença significativa pelo teste F, as médias foram comparadas pelo teste Tukey e Scott-Knott a 5% de probabilidade utilizando o programa SISVAR®-Version 5.3 software Build 75 (FERREIRA, 2011). Para a apresentação dos resultados foram utilizados os dados sem transformação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Acúmulo de Fumonisinas Totais

Observou-se, nos três ensaios, que o aumento de nitrogênio via adubação teve efeito positivo na redução do acúmulo de FT nos grãos. No primeiro ensaio, os extremos: dose alta e dose baixa de N (Tabela 1) demonstraram que as plantas de milho quando bem nutridas com N acumularam menos fumonisinas nos grãos produzidos quando comparadas com o tratamento baixo N. O efeito da interação de doses e genótipos foi estatisticamente significativo (P-valor < 0,0001) em especial na condição de baixo N, visto que na condição de alto N os genótipos formaram um grupo único.

No segundo ensaio ao trabalharmos com diferentes doses de N conseguimos estabelecer uma relação negativa com aumento de doses de N e redução no acúmulo de FT nos grãos ( $Y = -0.004(p\text{-valor} < 0,05)x + 2.449(p\text{-valor} < 0,001)$ ;  $R^2 = 95,2\%$ ). Também foi encontrado efeito dos genótipos embora sem a interação significativa entre doses de N e genótipos (P-valor > 0,05). Os quatro genótipos foram separados em dois grupos (Figura 01).

No terceiro ensaio, em que foram testadas diferentes doses de N e K em esquema fatorial, não foi encontrado nenhum efeito significativo para doses de K e para a interação NxK (P-valor > 0,05). Apenas as diferentes doses de N tiveram efeito sobre o acúmulo de FT (P-valor < 0,01) com todos os fatores da equação de regressão linear estatisticamente significativos ( $Y = -0.002(p\text{-valor} < 0,05)x + 0.968(p\text{-valor} < 0,05)$ ;  $R^2 = 88,6\%$ ).

Os resultados dos três ensaios comprovaram o efeito positivo da adubação nitrogenada na redução do acúmulo de FT. Resultados semelhantes com aumento das doses de N resultando em decréscimo do acúmulo de FT em grãos foram obtidos por Ono et al. (2011), que testaram diferentes doses de N (0,00; 22,5; 45,0 e 90,0 kg/ha) sobre um genótipo de milho. Blandino et al. (2008), que trabalharam com 5 doses de N (0, 100, 200, 300 e 400 kg ha<sup>-1</sup>) e duas fontes de N (ureia e N de liberação lenta) em 2 locais, com um genótipo de milho diferente para cada local, encontraram que as doses de N foram significativas para os dois locais, embora um deles não tenha apresentado diferença entre os

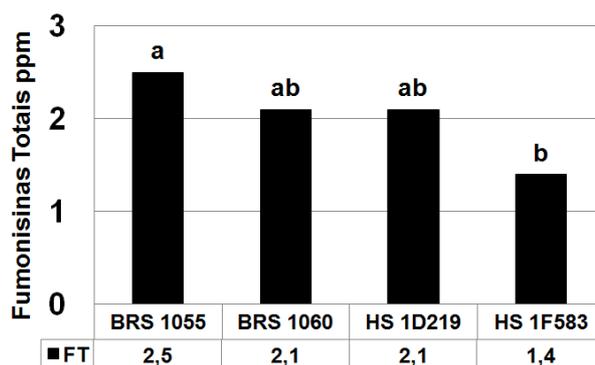
tratamentos no segundo ano de plantio. O tipo de N fornecido apresentou diferença significativa apenas em um ano, com menores teores de FT para o tratamento de ureia. Os autores comentaram a possibilidade da fonte de nitrogênio de liberação lenta poder aumentar o efeito Stay Green ao prolongar o período de maturação e expor os grãos produzidos à ação do patógeno por mais tempo.

### Incidência de *Fusarium*

A ocorrência de fungos nos grãos é um fator limitante na produção e na qualidade final do produto. *Fusarium verticillioides* é a espécie que predomina no Brasil, além de ser uma das principais espécies produtoras de fumonisina, sendo relatado em 76% dos grãos utilizadas por Stumpf, et al, (2013) das safras 2008/2009 e 2009/2010, em 99% dos grãos utilizados por Lanza et al (2014). Ramos et al. (2010) encontraram incidência de *Fusarium* spp em 56.8% das amostras na safra 2006/2007 provenientes do Rio Grande do Sul.

Neste trabalho, considerando o primeiro experimento para incidência de *Fusarium* spp., encontrou-se efeito estatisticamente significativo dos híbridos (P-valor < 0,05) dividindo os materiais em 2 grupos: o primeiro com 14 genótipos com as menores médias de incidência e o segundo com 22 genótipos com as maiores médias (Tabela 1), quanto ao efeito de N, as maiores médias foram encontradas no tratamento baixo N para incidência de *Fusarium* spp. No segundo ensaio não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos (P-valor > 0,05). No terceiro ensaio, ocorreu o aumento da incidência de *Fusarium* com o aumento das doses de N ( $Y = 0.111 (p\text{-valor} < 0.0001)x + 50.52 (p\text{-valor} < 0.0001)$ ;  $R^2 = 98,6\%$ ), mas o acúmulo de FT não seguiu essa tendência.

### Figuras e Tabelas



**Figura 01:** Efeito de quatro genótipos de milho sobre o acúmulo de FT (fumonisinas totais). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si por Tukey 5%. ( p-valor 0.0019, CV% = 30.44).

**Tabela 1:** Resultados de FT e incidência de *Fusarium* em grãos ardidos no primeiro ensaio. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si na coluna por Scott-Knott a

5%, médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si na linha por Tukey a 5%.

Genótipo	Alto N*	Baixo N*	<i>Fusarium</i> ** %
1D225-5	2.80 a A	3.72 a B	90.3 B
1F592-4	2.52 a A	4.75 b C	89.3 B
1F640-5	3.12 a A	3.28 a B	71.5 B
2B707	3.03 a A	4.50 b C	82.8 B
2B710	3.60 a A	5.47 b D	82.7 B
2E530-5	3.27 a A	5.82 b D	90.0 B
3E474-4	2.72 a A	4.23 b C	61.8 A
AG 9040	2.57 a A	5.43 b D	79.8 B
AS 1567	2.60 a A	4.52 b C	85.7 B
BM 3061	2.15 a A	3.50 b B	51.5 A
BR 2114	2.35 a A	4.52 b C	54.0 A
BRS 1001	2.17 a A	5.20 b D	56.0 A
BRS 1010	2.72 a A	5.63 b D	89.2 B
BRS 1030	3.52 a A	5.97 b D	87.0 B
BRS 1031	3.22 a A	5.48 b D	80.8 B
BRS 1035	2.68 a A	4.63 b C	76.0 B
BRS 1040	2.52 a A	5.48 b D	89.0 B
BRS 1055	3.50 a A	5.95 b D	50.5 A
BRS 1060	2.59 a A	5.19 b D	81.2 B
BRS 201	2.98 a A	5.25 b D	42.7 A
BRS 2020	2.56 a A	4.82 b C	78.8 B
BRS 2022	2.90 a A	4.73 b C	81.2 B
BRS 205	2.15 a A	2.67 a A	61.5 A
BRS 206	2.62 a A	4.60 b C	56.0 A
BRS 2223	2.37 a A	3.68 b B	50.8 A
BRS 3003	1.69 a A	4.33 b C	94.2 B
BRS 3025	2.73 a A	6.55 b D	41.2 A
BRS 3035	2.92 a A	4.58 b C	74.0 B
BRS 3040	3.50 a A	4.33 a C	70.5 B
BRS 3060	3.06 a A	6.08 b D	69.0 B
BRS 3150	2.67 a A	4.13 b C	64.8 A
BRS Caimbé	3.10 a A	4.06 a C	55.5 A
DKB 330	3.23 a A	4.43 a C	77.3 B
DKB 390	2.90 a A	5.85 b D	58.0 A
P30F35	3.57 a A	3.82 a B	64.3 A
P30F80	3.23 a A	2.00 a A	71.2 B
Média	2.83 a	4.67 b	

\*Fumonisin Totais p-valor < 0.0001 CV%:20,35; \*\**Fusarium* spp. Incidência p-valor < 0.0212; CV% = 40.07.

## CONCLUSÕES

A adubação nitrogenada auxilia no desenvolvimento da planta e na redução do acúmulo de fumonisin nos grãos; os resultados foram consistentes com aumento de doses de N e redução de FT nos três experimentos, e também foi encontrado efeito significativo dos genótipos. A diferenciação dos genótipos quanto ao acúmulo de fumonisin pode vir a dar suporte nas recomendações de materiais por região de acordo com o manejo a ser adotado e novos trabalhos devem ser feitos na busca de materiais com níveis de resistência a acúmulo de fumonisin adequados para a indústria alimentícia.

## AGRADECIMENTOS

O autores agradecem ao CNPq, Capes, Fapemig e Embrapa Milho e Sorgo.

## REFERÊNCIAS

- BLANDINO, M.; REYNERI, A.; VANARA, F. Influence of nitrogen fertilization on mycotoxin contamination of maize kernels. **Crop Protection**, Surrey, v. 27, p. 222-230, 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de análise sanitária de sementes**. Brasília, 2009.
- CLEMENTS, M. J.; MARAGOS, C. M.; PATAKY J. K.; WHITE D. G. Sources of resistance to fumonisin accumulation in grain and fusarium ear and kernel rot of corn. **Phytopathology**, St. Paul, v. 94, p. 251-260, 2004.
- CRUZ, J. C. (Ed.). **Cultivo do milho**. 8. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção, 1). Disponível em: <[https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_id=conteudoportlet\\_WAR\\_sistemasdeproducaolf6\\_1ga1ceportlet&p\\_r\\_p\\_-76293187\\_sistemaProducaold=3821&p\\_r\\_p\\_-996514994\\_topicold=3715&p\\_p\\_col\\_count=1&p\\_p\\_col\\_id=column-1&p\\_p\\_mode=view](https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_state=normal&p_p_lifecycle=0&p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1ceportlet&p_r_p_-76293187_sistemaProducaold=3821&p_r_p_-996514994_topicold=3715&p_p_col_count=1&p_p_col_id=column-1&p_p_mode=view)>. Acesso em: 14 maio 2014.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, p. 1039-1042, 2011.
- JENKYN, J. F.; GRIFFITHS, E. Relationships between the severity of leaf blotch (*Rhynchosporium secalis*) and the water-soluble carbohydrate and nitrogen contents of barley plants. **Annals of Applied Biology**, Cambridge, v. 90, p. 35-44, 1978.
- LANZA, F. E.; ZAMBOLIM, L.; COSTA, R. V.; QUEIROZ, V. A. V.; COTA, L. V.; SILVA, D. D.; FIGUEIREDO, J. E. F. Prevalence of fumonisin-producing *Fusarium* species in Brazilian corn grains. **Crop Protection**, Madison, 2014. No prelo.

- MACHADO, J. C. **Patologia de sementes**: fundamentos e aplicações. Brasília: MEC: FAEPE, 1988. 106 p.
- MAROCCO, A.; CAVAZZI, C.; PIETRI, A.; TABAGLIO, V. On fumonisin incidence in monoculture maize under no-till, conventional tillage and two nitrogen fertilisation levels. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 88, p. 1217-1221, 2008.
- MAROCCO, A.; TABAGLIO, V.; PIETRI, A.; CAVAZZI, C. Monoculture maize (*Zea mays* L.) cropped under conventional tillage, no-tillage and N fertilization: (II) Fumonisin incidence on kernels. **Italian Journal of Agronomy**, v. 4, p. 69-75, 2009.
- MUNKVOLD, G. P. Epidemiology of *Fusarium* diseases and their micotoxins in maize ears. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 109, p. 705-713, 2003.
- MYLONA, K.; SULTYOK, M.; MAGAN, N. Relationship between environmental factors, dry matter loss and mycotoxin levels in stored wheat and maize infected with *Fusarium* species. **Food Additives & Contaminants**, London, v. 29, p. 1118-1128, 2012.
- ONO, E. Y. S.; MORENO, E. C.; ONO, M. A.; ROSSI, C. N.; SAITO, G. H.; VIZONI, E.; SUGIURA, Y.; HIROOKA, E. Y. Effect of cropping systems and crop successions on fumonisins levels in corn from Northern Parana State, Brazil. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 131, p. 653-660, 2011.
- PRESELLO, D. A.; IGLESIAS, J.; BOTTA, G.; EYHERABIDE, G. H.. Severity of *Fusarium* ear rot and concentration of fumonisin in grain of Argentinian maize hybrids. **Crop Protection**, Surrey, v. 26, p. 852-855, 2007.
- QUEIROZ, V. A. P.; ALVES, G. L. O.; CONCEIÇÃO, R. R. P.; GUIMARÃES, L. J. M.; MENDES, S. M.; RIBEIRO, P. E. A.; COSTA, R. V. Occurrence of fumonisins and zearalenone in maize stored in family farm in Minas Gerais, Brazil. **Food Control**, Guildford, v. 28, p. 83-86, 2012.
- RAMOS, A. T. M.; MORAES, M. H. D.; CARVALHO, R. V.; CAMARGO, L. E. A. Survey of mycoflora in grains and kernels of maize. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v. 36, p. 257-259, 2010.
- ROBERTSON, L. A.; KLEINSCHMIDT, C. E.; WHITE, D. G.; PAYNE, G. A.; MARAGOS, C. M.; HOLLAND, J. B. Heritabilities and correlations of *Fusarium* ear rot resistance and fumonisin contamination resistance in two maize populations. **Crop science**, Madison, v. 46, p. 353-361, 2006.
- SHELBY, R. A.; WHITE, D. G.; BAUSKE, E. M. Differential fumonisin production in maize hybrids. **Plant Disease**, St. Paul, v. 78, p. 582-584, 1994.
- SMALL, I. M.; FLETT, B. C.; MARASAS, W. F. O.; MCLEOD, A. Resistance in maize inbred lines to *Fusarium verticillioides* and fumonisin accumulation in South Africa. **Plant Disease**, St. Paul, v. 96, p. 881-888, 2012.
- STUMPF, R.; SANTOS, J. dos; GOMES, L. B.; SILVA, C. N.; TESSMANN, D. J.; FERREIRA, F. D.; MACHINSKI JUNIOR, M.; DEL PONTE, E. M. *Fusarium* species and fumonisins associated with maize kernels produced in Rio Grande do Sul State for the 2008/09 and 2009/10 growing seasons. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v. 44, p. 89-95, 2013.

