

Efeito da Inoculação Artificial de *Stenocarpella maydis* em Diferentes Híbridos de Milho na Região Centro – Sul do Paraná

Diego Ary Rizzardi¹, Bruno Rodrigues de Oliveira², Omar Possatto Junior³, Evandrei Santos Rossi⁴, Marcelo Cruz Mendes⁵, Kathia Szeuzuk⁶ e Cacilda Márcia Duarte Rios Faria⁷ e Marcos Ventura Faria⁸

Universidade Estadual do Centro – Oeste do Paraná – UNICENTRO, Guarapuava, PR, Estudante de graduação, diegoragro@hotmail.com¹, bruno_br6@hotmail.com², estudante de pós graduação, omar.pj@hotmail.com³, _____estudante de graduação,rossi.es@hotmail.com⁴, Professor Adjunto, mcmendes@unicentro.br⁵, estudante de graduação, katyylinda2007@hotmail.com⁶, cfaria@unicentro.br⁷, mfaria@unicentro.br⁸

RESUMO – O presente trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento de oito híbridos comerciais de milho, com e sem a inoculação de *Stenocarpella maydis*, visando avaliar a tolerância a podridão de grãos e seus efeitos nas características agrônômicas na região Centro-Sul do Paraná. O experimento foi conduzido na área experimental do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual do Centro – Oeste (UNICENTRO), no município de Guarapuava – PR, na safra 2011/2012. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 8x2, sendo oito híbridos de milho (com diferentes níveis de susceptibilidade ao fungo) e duas inoculações (sem e com inoculação artificial do fungo *Stenocarpella maydis*), em três repetições. A inoculação foi realizada no florescimento da planta, por meio da deposição de 5 ml por espiga de uma suspensão de conídios, cerca de 10 dias após as plantas apresentarem estilo-estigma desenvolvidos. As características avaliadas foram: porcentagem de grãos ardidos, peso de 1000 grãos e produtividade de grãos. Existe diferença na suscetibilidade ao fungo *Stenocarpella maydis* para os híbridos de milho avaliados, sendo evidenciada com a inoculação artificial. A inoculação artificial com o fungo *Stenocarpella maydis* aumentou a porcentagem de grãos ardidos e reduziu a produtividade de grãos, independente do híbrido de milho avaliado.

Palavras-chave: *Zea mays* L., podridão branca, grãos ardidos, monocultura.

Introdução

No Brasil, o milho se destaca entre as principais culturas agrícolas de importância econômica. Na safra do ano de 2010/2011 (verão e safrinha), a produção total foi de 57,514 milhões de toneladas em uma área de 13,838 milhões de ha⁻¹ com uma produtividade média de 4,156 kg ha⁻¹ (CONAB, 2012).

Na região Centro-Sul do Paraná, o milho é uma cultura de grande potencial produtivo, devido às condições edafoclimáticas favoráveis e o padrão de tecnologia adotado pelos produtores. Em todo o seu ciclo de vida, o milho sofre com o ataque de doenças que proporcionam a redução do seu potencial produtivo (SHURTLEFF, 1992), com destaque para as doenças fúngicas (WHITE, 1999). Dentre os quais, podem causar podridões de espiga, cujo destaque são *Stenocarpella maydis* (*Diplodia maydis*), *Fusarium moliniforme* e *Giberella zeae*. Esses microorganismos atuam sobre as espigas, acarretando em uma série de doenças

que são conhecidas como complexo de “Grão Ardido”. O efeito destes microorganismos quando associados ao grão de milho, durante a pré e pós-colheita (Embrapa, 2005) trazem como consequência a redução de peso e qualidade, bem como a presença de micotoxinas que atuam negativamente na fisiologia de animais que por ventura se alimentem destes grãos (REIS & CASA, 1996).

Dentro do complexo de grão ardido destaca-se a podridão branca da espiga, causada por *Stenocarpella maydis*. Seus efeitos são negativos sobre a produtividade e qualidade dos grãos. Neste último caso, devido à síntese de micotoxinas (metabólitos fúngicos) que reduzem a qualidade nutricional do grão, destinado a rações e outros derivados (MOLIN & VALENTINI, 1999). Na literatura, existe uma discordância entre autores sobre a síntese de micotoxinas por *Stenocarpella* spp. havendo trabalhos que não indicam a síntese por esses fungos (SHURTLEFF, 1992; WHITE, 1999) enquanto outros referem-se a produção de uma toxina chamada Diplodiol (CUTLER *et al.*, 1980).

Os sistemas de monocultivo e plantio direto beneficiam a sobrevivência e o aumento do inóculo destes patógenos (ZAMBOLIN *et al.*, 2000). A região Sul do país apresenta condições ambientais favoráveis para o desenvolvimento desses fungos, com temperaturas médias diárias ($25^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$) e noites amenas ($12\pm 2^{\circ}\text{C}$) (PEREIRA, 1995). A tolerância máxima de grão ardido dentro da amostra no Brasil é de 6%, enquanto que para exportação o limite é ainda menor (PINTO, 2001).

Com isso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento de oito híbridos comerciais de milho, com e sem a inoculação de *S. maydis*, visando avaliar a tolerância a podridão de grãos e seus efeitos nas características agrônômicas na região Centro-Sul do Paraná.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na área experimental de grandes culturas do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual Centro – Oeste (UNICENTRO, *campus* CEDETEG) localizada no município de Guarapuava – PR ($25^{\circ} 23' 36''\text{S}$; $51^{\circ} 27' 19''\text{O}$ e altitude de 1120 m). O solo da área experimental é classificado como Latossolo Bruno Distroférrico Típico, textura muito argilosa (EMBRAPA, 2006).

A instalação do experimento foi realizada em 26/10/2011, em área de cobertura vegetal dessecada, onde é comum a prática de sucessão de culturas, com plantio de milho após milho. Foram utilizados 8 híbridos de milho, sendo 7 geneticamente modificados (FórmulaH,

DKB390Y, P30K64H, 2B604H, P30R50H, 2B710H e P30F53H) e 1 convencional (DKB245) divididos em dois grupos, de acordo com a tolerância do genótipo aos fungos causadores das podridões de grãos. (Tabela 1).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, conduzido em fatorial duplo, (8x2), sendo, (8 híbridos comerciais de milho submetidos ou não a inoculação com o fungo *S. maydis*) em 3 repetições. A inoculação foi realizada no florescimento da planta, por meio da deposição de 5 ml por espiga de uma suspensão de conídios, cerca de 10 dias após as plantas apresentarem estilo-estigma pronunciados (BENSCH et al., 1992). Essa suspensão foi calibrada com auxílio da câmara de Neubauer. A inoculação foi na concentração de $4 \times 10^4 \text{ ml}^{-1}$ de conídios foi realizada na região da bainha, entre o colmo e a espiga e acima do pedúnculo, com auxílio de seringa de vacinação graduada. As parcelas experimentais constaram de 4 linhas de 5 m e com espaçamento de 0,8 m entre linhas para cada material, de maneira que somente as 2 linhas centrais receberam ou não o tratamento inoculação.

As características agrônômicas foram porcentagem de grãos ardidos, peso de 1000 grãos e produtividade de grãos, tendo o valor de umidade corrigido para 13% em cada unidade experimental. Os dados foram submetidos às análises de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade, com auxílio do software SISVAR 5.0 (FERREIRA, 2000).

Resultados e Discussão

Com base na análise de variância, houve diferenças significativas para as características avaliadas: porcentagem de grãos ardidos, peso de 1000 grãos e produtividade de grãos, sendo que a interação entre híbridos x inoculação foi significativa para todas as características avaliadas. Considerando o efeito isolado da inoculação nota-se que, quando inoculados, os híbridos em média apresentaram uma maior porcentagem de grãos ardidos, chegando ao valor de 36,96%, em contrapartida quando não inoculados, a porcentagem reduziu para 9,73%, ficando evidenciado uma diferença significativa de 27,23% (Tabela 2). Além de ocasionar redução na qualidade dos grãos, a inoculação afetou de maneira negativa as características quantitativas avaliadas. Quando não inoculados os híbridos apresentaram como média geral para peso de 1000 grãos o valor 340,96 g e quando inoculados obteve-se uma média de 308,41 g condicionando uma perda em 32,55 g (Tabela 3). A produtividade média dos híbridos foi reduzida de 12022,07 kg ha⁻¹ quando não inoculação para 11142,74 kg ha⁻¹ em presença

da inoculação (Tabela 3).

Para a variável grãos ardidos, no tratamento sem inoculação, não houve diferenças significativas entre os genótipos, sendo que o híbrido 2B604H teve a maior porcentagem de grãos ardidos(14,33%), (Tabela 2). Vale salientar que esse híbrido é considerado suscetível à podridão de grãos. O híbrido DKB245H foi o que apresentou menor média de porcentagem de grãos ardidos para esse tratamento (Tabela 2).

Os híbridos DKB390Y, P30K64H e 2B710H, todos estes pertencentes ao grupo dos materiais suscetíveis, foram os que apresentaram maiores porcentagens de grãos ardidos quando inoculados com o fungo *Stenocarpella maydis* (Tabela 2). Esses mesmos genótipos, sofreram um acréscimo no seu valor de grãos ardidos de 62,05, 56,47 e 50,03% respectivamente, quando submetidos à inoculação. Mendes et al. (2011) obtiveram resultados similares ao deste trabalho, quando encontraram valores de incidência do fungo *S. maydis* superiores à média dos demais genótipos, sendo que o híbrido DKB390 apresentou elevada porcentagem de grãos ardidos, 59%. Aumentos de incidência de grãos ardidos podem também se relacionar com o aumento da maior disponibilidade de inóculo nos restos culturais, uma vez que esporos podem ser liberados e transportados pelo vento até os sítios de infecção, como relatado por Mario e Reis (2003). Os resultados obtidos neste experimento corroboram com os resultados obtidos por Wisner et al. (1960) relatando a inexistência de resistência completa para o fungo a *S. maydis* nos germoplasmas comerciais. Em condições controladas (“Blotter Test”), Mendes et al. (2011) encontraram resultados similares ao deste trabalho com a utilização da inoculação artificial dos fungos causadores do complexo de grãos ardidos.

Para peso de 1000 grãos não ocorreram diferenças significativas entre os híbridos para o tratamento sem inoculação, sendo os valores numéricos maiores para o híbrido P30R50H, considerado tolerante e menor pra o híbrido FórmulaH cujos os valores foram 388,15 g e 309,23 g (Tabela 3). Para os tratamentos com inoculação, houve diferenças significativas entre os genótipos, sendo que o híbrido 2B710H apresentou menor peso de 1000 grãos (230,62 g) (Tabela 3). No entanto, os materiais P30R50H e DKB245H obtiveram as melhores médias, mas não diferindo entre si (Tabela 3). Houve interação significativa híbrido x inoculação para peso de 1000 grãos, dessa forma os híbridos DKB390Y, P30K64H e 2B710H apresentaram um decréscimo de 65,94; 60,52 e 90,93 g no peso de 1000 grãos, quando submetidos à inoculação. De acordo com Reis & Casa (1996; 1999) na região Sul do país, a podridão branca da espiga ocorre com elevada frequência, ocasionando danos na produtividade e na qualidade dos grãos.

Para a característica produtividade de grãos no tratamento testemunha, os materiais diferiram entre si (Tabela 3), sendo que os híbridos FórmulaH, P30K64H, DKB245H, P30R50H e o P30F53H mostraram os melhores desempenhos, mas não diferindo entre si, com destaque para o genótipo P30F53H que alcançou o maior índice com 13049,33 kg ha⁻¹ (Tabela 3). Para o tratamento com inoculação, houve diferenças entre os materiais, sendo que a menor produtividade ficou para o híbrido DKB390Y com 7797,00 kg ha⁻¹ e o maior desempenho foi do P30R50H com 13223,00 kg ha⁻¹ (Tabela 3). Esse material possui a característica de ser tolerante a grãos ardidos, refletindo em produtividade estatisticamente igual quando submetido a inoculação frente ao tratamento testemunha. Tal fato pode ser explicado, que esse fungo está relacionado com perdas na qualidade do grão e nem sempre associados a perdas em produtividade (Mendes et al., 2009).

Assim, quando inoculados os híbridos DKB390Y, P30K64H e 2B710H, ocorreu uma interação significativa híbridos x inoculação, proporcionando uma redução em produtividade de: 2732,66 kg ha⁻¹, 1705,00 kg ha⁻¹ e 2717,66 kg ha⁻¹, evidenciando o efeito da inoculação na produtividade desses híbridos.

Vale salientar que para as condições de Guarapuava, localizada na região Centro – Oeste do Estado PR, que esse ano de safra 2011/2012 foi considerado um ano atípico para a característica grãos ardidos, sendo que nos primeiros dias após a inoculação não ocorreram precipitações pluviométricas, no entanto a umidade relativa do ar favoreceu a germinação dos conídios, que influenciou no aumento da porcentagem de grãos ardidos, redução no peso de 1000 grãos e, por conseguinte, produtividade de grãos.

Conclusão

Existe diferença na suscetibilidade ao fungo *Stenocarpella maydis* para os híbridos de milho avaliados, sendo evidenciada com a inoculação artificial.

A inoculação artificial com o fungo *Stenocarpella maydis* aumentou a porcentagem de grãos ardidos e reduziu a produtividade de grãos, independente do híbrido de milho avaliado.

Literatura Citada

BENSCH, M.J., VAN STADEN, J. & RIJKENBERG, J.H.F. **Time and site of inoculation of maize for optimum infection of ears by *Stenocarpella maydis*. Journal of Phytopathology** 136:265-269. 1992.

CONAB. Indicadores da Agropecuária. Brasília, DF, 2005. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em 21 Abril 2012.

CUTLER, H.G., CRUMLEY, F.G., COX, R.H., COLE, R.J., DORNER, J.W., LATTERELL, F.M. & ROSSI, A.E. **Diplodiol: a new toxin from *Diplodia macrospora***. *Journal Agricultural Food and Chemistry* 28:135-138. 1980.

EMBRAPA. Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de classificação de Solos**. 2.ed. Brasília, 2006. 306p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sete Lagoas, MG, 2005. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/489277/1/Circ66.pdf>. Acesso em 07 Maio 2012.

FERREIRA, D.F. **SISVAR Sistemas de análises de variância para dados balanceados: programa de análises estatísticas e planejamento de experimentos**. Versão 4.3. Lavras: UFLA/DEX, 2002. Software.

MARIO, J.L. & REIS, E.M. **Quantificação do inóculo de *Diplodia macrospora* e de *D. maydis* em restos culturais, no ar e sua relação com a infecção em grãos de milho**. *Fitopatologia Brasileira* 28:143-147. 2003.

MENDES, M.C. **Micotoxinas, aspectos químicos e bioquímicos relacionados a grãos ardidos em híbridos de milho**. Tese de Doutorado. Lavras, MG. UFLA, 2009.

MENDES, M.C.; VON PINHO, R.G.; MACHADO, J.C.; ALBUQUERQUE, C.J.B.; FALQUETE J.C.F., **Qualidade sanitária de grãos de milho com e sem inoculação a campo dos fungos causadores de podridões de espiga**. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 35, n. 5, p. 931-939, 2011.

MOLIN, R. & VALENTINI, M.L. **Simpósio sobre micotoxinas em grãos**. Fundação Cargill, Fundação ABC, 1999.

PEREIRA, O.A.P. **Situação atual de doenças da cultura do milho no Brasil e estratégias de controle**. In: Resistência Genética de Plantas a Doenças. Piracicaba. Departamento de Genética, Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Universidade de São Paulo. 1995. pp.25-30.

PINTO, N. F. J. A. **Qualidade sanitária de grãos de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. 4p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 30).

REIS, E.M., CASA, R.T., **Manual de identificação de doenças de milho**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. 80 p.

REIS, E.M. & CASA, R.T. **Ciclos biológicos e epidemiologia: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Diplodia* e *Fusarium***. In: Molin, R. & Valentini, M.L. (eds) **Simpósio Sobre Micotoxinas em Grãos**. Fundação Cargill, Fundação ABC, 1999. p.21-39.

SANTÚRIO, J.M. **Minimizando perdas e/ou uso de ingredientes não contaminados por micotoxinas**. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE AVICULTURA, 18., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, RS: Universidade Federal de Santa Maria, 2003. 1 CD

ROM.

SHURTLEFF, M.C. **Compendium of corn diseases**. Saint Paul MN. American Phytopathological Society. 1992. 105p.

ZAMBOLIM, L. et al. Sistema plantio direto e doenças em plantas. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v.25, n.4, p.585-595, 2000.

WHITE, D.G. **Compendium of corn diseases**. 3th Edition. Saint Paul MN. American Phytopathological Society. APS Press. 1999.

TABELA 1. Características dos híbridos que vão ser usados no experimento e reação de resistência ao fungo *Stenocarpella maydis*.

Híbrido	Base Genética	Empresa	Resistência
DKB245	HS	DEKALB	T
FÓRMULAH	HS	SYNGENTA	T
P30R50H	HS	PIONNER	T
2B604H	HS	DOW AGROSCIENCES	T
DKB390-Y	HS	DEKALB	S
P30K64H	HS	PIONNER	S
P30F53H	HS	PIONNER	S
2B710H	HS	DOW AGROSCIENCES	S

T – Tolerante ; S – Suscetível

TABELA 2. Valores da porcentagem grãos ardidos de oito híbridos comerciais, sem inoculação e submetidos à inoculação com o fungo *Stenocarpella maydis*.

Híbrido	Grãos Ardidos %	
	Sem Inoculação	Com Inoculação
Fórmula	7,51aA	13,73aA
DKB390	13,66aA	75,71bB
P30K64	6,73aA	63,20bB
2B604	14,33aA	24,20aA
DKB245	6,50aA	17,00aA
P30R50	8,19aA	22,95aA
2B710	11,88aA	61,91bB
P30F53	9,10aA	17,03aA
Média	9,73A	36,96B
CV %	38,10%	

Médias seguidas de letras distintas minúsculas na coluna diferem pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$); Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na linha diferem entre si pelo Teste F ($P < 0,05$).

TABELA 3. Valores médios de peso de 1000 grãos e produtividade de grãos de oito híbridos comerciais, sem inoculação e submetidos a inoculação com o fungo *Stenocarpella maydis*.

Híbridos	Peso de 1000 grãos (g)		Produtividade (kg ha ⁻¹)	
	Sem Inoculação	Com Inoculação	Sem Inoculação	Com Inoculação
DKB245	351,05aA	366,28dA	12219,66bA	12879,33cA
Fórmula	309,23aA	286,94bA	12715,33bA	12855,00cA
P30R50	388,15aA	386,89dA	12699,33bA	13223,00cA
2B604	323,18aA	296,66bA	11391,33aA	10634,66bA
DKB390	348,24aA	282,30bB	10529,66aA	7797,00aB
P30K64	345,04aA	284,52bB	12167,33bA	10462,33bB
P30F53	341,28aA	333,13cA	13049,33bA	12609,66cA

2B710	321,55aA	230,62aB	11398,66aA	8681,00aB
Média	340,96 A	308,41B	12022,07A	11142,74B
CV %	7,17		8,42	

Médias seguidas de letras distintas minúsculas na coluna diferem pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$); Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na linha diferem entre si pelo Teste F ($P \bullet 0,05$).