

Aplicação de fungicida no espigamento do milho visando controle da podridão de espiga de giberela.

Maiquiel D. Fingstag⁽¹⁾; Ricardo Trezzi Casa⁽²⁾; Diego Bevilaqua⁽³⁾; Paulo R. Kuhnem⁽⁴⁾; Juliana Borba Valente⁽⁵⁾; Samara Deschamps⁽³⁾.

⁽¹⁾Mestrando em Produção Vegetal; Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC ; Lages, Santa Catarina; maiquiel_diego@hotmail.com; ⁽²⁾Professor da UDESC, bolsista de produtividade do CNPq; ⁽³⁾Acadêmico do curso de Agronomia; UDESC; ⁽⁴⁾Pesquisador Biotrigo; ⁽⁵⁾ Consultora interna; BSBIOS Agroindústria.

RESUMO: A podridão de giberela (PG), reduz o rendimento e a qualidade de grãos. Espigas infectadas aumentam a presença de grãos ardidos e o potencial de produção de micotoxinas. O controle da doença é dificultado pela inexistência de híbridos resistentes e pela baixa eficácia de práticas culturais em reduzir as fontes de inóculo do fungo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de fungicidas no espigamento do milho sobre a severidade da (PG), rendimento de grãos (RG) e a incidência de grãos avariados (GA). O estudo foi conduzido na Universidade do Estado de Santa Catarina, no município de Lages, SC, na safra 2014/15. Foi utilizado o híbrido simples P32R48YH. A inoculação do fungo *Fusarium graminearum* ocorreu cinco dias após emissão dos estilos-estigmas, inoculando-se quarenta espigas primárias por tratamento. Os fungicidas e doses (L ha⁻¹ do produto comercial) testados foram: pyraclostrobina + metconazole (0, 750), trifloxistrobina + prothioconazol + óleo mineral (0,5 + 0,5), carbendazim (1,0). Testemunha inoculada sem aplicação de fungicida foi mantida como controle. As aplicações foram realizadas 48 horas antes (AI) e depois (DI) da inoculação do fungo. Não houve diferença estatística entre tratamentos na PG, RG e GA. Houve diferença significativa entre os momentos de aplicação dos fungicidas, o qual reduziu a severidade da doença, e aumentou o rendimento, quando aplicados 48 horas AI.

Termos de indexação: *Fusarium graminearum*, *Zea mays*, Controle químico.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é amplamente difundido e cultivado em distintas condições edafoclimáticas. É a segunda cultura em volume de produção de grãos no mundo, constituindo a alimentação básica de humanos e animais.

Por ser amplamente cultivado o cereal torna-se vulnerável em algumas situações aos fatores limitantes a expressão do potencial produtivo, dentre elas a ocorrência de doenças. O cultivo em

monocultura e plantio direto é um agrave para a ocorrência das podridões de espiga pois favorece a sobrevivência, manutenção e a multiplicação do inóculo dos agentes necrotróficos nos resíduos culturais infectados (Wordell & Casa, 2010). No sul do Brasil os fungos *Fusarium verticillioides*, *F. graminearum*, *Stenocarpella macrospora* e *S. maydis* comumente estão associados a podridões de espiga (REIS et al., 2004).

O fungo *F. graminearum* (Schwebe) (teleomorfo *Gibberella zeae* (Schwebe) Petch), tem sido frequentemente encontrado infectando colmos e espigas de milho quando ocorrem chuvas frequentes durante o espigamento do cereal. A situação se agrava quando o milho é cultivado em sucessão aos restos culturais de cereais de inverno colonizados pelo fungo, pois nessa situação há maior garantia de manutenção do inóculo e facilidade de infecção das plantas de milho (Reis et al., 2011).

A exteriorização do estilo-estigma ou ferimentos nos grãos do milho são as principais vias de infecção do patógeno (Reid et al., 1996). Condições de temperatura de 24°C a 26°C e períodos de molhamento persistente favorecem a infecção do patógeno (Reid et al., 1996). Sintomas típicos de podridão rosada da ponta da espiga ocorrem devido a colonização dos grãos pelo crescimento do micélio do fungo de cor rosa, que pode progredir em direção a base da espiga (Casa et al., 2016).

Infecções por *F. graminearum* reduzem a produtividade e a qualidade dos grãos. Pode ocorrer produção de micotoxinas principalmente da classe dos tricotecenos-B (Munkvold, 2003; Desjardins et al., 2008).

Até o presente momento não se tem relatos de técnicas efetivas para o controle da PG em milho. A busca de híbridos que possam expressar resistência genética ao patógeno é explorada, mas ainda não há híbrido resistente a doença. No Brasil existem apenas algumas informações subjetivas para o complexo de doenças e qualidade de grãos (Emygdio et al., 2013).

A ampla gama de hospedeiros do patógeno cria condições para manutenção da densidade e do potencial de inóculo do fungo nas mais distintas

condições edafoclimáticas em que o milho é cultivado, o que dificulta adoção de estratégias eficientes de manejo por práticas culturais adotadas pelo produtor. O controle químico é uma estratégia a ser explorada para a doença. No entanto, neste princípio de controle, aplicações de fungicidas são em sua maioria direcionadas apenas para controle de doenças foliares (Juliati et al., 2007; Brito et al., 2012) e não para patógenos específicos que colonizam as espigas.

Considerando que um dos sítios de infecção são os estigmas, pode-se inferir que fungicidas aplicados durante o período de florescimento do milho possam ter efeito no processo de infecção e colonização do fungo *F. graminearum* nos grãos.

Na cultura do milho ainda são escassas informações sobre o momento de aplicação e os princípios ativos mais eficientes com ação preventiva ou curativa sobre *F. graminearum* infectando estilo-estigmas e grãos da espiga.

Diante do exposto o presente trabalho visou avaliar a eficiência de diferentes fungicidas aplicados de forma preventiva e curativa no espigamento do milho objetivando reduzir a severidade da doença, garantir o rendimento e a qualidade de grãos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV/UDESC), no município de Lages, SC, localizado no Planalto Catarinense (27°50'35"S e 50°29'45"W), a 960 metros do nível do mar.

A semeadura do híbrido simples P32R48YH foi realizada no dia 22/10/2014, em área de plantio direto e monocultura de milho. As parcelas constaram de quatro linhas de semeadura contendo 4m de comprimento espaçadas entre elas 0,5m. Apenas as duas linhas centrais foram utilizadas para inoculação do fungo.

O delineamento experimental seguiu o modelo de blocos casualizados com parcelas subdivididas. Na parcela principal foram alocados os momentos de aplicação de fungicida e na sub-parcela os diferentes fungicidas.

Os tratamentos e doses encontram-se descritos na tabela 1.

Tabela 1: Fungicidas e doses aplicados durante a fase de espigamento do milho, Lages, SC, 2014.

Nome técnico	Nome comercial	Ingrediente ativo (L ha ⁻¹)	Dose (L ha ⁻¹)
T1- pyraclostrobina + metconazole	Opera Ultra	0,097 + 0,060	0,75 + 0,50

T2- trifloxistrobina + protioconazol + óleo mineral	Fox + Aureo	0,075 + 0,087 + 0,360	0,50 + 0,50
T3- carbendazim	Carbendazim Nortox	0,500	1,0
T4- testemunha	-	-	-

A inoculação das espigas ocorreu pela injeção de 2 mL de suspensão de esporos no canal do estilo-estigma com o auxílio de uma seringa dosadora com alimentação automática. As inoculações foram realizadas durante as fases de polinização/pleno espigamento (quatro a sete dias após a emissão dos estigmas) (Ritchie et al., 1993; Reid et al., 1992; Reid et al. 1996). Foi utilizado o isolado de *F. graminearum* obtido de grãos naturalmente infectados pelo fungo oriundos do município de Uberlândia-MG. As suspensões de macroconídios foram produzidos no Laboratório de Fitopatologia da UDESC com metodologia semelhante à descrita por Reid et al. (1996). Por filtragem, diluição e contagem em câmara de Neubauer obteve-se concentração de 2×10^5 macroconídios ml⁻¹ (Reid et al., 1996).

As aplicações de fungicidas foram realizadas 48 horas antes da inoculação (AI) e depois da inoculação (DI) com auxílio de pulverizador costal com pressão produzido por gás CO₂, contendo bicos tipo duplo-leque e vazão de 200 L ha⁻¹. O produto foi aplicado sobre os pendões na parte aérea das plantas.

Após a colheita manual das espigas e remoção da palha foi realizado a avaliação da severidade de podridão de giberela com base na escala proposta por Reid et al., (1996).

As espigas foram trilhadas separadamente conforme cada tratamento e os grãos secos em estufa com circulação de ar forçado a uma temperatura de 60°C até estabilização da umidade a 13% e posterior pesagem e quantificação do rendimento de grãos.

Foram utilizados quatro repetições de 100 gramas de grãos por tratamento para análise visual e classificação em grãos sadios, mofados, ardidos e fermentados, os quais foram pesados separadamente para determinar a porcentagem de grãos avariados em cada amostra.

Os dados de severidade de doença, RG e GA foram avaliados pelo teste de comparação de médias. Os valores de F foram considerados significativos ao nível de significância de 5% (P<0.05). Quando alcançada significância estatística, comparou-se as médias de cada tratamento utilizando-se o teste de Tukey, ao nível de significância de 5% com auxílio do programa estatístico SAS®.

Figura 1. Severidade da podridão de giberela (A), rendimento médio de grãos (B) e percentual médio de grãos avariados (C) de espigas de milho inoculadas com *Fusarium graminearum* submetidas a aplicação preventiva (48 horas antes da inoculação) e curativa (48 horas depois da inoculação) de fungicidas no espigamento do milho.

No entanto houve diferença estatística entre momentos de aplicação de fungicida na média dos tratamentos. A aplicação de fungicidas de maneira preventiva (AI) reduziu a severidade da PG quando comparada a aplicação curativa (DI) (Tabela 2).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença estatística entre tratamentos para PG (Fig. 1A), RG (Fig. 1B) e GA (Fig. 1C).

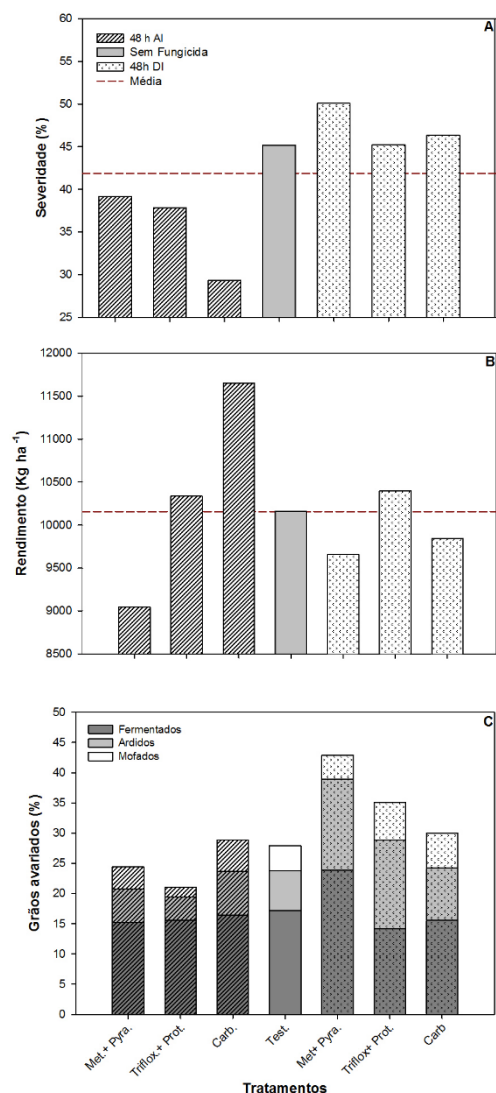


Tabela 2 - Média de severidade e rendimento de grãos nos diferentes momentos da aplicação do fungicida.

Momento da aplicação	Severidade média (%)	Rendimento médio (Kg ha ⁻¹)
48 horas AI	36,7*	10.501 n.s.
48 horas DI	48,8	9.813

* Significante P<0,05.

n.s= Não significante P<0,05.

AI= Aplicação de fungicidas antes da inoculação do fungo na espiga.

DI= Aplicação de fungicidas depois da inoculação do fungo na espiga.

Testando momentos de aplicação de mistura de fungicida para o mesmo patógeno no espigamento do milho, Andriolli (2014) não observou diferença na severidade de PG e RG com aplicações 48 horas AI ou DI, porém apresentaram controle superior em relação a aplicações 144 e 96 horas AI ou DI. Pode-se inferir que quanto mais próximos da inoculação for realizado a aplicação de fungicidas maior a eficiência de controle, e esta por sua vez quando realizada de forma preventiva apresentou em média controle de até 25% superior da severidade da PG em comparação a aplicação curativa.

Na cultura do trigo também há relatos de maior eficácia no controle da giberela quando os fungicidas são aplicados no início do florescimento (Casa et al., 2007), sendo recomendado aplicações preventivas de fungicidas quando previsto durante o período de predisposição da cultura ocorrência de ambiente favorável à infecção (Embrapa, 2014).

Espigas de milho infectadas com *F. graminearum* apresentam redução no RG em híbridos susceptíveis a podridão de espiga (Boutingny et al., 2011). No presente estudo, mesmo não observando diferença estatística no RG, com a aplicação de fungicidas houve incremento de até 688 kg ha⁻¹ na média dos fungicidas em aplicações preventivas.

Quando comparado o percentual de GA com a normativa 60/2011 (Mapa, 2015), todos os tratamentos apresentaram percentuais superiores aos níveis pré-estabelecidos de até 15% (tipo 3), sendo classificados como fora de tipo.

A aplicação de fungicida no espigamento do milho ainda deve ser estudada com alternativa na redução do percentual de GA, visando o aumento da qualidade de grãos, e consequentemente a qualidade das rações devido a menor concentração de micotoxina nas rações.

No Brasil não existem fungicidas registrados para o controle da giberela na cultura do milho (Agrofit, 2016), porém nos Estados Unidos o princípio ativo protriocanazole (Proline®) já possui registro para supressão da giberela em milho, recomendado em pulverizações aéreas no estágio de R1 (emissão do estilo-estigma) até R2 (estilo-estigma com coloração marrom).

O presente estudo mostra que aplicações entre 2 a 5 dias após emissão do estilo-estigma resulta em menor severidade da PG. Novos estudos testando princípios ativos de fungicidas e doses são importantes para o controle da giberela, que permita garantir incremento no rendimento e na qualidade de grãos.

CONCLUSÕES

O momento de aplicação de fungicidas no espigamento do milho influencia na severidade da podridão de giberela. Aplicação realizada de forma preventiva propicia redução da severidade em comparação a aplicação curativa.

Explorar outras moléculas de fungicidas, dose, número de aplicações e inoculação de diferentes isolados de *F. graminearum* são alternativas futuras que devem ser estudadas para propiciar melhoria na qualidade de grãos de milho.

AGRADECIMENTOS

A Universidade do Estado de Santa Catarina pela concessão da bolsa de pesquisa.

Aos colegas do laboratório de fitopatologia pelo auxílio prestado.

REFERÊNCIAS

ANDRIOLLI, C.F. Controle químico da podridão de giberela em espigas de milho pela aplicação de fungicida no espigamento. **Dissertação de mestrado**, 72p., Lages, 2014.

BOUTIGNY, A.; WARD, T. J.; VANCOLLER, G. J.; FLETT, B.; LAMPRECHT, S. C.; O'DONNELL, L.; VILJOEN, A. Analysis of the *Fusarium graminearum* species complex from wheat, barley and maize in South Africa provides evidence of species-specific differences in host preference. **Fungal Genetics and Biology**. v. 48, n. 9, p. 914-920, 2011.

BRITO, A. H.; PEREIRA, J. L. A. R.; PINHO, R. G. V.; BALESTRE, M. Controle químico de doenças foliares e grãos ardidos em milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.11, n.1, p. 49-59, 2012.

CASA, R.T.; BOGO, A.; MOREIRA, É.N.; JUNIOR, P.R.K.; Época de aplicação e desempenho de fungicidas no controle da giberela em trigo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.6, p.1558-1563, nov-dez, 2007.

CASA, R.T.; REIS, E.M.; JUNIOR, P.R.K; HOFFMANN, L.L. Doenças do milho: **guia de campo para identificação e controle**. 3.ed.rev. atual. - Lages: Graphel, 86p. 2016.

DESJARDINS, A.; BUSMAN, M.; MANANDHAR, G.; JAROSZ, A.M.; MANANDHAR, H.K.; PROCTOR, R.H. Gibberella ear rot of maize (*Zea mays*) in Nepal: distribution of the mycotoxins nivalenol and deoxynivalenol in naturally and experimentally infected maize. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v.56, n. 13, p. 5428-5436, 2008.

EMBRAPA. **Informações Técnicas para Trigo e Triticale - Safra 2015**. Brasília, DF, 229p., 2014.

EMYGDIO B.M.; ROSA A.P.S.A.; TEIXEIRA M.C.C. **Indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no Rio Grande do Sul safras 2013/2014 e 2014/2015**. Embrapa, Brasília, DF. 124p. 2013.

JULIATTI, F.C.; ZUZA, J.L.; SOUZA, P.P.; POLIZEL, A.C.; Efeito do genótipo de milho e da aplicação foliar de fungicidas na incidência de grãos ardidos. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v.23, n.2, p. 34-41, 2007.

MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa 60/2011. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=1739574738> . Acesso em 20 de maio 2016.

MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons . Acesso em 30 de maio de 2016.

MUNKVOLD, G.P. Epidemiology of *Fusarium* diseases and their mycotoxins in maize ears. **European Journal of Plant Pathology**, v.109, p. 705-713, 2003.

REID, L. M.; BOLTON, A. T.; HAMILTON, R. I.; WOLDEMARIAN, T.; MATHER, D. E. Effect of silk age on resistance of maize to *Fusarium graminearum*. **Canadian Journal of Plant Pathology**, v. 14, p. 293-298, 1992.

REID, L. M.; HAMILTON, R. Effects of inoculation position, timing, macroconidial concentration, and irrigation on resistance of maize to *Fusarium graminearum* infection through kernels. **Canadian Journal of Plant Pathology**, v. 18, n. 3, p. 279-285, 1996.

REIS, E. M.; CASA, R.T. Sobrevivência de fitopatógenos. Vale, FXR; Jesus Junior, WC; Zambolim,

L.(Org.). **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte, p. 337-364, 2004.

REIS, E.M., CASA, R.T.; TONIN, R.B. O processo infeccioso. In: REIS, E.M. (Org.). **Seminário sobre Giberela em Cereais de Inverno**. Passo Fundo: Berthier, p. 55-72, 2011.

RITCHIE, S.W. HANWEY, I.I.; BERSON, G.O. **How a corn plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 26p. Special Report, 48. 1993.

WORDELL FILHO, J.; CASA, R. T. Doenças na cultura do milho. In: Wordell Filho J.A.; Elias H.T. (Eds). **A cultura do milho em Santa Catarina**. Florianópolis. Epagri. pp. 207-273. 2010.