

RESISTÊNCIA GENÉTICA E APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS PARA O CONTROLE DE GRÃOS ARDIDOS EM MILHO

Dagma Dionísia da Silva⁽¹⁾, Rodrigo Vêras da Costa⁽²⁾, Luciano Viana Cota⁽³⁾

1.INTRODUÇÃO

A ocorrência de grãos ardidos em milho é conseqüência das podridões de espigas, causadas principalmente pelos fungos: *Stenocarpella maydis*, *S. macrospora*, *Fusarium verticillioides* e *F. subglutinans*, *Gibberella zeae*, *Penicillium* spp. e *Aspergillus* spp encontrados no campo. As perdas qualitativas causadas por grãos ardidos (alteração da cor dos grãos, degradação de proteínas, de carboidratos, de açúcares e a produção de micotoxinas) são motivo de desvalorização do produto e uma ameaça à saúde humana devido a possibilidade de contaminação com metabólitos secundários tóxicos, produzidos por tais patógenos na fase de pré-colheita da cultura, denominados micotoxinas. Como padrão de qualidade algumas agroindústrias tem estabelecido a tolerância máxima de 6% de grãos ardidos em lotes comerciais de milho (Pinto, 2006). As micotoxinas quando ingeridas, representam um risco potencial para a saúde humana e animal, sendo conhecidas entre 300 a 400 micotoxinas, diferentes, atualmente (Berthiller, 2007).

Existe variabilidade em milho para a resistência a fungos causadores de podridões de espigas, entretanto, além dos fatores genéticos, inerentes às cultivares, os fatores ambientais condicionados por épocas de plantio, região, sistemas de cultivo e práticas culturais influenciam a ocorrência e o nível de incidência de grãos ardidos e micotoxinas (Ribeiro et al., 2005; Pinto, 2006; Juliatti et al. 2007). Assim, a avaliação de estratégias de manejo, utilizadas de forma integrada, que reduzam a incidência de grãos ardidos em milho é fundamental para a redução de perdas na quantidade e na qualidade da produção e dos riscos à saúde humana e animal. Entre as estratégias de manejo, o controle químico, por meio de fungicida, é ainda, motivo de dúvidas quanto à eficácia de produtos, a época e

^{1,2,3}Embrapa Milho e Sorgo, MG 424, km 45, CEP 35701-970, Sete Lagoas, MG.
dagma@cnpms.embrapa.br, veras@cnpms.embrapa.br, lvcota@cnpms.embrapa.br

número de aplicações e sua relação com a resistência das cultivares (Costa et al., 2010). Poucas informações estão disponíveis a respeito do seu efeito na redução de grãos ardidos em milho.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência e a viabilidade técnica da utilização da resistência genética de cultivares e da aplicação de fungicidas para a redução da incidência de grãos ardidos em milho.

2.MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados na safra 2007/2008 e safrinha de 2008, no campo experimental da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, MG. Na safra 2007/2008 foram avaliados cinco cultivares e três fungicidas do grupo Triazol + Estrobilurinas (Tebuconazol + Trifloxistrobin, Epoxiconazol + Piraclostrobin e Azoxistrobin + Ciproconazol) e na safrinha 2008, vinte cultivares e o fungicida Epoxiconazol + Piraclostrobin. Devido ao grande número de cultivares a serem testados na safrinha foi utilizado apenas o fungicida Epoxiconazol + Piraclostrobin que, em ensaios anteriores mostrou maior redução na incidência de grãos ardidos. Em ambas as safras, foram utilizadas zero, uma e duas aplicações em cada cultivar. Na safra 2007/2008 as aplicações foram realizadas aos 45 e 60 dias após a emergência e na safrinha 2008, nos estádios V8-V10 (8 a 10 folhas completamente expandidas) e VT (Pendoamento). A testemunha constitui-se de parcelas de cada cultivar sem aplicação.

As parcelas foram constituídas por quatro linhas de cinco metros e espaçamento de 0,9 m e 0,8 m na safra 2007/2008 e safrinha 2008, respectivamente.

Após a colheita, amostras de 500g de grãos de cada parcela foram encaminhadas para o laboratório de Fitopatologia da Embrapa Milho e Sorgo. As amostras foram analisadas visualmente para identificação e quantificação de grãos ardidos. Baseado no número total de grãos e no peso total de grãos da amostra calculou-se a percentagem de grãos ardidos em número (NGA) e peso (PGA) por amostra.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com parcelas subdivididas e três repetições. Os valores de NGA e de PGA foram transformados em Raiz quadrada de $Y + 0.5 - \text{SQRT}(Y + 0.5)$ submetidos à análise de variância e as médias, quando pertinente, foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

3.RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na safra 2007/2008 não houve diferença significativa entre os fungicidas no controle de grãos ardidos (Tabela 1). Em ambas as safras, também não houve diferença significativa nas interações dos fungicidas com os cultivares e número de aplicações, no peso e número de grãos ardidos (Tabela 2).

Tabela 1. Média do número de grãos ardidos em relação à aplicação de fungicidas, na safra 2007/2008 em Sete Lagoas, MG.

Fungicidas	Média de NGA (%) ^{n.s}
Epoxiconazol + Piraclostrobin	1,76 a
Azoxistrobin + Ciproconazol	1,86 a
Tebuconazol + Trifloxistrobin	1,91 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias originais, para a análise de variância os dados foram transformados em Raiz quadrada de $Y + 0.5 - \text{SQRT}(Y + 0.5)$. CV (%) = 26,91, n.s. = não significativo.

Houve diferença significativa na incidência de grãos ardidos para cultivares em ambas as safras. Em 2007/2008, as cultivares DAS657 e HS200 apresentaram as menores médias de número de grãos ardidos e 2B710 e BRS1035 apresentaram os maiores valores (Tabela 2). Em 2008, baixos valores de grãos ardidos ocorreram para todos as cultivares. As cultivares 30F80, 2B657, BRS 3150 e AS1570 apresentaram as menores médias de NGA e as cultivares 30F80, 2B657, BRS3150 e BR3060 as menores médias de PGA. A maior incidência de grãos ardidos foi apresentada por DKB 390 tanto para NGA quanto para PGA (Tabela 3). Embora tenha ocorrido diferença na resistência das cultivares à incidência de grãos ardidos, todos apresentaram valores abaixo do limite máximo aceito pela Agroindústria, 6%, tanto na safra como na safrinha.

Tabela 2. Número de grãos ardidos (NGA) e Peso de grãos ardidos de vinte cultivares de milho submetidos ao fungicida Epoxiconazol + Piraclostrobin em uma (1) e duas (2) aplicações comparadas com a testemunha sem aplicação, na safrinha 2008. Sete Lagoas, MG.

Cultivares	NGA (%)				PGA (%)			
	Nº de aplicações ^{n.s}				Nº de aplicações ^{n.s}			
	0	1	2	Média NGA	0	1	2	Média PGA
2B657	0,31 a	0,25 a	0,35 a	0,31 A	0,17 a	0,09 a	0,21 a	0,16 A
30F80	0,34 a	0,21 a	0,30 a	0,28 A	0,15 a	0,10 a	0,14 a	0,13 A
BRS3150	0,24 a	0,38 a	0,40 a	0,34 A	0,12 a	0,13 a	0,30 a	0,18 A
AS1570	0,81 a	0,29 a	0,16 a	0,42 A	0,78 a	0,22 a	0,04 a	0,35 AB
BR3060	0,43 a	0,92 a	0,21 a	0,52 AB	0,14 a	0,30 a	0,08 a	0,17 A
2B710	0,63 a	0,42 a	0,60 a	0,55 AB	0,58 a	0,25 a	0,28 a	0,37 AB
2B587	0,48 a	1,01 a	0,70 a	0,73 AB	0,18 a	0,40 a	0,29 a	0,29 AB
2E479	0,58 a	0,53 a	0,95 a	0,69 AB	0,35 a	0,21 a	0,57 a	0,38 AB
3D2932	0,87 a	0,89 a	0,61 a	0,79 AB	0,45 a	0,52 a	0,31 a	0,43 AB
3E5115	1,17 a	1,00 a	0,60 a	0,92 AB	0,92 a	0,46 a	0,24 a	0,54 AB
AG1051	0,52 a	0,59 a	0,80 a	0,64 AB	0,32 a	0,28 a	0,47 a	0,36 AB
BR206	0,69 a	0,43 a	0,40 a	0,51 AB	0,30 a	0,31 a	0,26 a	0,29 AB
BRS1010	1,57 a	0,98 a	0,60 a	1,05 AB	0,80 a	0,48 a	0,22 a	0,50 AB
BRS1015	0,13 a	0,73 a	0,98 a	0,61 AB	0,42 a	0,43 a	0,57 a	0,47 AB
BRS1030	1,38 a	0,57 a	0,61 a	0,85 AB	0,95 a	0,32 a	0,38 a	0,55 AB
BRS1031	0,58 a	1,58 a	0,85 a	1,00 AB	0,25 a	0,88 a	0,35 a	0,49 AB
BRS1035	0,95 a	0,71 a	0,91 a	0,86 AB	0,62 a	0,54 a	0,39 a	0,52 AB
BRS2020	1,29 a	1,36 a	1,09 a	1,24 AB	1,12 a	0,67 a	0,93 a	0,91 AB
ID2305	1,08 a	0,93 a	1,08 a	1,03 AB	0,69 a	0,54 a	0,65 a	0,63 AB
DKB390	1,61 ab	0,62 a	2,35 b	1,53 B	1,31 ab	0,33 a	1,96 b	1,20 B
	C.V.(%) = 22,00				C.V.(%) = 21,81			

Médias minúsculas seguidas da mesma letra na linha e, médias maiúsculas seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias originais, para a análise de variância os dados foram transformados em Raiz quadrada de $Y + 0,5 - \text{SQRT}(Y + 0,5)$. n.s= não significativo.

Os resultados deste trabalho quanto à aplicação de fungicidas estão de acordo com os resultados observados por Juliatti et al. (2007), que também não verificaram efeito da interação híbridos x fungicidas na redução de grãos ardidos. Os referidos autores também observaram reação diferenciada na incidência de grãos ardidos entre os cultivares avaliados.

Maiores valores de grãos ardidos foram observados na safra 2007/2008 em relação aos valores apresentados na safrinha. O cultivar BRS1035, que foi avaliado nas duas safras, apresentou valor de NGA igual a 5,75% e 0,86 % em 2007/2008 e 2008, respectivamente. A maior incidência de grãos ardidos na safra de verão é, provavelmente, uma consequência das condições climáticas favoráveis aos patógenos,

como temperaturas altas e maior precipitação em relação à safrinha. Segundo Costa et al. (2010) nos locais em que as condições ambientais são consideradas favoráveis à ocorrência de grãos ardidos, a escolha da cultivar é um fator de grande importância para o manejo dessa enfermidade. Considerando que as condições climáticas determinam em grande parte, as classes de fungos que irão crescer e os tipos de micotoxinas que podem produzir, e que no Brasil, condições adequadas ocorrem para todo tipo de fungos produtores de micotoxinas (Mazieiro & Bersot, 2010), avaliar a predominância dos patógenos é necessário para determinação das formas de controle mais adequadas em cada situação.

Em ambas as safras *Fusarium verticillioides* prevaleceu em relação aos demais patógenos. Na safrinha 2008, os patógenos que prevaleceram nas amostras foram *Fusarium verticillioides*, *Penicillium spp.* e *Stenocarpella maydis* com médias de incidência de 91,0%, 2,00% e 4,3%, respectivamente. A alta incidência de *Fusarium verticillioides*, e em se tratando de um fungo produtor de fumonisinas, torna este um dos mais importantes patógenos em amostras de grãos ardidos (Ono et al.; 2011; Pascale et al.; 2002), sendo necessárias medidas de controle eficazes que reduzam o inóculo inicial no campo e, conseqüentemente, a incidência de grãos ardidos e a produção de micotoxinas.

Em outros países como Canadá e Estados Unidos, baixos níveis de micotoxinas produzidas por espécies de *Fusarium* foram relatados como sendo devido à resistência de cultivares (Robertson et al.; 2006; Reid et al., 1996). Também, Schaafsma et al. (1997), observaram diferenças nos níveis de resistência a *Fusarium graminearum* entre 61 híbridos comerciais de milho. No Brasil, Costa et al. (2010) observaram variação na incidência de grãos ardidos para cultivares em diferentes locais. Houve, neste caso, variação na incidência de grãos ardidos entre os cultivares e em quatro locais avaliados, o que confirma que vários fatores podem afetar a incidência desses fungos em grãos de milho no campo.

A inconsistência nos resultados observados quando se utiliza fungicidas indica que a resistência dos cultivares é atualmente a forma mais recomendada para a redução de grãos ardidos em milho. É importante a busca por informações a respeito do manejo da cultura, como o espaçamento, densidade de plantas, época de plantio e diversidade populacional dos patógenos para que se possa reduzir ou manter a incidência de grãos ardidos em milho abaixo dos limites permitidos.

4.CONCLUSÕES

A aplicação de fungicidas não foi eficiente para o controle de grãos ardidos em milho.

Houve diferença na resistência entre cultivares para incidência de grãos ardidos na safra e safrinha.

5.REFERÊNCIAS

Berthiller, F.; Sulyok, M.; Krska, R.; Schuhmacher, R. Chromatographic methods for the simultaneous determination of mycotoxins and their conjugates in cereals. **International Journal of Food Microbiology**, v.119, p. 33–37, 2007.

Costa, R.V.; Cota, L.V.; Rocha, L.M.P; Nolasco, A.R.; Silva, D.D. Parreira, D.F.; Ferreira, P. **Recomendação de Cultivares de Milho para a Resistência a Grãos Ardidos**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 8 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 154).

Juliatti, F.C.; Zuza, J.L.M.F.; Souza, P.P. Polizel, A.C. **POLIZEL. Biosci. J.**, v. 23, n. 2, p. 34-41, 2007.

Mazieiro, M.T.; Bersot, L.S. Micotoxinas em alimentos produzidos no Brasil. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.12, n.1, p.89-99, 2010.

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 fumonisin levels in corn from Northern Paraná State, Brazil. **European Journal of Plant Pathology**. 2011. DOI 10.1007/s10658-011-9839-6

Pascale, M.; Visconti, A.; chelkowski, J. Ear rot susceptibility and mycotoxin contamination of maize hybrids inoculated with *Fusarium* species under field conditions. **European Journal of Plant Pathology**, v. 108, p. 645–651, 2002.

Pinto, N. F. J. de A. **Podridão branca da espiga de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 6 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 141).

Reid LM, Stewart DW, Hamilton RI. A 4-year study of the association between Gibberella ear rot severity and deoxynivalenol concentration. **J. Phytopathol.** v. 144, p. 431–436. 1996.

Ribeiro, N.A.; Casa, R.T.;Bogo, A.; Sangoi, L.; Moreira, E.N.; Wille, L.A. Incidência de podridões do colmo, grãos ardidos e produtividade de grãos de genótipos de milho em diferentes sistemas de manejo. **Ciência Rural**, v. 35, n. 5, p.1003 – 1009. 2005.

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 Sci.** v. 46, p.353–361, 2006.

Schaafsma, A.W.; Nicol, R.W.; Reid, L.M. Evaluating commercial maize hybrids for resistance to gibberella ear rot. **European Journal of Plant Pathology.** v. 103, p. 737–746, 1997.