

Variabilidade Genética de Linhagens em Relação à Tolerância a Grãos Ardidos¹
Juan Rodrigues Privatte¹, Gabriella Santos Pereira¹, Renzo Garcia Von Pinho¹, Luiz Antonio Yanes Bernardo Júnior¹ e Gabriel Ribeiro Mumbach¹

¹Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, juanrp@agronomia.ufla.br, gabipereira87@yahoo.com.br, renzo@dag.ufla.br, luiz_yanes@hotmail.com, gabrielmumbach@agronomia.ufla.br

RESUMO - A incidência de fungos causadores dos “grãos ardidos” teve grande aumento no Sul de Minas Gerais nos últimos anos. O fungo *Fusarium verticillioides*, que ocorre com maior frequência em lavouras de milho, é o principal causador desta doença. Por se tratar de uma doença de final de ciclo, o controle químico dos grãos ardidos não é eficaz, sendo a utilização de cultivares tolerantes à esta doença a melhor medida de controle. Conduziu-se este trabalho com o objetivo de avaliar a tolerância de linhagens de milho quanto aos grãos ardidos. O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Lavras/Departamento de Agricultura, em delineamento de blocos completos casualizados, com três repetições e 30 tratamentos. Foi inoculado uma suspensão contendo 2×10^5 conídios ml^{-1} de *F. verticillioides*. Foi possível discriminar as linhagens de milho tolerantes e suscetíveis aos grãos ardidos. As porcentagens médias de grãos ardido variaram de 4,38 a 34,54. A herdabilidade média para o caráter foi de 71,6%. As linhagens de milho estudadas apresentam variabilidade genética entre si para a característica de tolerância a grãos ardidos causados por *Fusarium verticillioides*.

Palavras-chave: *Fusarium verticillioides*, herdabilidade, acurácia seletiva, melhoramento de milho.

Introdução

Nos últimos anos tem sido observada no Sul de Minas Gerais uma maior incidência de fungos que provocam o aparecimento de “grãos ardidos” em milho. Este fato é devido ao aumento das áreas de cultivo desta cultura sob sistemas de plantio direto, associado à falta de rotação de culturas, ao monocultivo e as condições climáticas favoráveis (CASA et al., 2006). Os principais fungos causadores de grãos ardidos em milho são o *Fusarium verticillioides*, *Gibberella zeae*, *Diplodia maydis* e *Diplodia macrospora*. Dentre estas espécies *F. verticillioides* destaca-se das demais por ocorrer em maior frequência.

Estes fungos provocam perdas na produção e na qualidade dos grãos e ainda produzem micotoxinas. Estas substâncias causam efeitos tóxicos agudos ou crônicos tanto em animais quanto em humanos (SILVA et al., 2008). Diante disto há uma certa restringência à comercialização de grãos com micotoxinas, sendo que os valores máximos aceitáveis de grãos ardidos são de 2% para a exportação e de 6% para o mercado interno. Por se tratar de uma doença de final de ciclo, o controle químico não é muito eficiente.

¹Trabalho realizado com o apoio financeiro da CNPq e Fapemig

Assim o uso de genótipos resistentes a este fungo é a alternativa mais recomendada para evitar a colonização de grãos por este patógeno. Diante disto, o objetivo neste trabalho foi avaliar linhagens de milho quanto à tolerância a grãos ardidos causados por *F. verticillioides*.

Material e Métodos

Foi instalado um experimento na área experimental do Departamento de Agricultura (DAG) da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Foi avaliado o comportamento de 30 linhagens obtidas a partir de uma mesma população, do banco ativo de germoplasma de milho da Universidade Federal de Lavras, em relação à incidência do fungo *Fusarium verticillioides*.

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos completos casualizados, com três repetições e 30 tratamentos. Cada parcela foi constituída de duas linhas de cinco metros de comprimento espaçadas de 0,8 m.

As adubações e os tratos culturais e fitossanitários foram realizados nas épocas adequadas, de acordo com as necessidades da cultura.

O inóculo de *F. verticillioides* foi proveniente da micoteca da Embrapa Milho e Sorgo. Trata-se de uma raça que ocorre com bastante frequência na região e que causa a podridão dos grãos.

A replicação do inóculo foi feita no Laboratório de Micologia do Departamento de Fitopatologia da UFLA. Os isolados foram crescidos em meio BDA (batatadextrose-ágar), durante sete dias antes da inoculação. No dia da inoculação, o meio contendo o inóculo foi diluído em água destilada. A suspensão de conídios foi ajustada através da contagem em câmara de Neubauer para 2×10^5 conídios ml^{-1} .

A inoculação do *F. verticillioides* foi feita quarenta dias após 100% das plantas da parcela ter emitido o estilo-estigma. Foi inoculado um ml de uma suspensão com 2×10^5 conídios ml^{-1} dentro de cada espiga, com utilização de uma pipeta.

Após a colheita foi avaliada a porcentagem de grãos ardidos conforme o procedimento proposto por portaria nº11, de 12/04/96, Brasil (1996). O método consiste na separação visual e na determinação da porcentagem de grãos com sintomas de descoloração em mais de um quarto da sua superfície total, a partir de uma amostra de 230 g de grãos por parcela.

O modelo estatístico foi:

$$Y_{ij} = \mu + l_i + b_j + e_{ij}$$

Y_{ijk} : é o valor observado na parcela que recebeu a i-ésimo linhagem;
 μ : é o efeito de uma constante comum a todos as observações;
 li : é o efeito aleatório da i-ésima linhagem;
 bj : é o efeito aleatório do j-ésimo bloco;
 eij : é o efeito do resíduo.

Os dados obtidos foram submetidos a análises de variância pelo software R (R Project for Statistical Computing) versão 2.15.0 (2012).

As herdabilidades (h^2) no sentido amplo, na média das cultivares, foram estimadas, utilizando da expressão citada por Ramalho et al., 2000:

$$h^2_m = (\sigma_g^2 / \sigma_f^2) \times 100$$

Em que:

h^2_m : herdabilidade média estimada;
 σ_g^2 : variância genética entre as linhagens
 σ_f^2 : variância fenotípica entre as linhagens

Sendo as expressões utilizadas para estimar as variâncias:

σ_g^2 : $(Q_1 - Q_2)/r$
 σ_f^2 : Q_1/r

Em que:

Q_1 : quadrado médio da fonte de variação de linhagens
 Q_2 : quadrado médio do resíduo
 r : número de repetições.

Foi estimada também a acurácia seletiva como medida de precisão experimental Cargnelutti Filho & Storck(2009).

Resultados e Discussão

O método de inoculação de *Fusarium verticillioides* foi eficiente para discriminar as linhagens de milho quanto a tolerância a grãos ardidos. Este resultado corrobora com (MENDES et al.,2011), porém estes autores utilizaram outra metodologia de obtenção e inoculação de *F. verticillioides* e estudaram o nível de severidade em híbridos comerciais.

O resultado observado na análise de variância neste trabalho indicou que existe variabilidade genética entre as linhagens (Tabela 1). Portanto podem ser utilizadas em programas de melhoramento de milho que visam obter genótipos resistentes a grãos ardidos causados por este fungo. As porcentagens média de grãos ardido variaram de 4,38 a 34,54 (Tabela 2).

A herdabilidade média para o caráter estudado foi de 71,6%. A alta magnitude desta estimativa obtida neste trabalho corrobora com a obtida por ROBERTSON et al.(2006), 80%, também para caráter de resistência ao *F. verticillioides*.

Alta magnitude da estimativa de herdabilidade indica correspondência entre o valor fenotípico e o valor genético. Isto é altamente desejável para se ter um maior ganho com a seleção.

A perda da qualidade dos grãos e a produção de micotoxinas causadas por fungos causadores desta doença, associadas à dificuldade de controle da doença (RIBEIRO et al.,2005), tornam a característica de resistência desejável em híbridos de milho, despertando o interesse das empresas de melhoramento.

A diferença entre o nível de tolerância de genótipos milho a outros fungos do “complexo grão ardido” foram constatadas por outros autores (ROBERTSON et al.(2006), PINTO et al.,2006; RIBEIRO et al., 2005; CASA et al., 2007; MENDES et al., 2011, MARTIN et al., 2012).

Conclusão

As linhagens de milho estudadas apresentam variabilidade genética entre si para a característica de tolerância a grãos ardidos causados por *Fusarium verticillioides*.

Literatura Citada

Cargnelutti Filho, A. & Storck, L. Medidas do grau de precisão experimental em ensaios de competição de cultivares de milho. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.44, n.2, p.111-117, fev. 2009.

CASA, R. T., REIS, E. M.; ZAMBOLIM, L. Doenças do Milho Causadas por Fungos do Gênero *Stenocarpella*. Fitopatologia Brasileira, v. 31, n. 5, p. 427- 439, set, 2006.

CASA, R.T.; MOREIRA, E.N.; BOGO, A.; SANGOI, L. Incidência de podridões do colmo, grãos ardidos e rendimento de grãos em híbridos de milho submetidos ao aumento na densidade de plantas. Summa Phytopathologica, v.33, n.4, p.353-357, 2007.

MARTIN, M.; SCHIPPRACK, W.; MIEDANER, T.; DHILLON, B.S.; KESSEL, B.; OUZUNOVA, M.; MELCHINGER, A. E. Variation and covariation for Gibberella ear rot resistance and agronomic traits in testcrosses of doubled haploid maize lines. Euphytica, volume 185, number 3, 2012, 441-451.

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. Ciencia Agrotec., Lavras, v.35, n.5, p.931-939, set./out., 2011.

PINTO, N.F.J. DE A. Podridão branca da espiga de milho. Sete lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 6 p.(Milho e Sorgo. Comunicado técnico, 141).

RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.dos; PINTO, C.A.B.P. **Genética na agropecuária**. 2. ed. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000.472p.

RIBEIRO, N.A.; CASA, RT; 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*, Santa Maria, v35, n.5, p.1003-1009, set-out, 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 science*, vol. 46, january–february 2006.

SILVA, C. S.; COUTO, H. P.; FERREIRA, R. A.; FONSECA, J. B.; GOMES, A. V. C.; SOARES, R. T. R. N. Valores nutricionais de milhos de diferentes qualidades para frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v. 37, n. 5, p. 883-889, 2008.

SOFTWARE R PROJECT FOR STATISTICAL COMPUTING, version 2.15.0, 2012, <http://www.r-project.org/>.

Tabela 1. Análise de variância para % de graos ardidos em milho.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr(>F)
Linhagem	29	4366,3	150,563	3,5245	2,212e-05 ***
Bloco	2	6,7	3,370	0,0789	0,9242
Residuals	58	2477,7	42,719		

rgg = 0,5326
rgg = $\bullet 1-1/Fc$

Tabela 2. Porcentagem média de grãos ardidos em amostras de 230g de grãos de 30 linhagens de milho.

Tratamento	Porcentagem média de grãos ardidos
3	17,10
9	15,79
12	26,87
17	20,18
22	9,78
24	15,76
25	24,99
26	15,02
30	15,03
31	20,66
37	11,31
40	27,09
43	15,44
44	20,92
45	25,07
57	20,68
58	6,84
59	12,38
63	19,24
64	23,92
65	16,89
70	14,80
81	27,54
83	34,54
84	23,09
91	4,38
93	14,60
99	17,38
G2	13,69
G3	33,15