

Resistência Genética e Características de Espigas na Incidência de Grãos Ardidos em Milho.

Gabriella Máximo Claudino Costa¹, Rodrigo Vêras da Costa², Luciano Viana Cota³, Dagma Dionísia da Silva⁴, Lauro José Moreira Guimarães⁵, Osni Alves da Silva⁶, Marielle Martins Marcondes⁷, Talita Coeli Dangelis de Aparecida Ramos⁸, Fabrício Eustaquiu Lanza⁹, Carla Lima Corrêa¹⁰ e Lorena de Oliveira Moura¹¹

^{1,8}Unifem, Sete Lagoas, MG, galbismaximo@gmail.com, talita.tchely@hotmail.com ^{2,3,4,5,6}Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. veras@cnpms.embrapa.br, lvkota@cnpms.embrapa.br, dagma@cnpm.embrapa.br, lauro@cnpms.embrapa.br e osni@cnpms.embrapa.br, ⁷Mestranda, UNICENTRO, Guarapuava, PR. m_lelinha@hotmail.com, ⁹Doutorando-UFV, Viçosa, MG. falanza@gmail.com, ¹⁰Pós-doutoranda, UFLA, Lavras, MG. correa.carla@yahoo.com.br, ¹¹UFSJ, Sete Lagoas, MG. lorena.om@hotmail.com

RESUMO - Neste trabalho, objetivou-se avaliar a influência do nível de empalhamento e da decumbência de espigas na incidência de grãos ardidos em milho e a identificação de fungos fitopatogênicos associados às podridões de espiga. O experimento foi realizado em campo e foram utilizadas 13 linhagens elite do programa de melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com três repetições. A quantificação da incidência de grãos ardidos foi determinada pelo método da separação visual dos grãos com sintomas de descoloração, causada pela infecção por fungos fitopatogênicos. A maior incidência de grãos ardidos para peso e número de grãos ardidos (PGA e NGA, respectivamente) foi observada na linhagem 5 (L5), com média de 1,85% e 2,00%, respectivamente. Não foi verificada diferença significativa na incidência de grãos ardidos para a variável empalhamento. As espigas não decumbentes apresentaram as maiores incidências de grãos ardidos, cujas médias foram de 0,91% e 1,01%, para PGA e NGA, respectivamente. Os principais fungos presentes nos grãos ardidos foram *Fusarium* spp. e *Penicillium* spp.

Palavras-chave: *Zea mays*, empalhamento, decumbência, podridão da espiga.

Introdução

O milho (*Zea mays* L.) é largamente cultivado e consumido em todos os continentes, com produção mundial de cerca de 600 milhões de toneladas, inferior apenas às do trigo e do arroz. Os Estados Unidos, a China e o Brasil são os maiores produtores mundiais (OLIVEIRA et al., 2009). Apesar de ser o terceiro maior produtor do cereal, o Brasil possui uma média de produtividade considerada baixa (3.352 kg ha⁻¹) quando comparada com a China (4.933 kg ha⁻¹) e com os Estados Unidos (8.672 kg ha⁻¹) (DUARTE, 2008).

Dentre os fatores que afetam a produtividade e a qualidade dos grãos, destacam-se as podridões de espigas, causadas por fungos presentes no campo, resultando na incidência de grãos ardidos. Os grãos de milho são considerados ardidos quando ocorre a descoloração de pelo menos um quarto de sua superfície, com descolorações variando entre marrom-claro, marrom-escuro, roxo, vermelho-claro e vermelho-escuro (PINTO et al., 2007). Os principais patógenos fúngicos que causam grãos ardidos em milho são: *Stenocarpella maydis* (= *Diplodia*

maydis), *Stenocarpella macrospora* (= *Diplodia macrospora*), *Fusarium verticillioides*, *Fusarium subglutinans*, *Fusarium graminearum*, *Gibberella zeae*, *Penicillium* spp. e *Aspergillus* spp. (PINTO et al., 2007). A ocorrência de grãos ardidos tem sido um dos principais problemas enfrentados pelos produtores de milho em todo país, pois toneladas de grãos desse cereal podem ser rejeitadas ou ter seu preço de mercado reduzido quando apresentam nível de grãos ardidos acima do limite máximo tolerado (BRASIL, 2009). Além das perdas na quantidade e na qualidade dos grãos, alguns desses patógenos são produtores de micotoxinas, metabólitos secundários altamente tóxicos, que constituem sérios riscos à saúde humana e animal. Os fungos principais produtores de toxinas em milho são espécies dos gêneros *Fusarium*, responsáveis pela produção de fumonisinas, deoxinivalenol, toxina T-2 e zearalenona, *Aspergillus*, responsáveis pela produção de aflatoxinas e ocratoxina e *Penicillium* spp., os quais produzem a micotoxina ocratoxina (KAWASHIMA; SOARES, 2006). As cultivares de milho apresentam características e diferenças com relação à resistência aos fungos que causam podridão de espigas, características que podem ser ferramentas no manejo desses fungos. Estas diferenças podem estar relacionadas com algumas características de espigas, como o nível de empalhamento e a decumbência. Diante disso, o presente trabalho objetivou avaliar a influência do nível de empalhamento e da decumbência das espigas na incidência de grãos ardidos em milho e a identificação de fungos fitopatogênicos associados às podridões de espiga.

Material e Métodos

Foram utilizadas 13 linhagens elites, nomeadas de L1 até L13, originadas do programa de melhoramento de milho da Embrapa Milho e Sorgo. O experimento foi realizado na Embrapa Milho e Sorgo em novembro de 2010. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com três repetições. A parcela experimental foi composta por duas linhas de 5 metros com espaçamento de 0,8 metros entre as linhas. A avaliação do empalhamento das espigas foi realizada no campo na fase de maturação fisiológica dos grãos e consistiu em utilizar uma escala de notas variando de 1 a 5, sendo 1 a nota para o melhor empalhamento e 5 a nota para pior empalhamento. Para a avaliação da decumbência foi utilizada uma escala de notas variando também de 1 a 5, sendo 1 para a total decumbência da espiga e 5 para as espigas não decumbentes. As notas foram dadas a todas as espigas colhidas de 8 a 10 espigas de cada parcela. Para a quantificação dos grãos ardidos foram colhidas, ao final do ciclo, de 2 a 5 espigas de cada parcela. As espigas coletadas foram despalhadas, debulhadas manualmente

e enviadas para o Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Milho e Sorgo para análise. As amostras de grãos foram pesadas e os grãos separados, visualmente, em ardidos e sadios. Baseado no número total e no peso de grãos calculou-se a percentagem de grãos ardidos em peso (PGA) por amostra.

A partir dos grãos considerados ardidos, foram realizados testes de patologia de sementes de acordo com a metodologia descrita para regra de análise de sementes (RAS), que apresentavam visualmente sintomas de descoloração em mais de um quarto da superfície, causados pela infecção de fungos. Em seguida, procedeu-se a desinfestação dos grãos com hipoclorito de sódio a 2%, durante 5 minutos, e três lavagens com água destilada esterilizadas. Posteriormente, os grãos foram colocados em uma caixa do tipo *gerbox*, previamente desinfestadas com álcool a 70%, contendo papel de filtro esterilizado e umedecido com água/Agar. As amostras foram mantidas por 24 horas em temperatura ambiente para dar início ao processo biológico de germinação dos grãos, e por mais 24 horas em *freezer* com a temperatura de -5 °C, para a paralisação da germinação. Em seguida, os *gerbox* foram transferidos para câmara de incubação, permanecendo por 10 a 12 dias à temperatura de 24 °C, para propiciar o crescimento dos fungos. A identificação e quantificação dos patógenos fúngicos associados aos grãos foram realizadas com o auxílio de microscópio estereoscópio e microscópio binocular.

Para a análise estatística, os valores de percentagem de grãos ardidos (PGA), número de grãos ardidos (NGA) e da incidência de fungos foram transformados em $\sqrt{Y + 0.5} - \sqrt{Y + 0.5}$ e submetidos à análise de variância. As médias, quando necessário, foram comparadas entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Foram observadas diferenças significativas entre as treze linhagens elites utilizadas em relação à percentagem de PGA e NGA (Figura 1). Para ambas as variáveis PGA e NGA, a linhagem 5 (L5) foi a mais suscetível e as linhagens 9 e 1 (L9 e L1) as mais resistentes. As demais linhagens apresentaram níveis intermediários de resistência ou suscetibilidade.

Com relação às características das espigas, foi verificada uma incidência de grãos ardidos em peso (PGA), significativamente, maior nas espigas não decumbentes quando comparada às demais características das espigas (Figura 2). As espigas não decumbentes apresentaram os maiores valores de incidência de PGA. As espigas caracterizadas como bem ou mal empalhadas apresentaram valores intermediários de PGA. Para a variável NGA, os

menores valores de incidência de grãos ardido foram observadas para as espigas decumbentes e para as bem empalhadas. As espigas mal empalhadas e não decumbentes apresentam os valores mais elevados e não diferiram entre si (Figura 2).

As espigas decumbentes apresentaram-se mais resistentes à incidência de grãos ardidos, o que pode ser explicado pelo fato de as espigas estarem com as pontas voltadas para o solo, após a maturação fisiológica, impedindo a entrada de água de chuvas e de esporos dos fungos nos espaços entre as palhas e, conseqüentemente, reduzindo o apodrecimento dos grãos. É reconhecido que o empalhamento das espigas exerce uma influência na redução da incidência de grãos ardidos.

Tem sido relatado em outros trabalhos de pesquisa que espigas mal empalhadas, ou seja, espigas com palhas frouxas e não totalmente cobertas, são mais predispostas à infecção por fungos, devido à maior facilidade de acesso desses organismos aos grãos. No presente trabalho, embora a decumbência das espigas tenha sido a característica que apresentou maior efeito na incidência de grãos ardidos, foi detectado que o nível de empalhamento também exerce influência na incidência de grãos ardidos. Desse modo, novos estudos devem ser realizados para verificar o efeito da presença destas duas características simultaneamente nas espigas. Os principais fungos presentes nos grãos foram espécies de *Fusarium* spp e *Penicillium* spp.

Observa-se que houve uma variação entre as linhagens na ocorrência de *Fusarium* spp. A linhagem 9 (L9) que apresentou a menor incidência de grão ardido, também apresentou a menor incidência de *Fusarium* spp. A linhagem 5 (L5) que apresentou a maior incidência de grãos ardidos, apresentou também a maior incidência de *Fusarium* spp. (Figura 3). Esses resultados demonstram que o principal fungo associado à podridão de espigas no presente trabalho foi o *Fusarium* spp.

Entre as linhagens, a maior incidência de *Penicillium* spp. foi verificada na linhagem 12 e a menor incidência desse patógeno foi detectada nas linhagens 8 e 5 (Figura 4). Outras espécies de fungos presentes nos grãos ardidos, como *Aspergillus* spp., e *Diplodia* spp., foram encontrados em baixa incidência.

Conclusões

Foi verificada variabilidade das linhagens de milho quanto à incidência de grãos ardidos. As linhagens 9 e 1 (L9 e L1) apresentaram-se como as mais resistentes.

As espigas com característica de decumbência e de bom empalhamento apresentaram as

menores incidências de grãos ardidos.

Novos estudos são necessários para verificar a influência das características de decumbência e de bom empalhamento, presentes simultaneamente nas espigas, quanto à incidência de grãos ardidos.

Agradecimentos

À Fapemig, pelo auxílio financeiro, ao CNPq e à Embrapa Milho e Sorgo.

Literatura citada

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília, 2009. 399 p.

DUARTE, J. O. Cultivo do milho: importância econômica. Disponível em: <<http://www.sistemasdesproçãp.cnptia.embrapa.br/Fontes.HTML/Milho/CultivodoMilho/importância.htm>>. Acesso em: 22 fev. 2008.

KAWASHIMA, L. M.; SOARES, L. M. V. Incidência de fumonisina B1, aflatoxinas B1, B2G1 e G2, ocratoxina A e zearalenona em produtos de milho. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 26, n. 3, p. 516-521, 2006.

OLIVEIRA, F. A.; CAVALCANTE, L. F.; SILVA, I. de F. da; PEREIRA, W. E.; OLIVEIRA, J. C. de; COSTA FILHO, J. F. da. Crescimento do milho adubado com nitrogênio e fósforo em um Latossolo Amarelo. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, Recife, v. 4, n. 3, p. 238-244, 2009.

PINTO, N. F. J. A. Patologia de sementes de milho. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1998. 44 p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular técnica, 29).

PINTO, N. F. J. A.; VARGAS, E. A.; REIS, R. A. Qualidade sanitária e produção de fumonisina B1 em grãos de milho na fase de pré-colheita. Summa Phytopathologica, Piracicaba, v. 33, n. 3, p. 304- 306, 2007.

WARFIELD, C. Y.; DAVIS, R. M. Importance of the covering on the susceptibility of corn hybrids to Fusarium ear rot. Plant Disease, St. Paul, v. 80, p. 208-210, 1996.

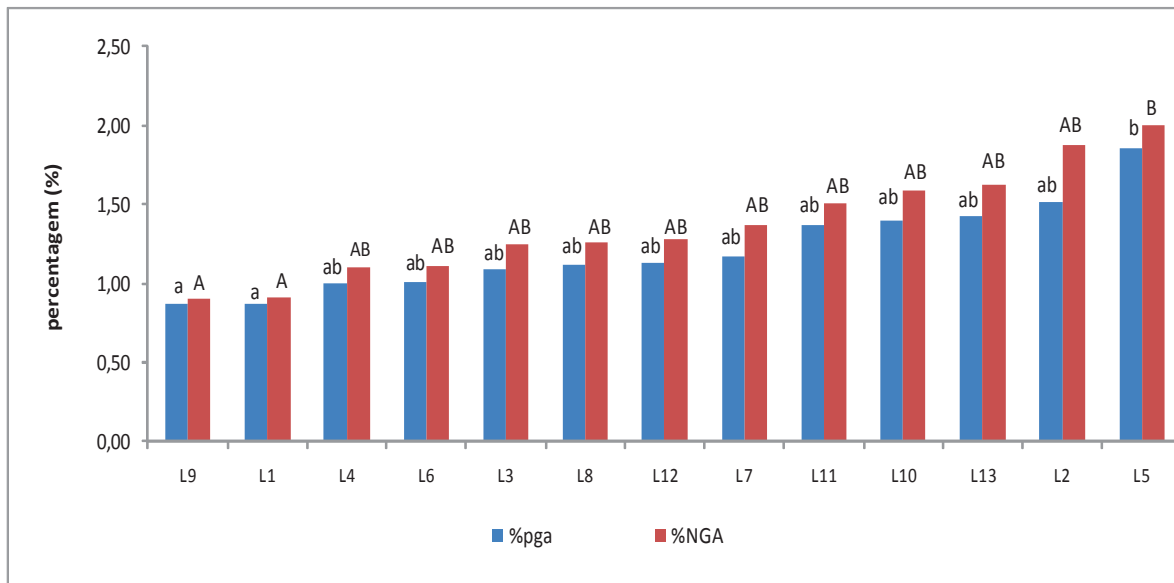


Figura 1. Média da percentagem de grãos ardidos em peso (PGA) e número de grãos ardidos (NGA) em 13 linhagens elite de milho. As médias seguidas da mesma letra para cada cultivar não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

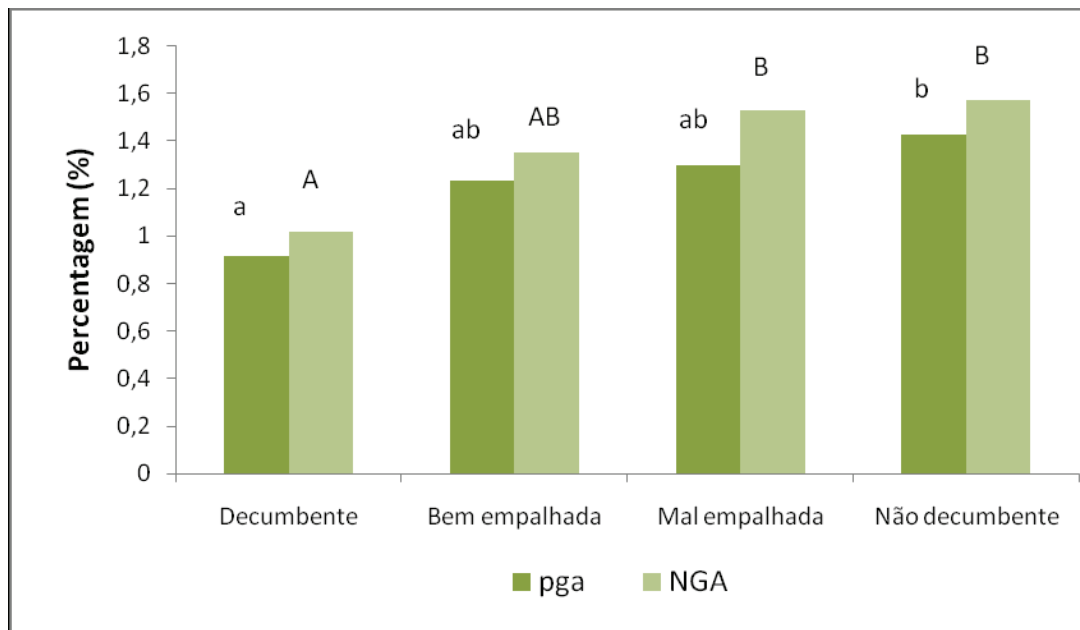


Figura 2. Média da percentagem de grãos ardidos em peso (PGA) e número de grãos ardidos (NGA) para o empalhamento e a decumbência das espigas de milho. As médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

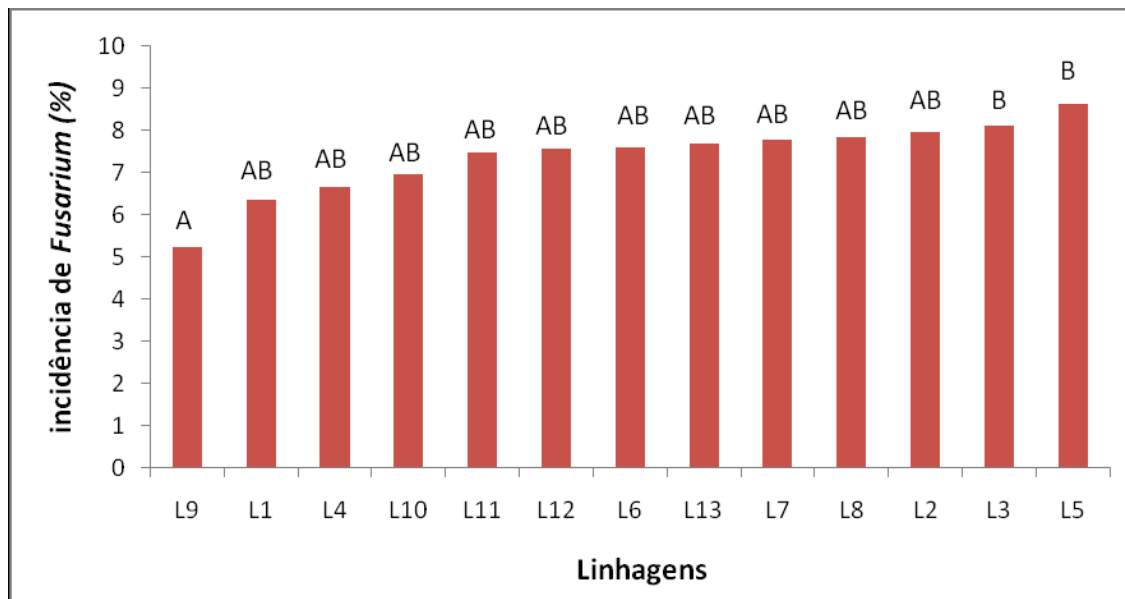


Figura 3. Média da percentagem de *Fusarium* spp. em 13 linhagens elite de milho. As médias seguidas da mesma letra para cada cultivar não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

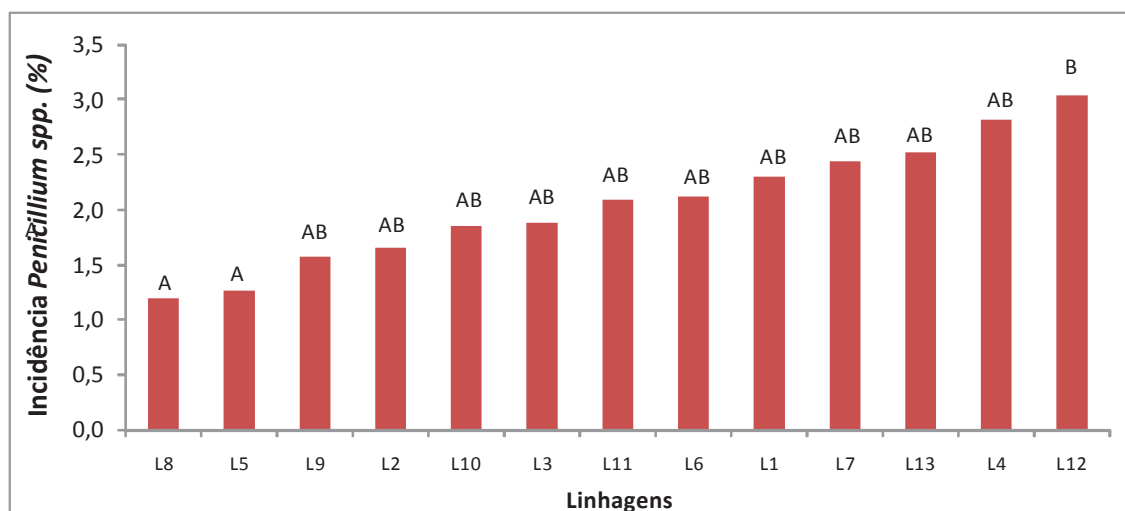


Figura 4. Média da percentagem de *Penicillium* spp. em 13 linhagens elite de milho. As médias

seguidas da mesma letra para cada cultivar não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.