

RESPOSTAS DE HÍBRIDOS DE MILHO TROPICAIS E SUBTROPICAIS COM DIFERENTES TIPOS DE ENDOSPERMA ÀS ENFERMIDADES FOLIARES E DOENÇAS DE ESPIGAS.

Manoel Xavier Santos¹; Divânia Lima¹; Flávia F. Teixeira²; Antônio C. Oliveira¹; Carlos Roberto Casela¹; Alexandre Silva Ferreira²

RESUMO: A alta incidência de enfermidades foliares e doenças de espigas tem causado, nos últimos dez anos, reduções na produtividade e qualidade final do produto milho. A produtividade, antes considerada como foco principal da pesquisa, passou a ser vista nos programas de melhoramento como um fator que deve estar associada com sanidade foliar e de grãos. O presente trabalho teve por objetivo avaliar híbridos com diferentes tipos de endosperma e verificar sua reação para enfermidades foliares e doenças de espigas. No ano agrícola de 2001/2002 foram conduzidos dois ensaios, sendo um em Ponta Grossa-PR (969m altitude) e Sete Lagoas-MG (761m altitude). Foram utilizados 18 tratamentos, distribuídos em quatro grupos: 5 híbridos subtropicais, dentados; 5 híbridos tropicais, duros; 5 híbridos tropicais, semi-dentados e 3 testemunhas. Os resultados obtidos não evidenciaram diferenças significativas entre grupos de materiais para as características número de espigas doentes (NED), *Puccinia sorghi* (PS) e peso de espigas (PE) em nenhum dos ambientes, havendo significância estatística apenas para *Phaeosphaeria* (PHA) em Sete Lagoas-MG. Dentro dos grupos foi encontrada diferença significativa para todas as características nos dois ambientes, exceto para NED em Sete Lagoas-MG. O fator ambiente exerceu forte influência nas características NED e PE sendo detectada significância a 1% (teste F).

Palavras-chave: enfermidades foliares, doenças espigas, milho.

TROPICAL AND SUBTROPICAL MAIZE HYBRIDS RESPONSES WITH DIFFERENT ENDOSPERM TYPES FOR FOLIAR DISEASES AND EAR ROTS.

ABSTRACT: The high incidence of foliar diseases and ear rots have been causing, in the last ten years, reductions in the productivity and in the final quality of maize. The productivity, considered before as the main focus of the breeding programs, now it is also a factor that must be associated with foliar sanity and grain quality. The objective of this work was to evaluate the reaction of maize hybrids, with different endosperm types, to foliar diseases and ear rots. In the agricultural year of 2001/2002 were carried out two trials being one in Ponta Grossa-PR (969m altitude) and another in Sete Lagoas-MG (761m altitude). Were used 18 treatments distributed in four groups: 5 subtropical hybrids, dent; 5 tropical hybrids, flint; 5 tropical hybrids, semi-dent and 3 checks. The characteristics number of ear rots (NED), *Puccinia sorghi* (PS) and ear weight (PE) didn't differ among hybrid groups in any of the environments, just *Phaeosphaeria* (PHA) differed significantly in Sete Lagoas-MG. Within groups was found significant difference for all the characteristics in both environments, except for NED in Sete Lagoas-MG. The environment had strong influence over NED and PE characteristics, with statistical significance ($P < 0,01$).

Key-words: foliar diseases, ear rot, maize.

¹Eng. Agr., PhD., Embrapa Milho e Sorgo. Rod. MG 424, km 65, Caixa postal 151, CEP 35701-970 Sete Lagoas/MG.

²Eng. Agr., MSC., Embrapa Milho e Sorgo. Rod. MG 424, km 65, Caixa postal 151, CEP 35701-970 Sete Lagoas/MG.

INTRODUÇÃO

O aumento da produtividade tem sido o principal parâmetro no processo de seleção, mas, a alta incidência de doenças vem ocasionando mudanças dentro dos programas de melhoramento de milho devido as perdas na produtividade e qualidade final do produto. Nos últimos dez anos, o aumento na incidência e severidade das doenças foliares e de espigas tem causado problemas na redução da produtividade e qualidade final do produto milho (PINHO, 1998). A incidência e severidade dos patógenos que afetam a cultura do milho no Brasil tem promovido uma interação entre melhoristas e fitopatologistas e esta relação vem sendo fortalecida visando encontrar soluções para resolver o problema. De acordo com os dados publicados pela AGROCERES (1996), existem ao redor de vinte patógenos que podem causar danos econômicos à cultura do milho podendo-se destacar, entre estes, o agente causal da mancha de *Phaeosphaeria maydis*, entre outros. A mancha foliar de *Phaeosphaeria* tem ampla distribuição em regiões produtoras de milho e a severidade dos danos ocasionados é favorecida por umidade relativa acima de 60% e por temperaturas noturnas ao redor de 14%. (FERNANDES & OLIVEIRA, 2000). Em cultivares altamente suscetíveis essa doença pode causar seca prematura das folhas e redução no ciclo da planta com conseqüente redução no tamanho e peso dos grãos (FERNANDES & OLIVEIRA, 2000). As doenças de espigas, por outro lado, somente em anos recentes é que vêm recebendo a atenção da pesquisa uma vez que as indústrias processadoras da matéria prima têm rejeitado grãos atacados por fungos (MICOTOXINAS, 1998; PACHECO & DITTRICH, 1997), desde que além de depreciar a qualidade do milho as micotoxinas podem contaminar alimentos e rações (WHITE, 1994). De modo geral, os fungos de maior ocorrência e que têm causado mais problemas com doenças de espigas são *Diplodia sp* e *Fusarium sp*, apresentando grãos infectados uma coloração marrom clara ou avermelhada provocando uma sensível redução no peso dos grãos. Sabe-se que o fator ambiente exerce grande influência no aparecimento destas doenças (GENDLOFF *et al.*, 1986; DUARTE *et al.*, 1998; SANGOI *et al.*, 2000 e VIGIER *et al.*, 2001) e que a melhor solução é a busca por cultivares resistentes ou por fontes de resistência (RHEEDER *et al.*, 1990; PINTO, 2000 e 2001; SANTOS *et al.*, 2001) para incorporação nos

programas de melhoramento. Um dos questionamentos que tem sido levantados é quanto a uma possível relação entre diferentes tipos de endosperma e suscetibilidade sobre doenças foliares e de espigas. O presente trabalho teve por objetivo avaliar a resposta de híbridos de milho com diferentes tipos de endosperma a fim de verificar a incidência/ocorrência de enfermidades foliares e doenças de espigas em dois ambientes contrastantes.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos em bases físicas da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) sendo ambos plantados em outubro de 2001. Sete Lagoas-MG, está situada a 761m de altitude, latitude S 19 27' 48" , longitude O 44 14' 48" e as condições climáticas no período de condução do ensaios foram: temperatura média de 22,6 C e precipitação de 1440 mm; Ponta Grossa-PR, está situada a 969m de altitude, latitude S 25 05' 42", longitude O 50 09' 43" , temperatura média de 20 C e precipitação de 1000 mm. As condições climáticas foram favoráveis ao desenvolvimento normal da cultura, sendo que em Sete Lagoas-MG a precipitação foi anormal (média de 800 mm nos últimos 5 anos). Foram utilizados 18 tratamentos, assim distribuídos: 5 híbridos subtropicais de endosperma dentado; 5 híbridos tropicais de endosperma duro; 5 híbridos tropicais de endosperma semi-dentado e 3 híbridos como testemunhas comerciais. Foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso, duas repetições sendo a parcela formada por uma linha de 4 m de comprimento com densidade populacional de 55.000 plantas/ha. A avaliação para enfermidades foliares foi feita de acordo com o aparecimento da doença dentro de cada local. Em Sete Lagoas-MG, foram realizadas duas avaliações para *Phaeosphaeria* - aos 30 e 55 dias após 50% de florescimento masculino, adotando-se uma escala de notas de 1 (resistente) a 5 (suscetível) e tomando-se a média das duas avaliações para efeito de análise estatística. Em Ponta Grossa-PR, foi efetuada apenas uma avaliação fenotípica para *Puccinia sorghi* (35 dias após 50% do florescimento masculino), adotando-se a mesma escala de notas de 1 a 5. Para ambos locais foram mensurados os seguintes parâmetros: stand final, número total de espigas, número de espigas doentes e peso de espigas corrigido para 13% de umidade. Para ambos locais foram mensurados os

seguintes parâmetros: stand final, número total de espigas, número de espigas doentes e peso de espigas corrigido para 13% de umidade. Foram efetuadas as análises de variância em cada local, analisando o contraste dentro e entre grupos. Com o intuito de verificar a interação G x A, após as análises nos dois locais, foi realizada também a análise conjunta para os caracteres NED e PE. O software MSTATC foi empregado para a realização dessas análises estatísticas. As médias entre e dentro de grupos de tratamentos foram comparadas de acordo com o teste de Tukey (5% de probabilidade).

O modelo matemático empregado nas análises em um só ambiente foi:

$$y_{ij} = m + t_i + b_j + e_{ij}$$

sendo:

y_{ij} é o valor observado no tratamento i no bloco j

m é a média geral do experimento

t_i é o efeito do tratamento i ($i=1,2, \dots, 18$)

b_j é o efeito do bloco j ($j=1,2$)

e_{ij} é o erro experimental associado ao tratamento i no bloco j

O modelo matemático empregado para as análises conjuntas foi o seguinte:

$$y_{ijk} = m + t_i + b_{j(k)} + l_k + (tl)_{ik} + e_{ijk}$$

sendo:

y_{ijk} é o valor observado no tratamento i no bloco j no local k

m é a média geral do experimento

t_i é o efeito do tratamento i

b_j é o efeito do bloco j , dentro do local k

l_k é o efeito do local k

e_{ijk} é o erro experimental associado ao tratamento i no bloco j no local k

Foi estimada também a correlação fenotípica entre os caracteres, por meio da seguinte expressão:

$$r_{AB} = \frac{COV_{AB}}{\sqrt{Var_A Var_B}}$$

sendo:

r_{AB} é a correlação fenotípica entre os caracteres A e B

COV_{AB} é a covariância entre os caracteres A e B

Var_A é a variância do caracter A

Var_B é a variância do caracter B

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A significância dos quadrados médios, obtida através da análise de variância dentro de cada ambiente, é mostrada na Tabela I, podendo-se notar que só não foi detectada significância estatística para a característica número de espigas doentes (NED) em Sete Lagoas-MG. Considerando que os tratamentos foram separados em grupos dentados, duros, semi-dentados e testemunha, efetuou-se o desdobramento dos graus de liberdade para averiguar se haviam diferenças dentro de cada grupo e para se verificar se entre grupos haviam diferenças para as características avaliadas. Podem ser vistos na Tabela I que entre grupos, apenas a característica *Phaeosphaeria* (PHA) revelou significância estatística (teste F) em Sete Lagoas-MG, sendo que para número de espigas doentes (NED), *Puccinia sorghi* (PS) e peso de espigas (PE) não foi detectada significância em nenhum dos ambientes. Estes resultados evidenciam que a incidência e severidade de enfermidades foliares e doenças de espigas não dependem do tipo de endosperma ou origem genética das cultivares e devem estar mais associados à pressão de seleção realizada nos programas de melhoramento. Pode-se comprovar estas afirmativas observando-se as significâncias dos quadrados médios da Tabela I e as diferenças obtidas através do teste de médias (Tukey a 5%) na Tabela II. De fato, resultados relatados por (RHEDEER *et al.*, 1990; PACHECO & DITTRICH, 1997; PINTO, 2000 e 2001; SANTOS *et al.* 2001) mostraram que as reações diferenciadas dos materiais testados estavam mais relacionadas com o trabalho de melhoramento do que com o tipo de endosperma. Isto está de acordo com DUVICK (1994), pois, as mudanças no foco de seleção e a priorização por características antes consideradas como secundárias nos programas de melhoramento (doenças, empalhamento etc.) fizeram com que materiais mais resistentes e produtivos surgissem no mercado. Há, no entanto, outras variáveis que podem exercer influência sobre a manifestação

Tabela I - Significância dos quadrados médios obtidos na análise de variância para os locais Ponta Grossa - PR e Sete Lagoas - MG, considerando os caracteres número de espigas doentes (NED), *Puccinia sorghi* (PS), *Phaeosphaeria* (PHA) e peso de espigas (kg/ha). Ano agrícola 2000/2001.

FV	GL	Ponta Grossa - PR			Sete Lagoas - MG		
		NED	PS	PE	NED	PHA	PE
Tratamentos	17	**	**	**	ns	**	**
Dentro Dentado	4	ns	*	**	ns	*	**
Dentro Duro	4	**	*	**	ns	**	ns
Dentro Semi-Dentado	4	*	**	ns	ns	*	ns
Dentro Testemunhas	2	ns	ns	**	ns	**	*
Entre grupos	3	ns	ns	ns	ns	*	ns

** e * = significância estática a 1% e 5%, respectivamente, pelo teste F.
ns = não significante estatisticamente.

Tabela II - Valores médios obtidos para os locais Sete Lagoas - MG e Ponta Grossa - PR, considerando os caracteres número de espigas doentes (NED), Puccinia

Tratamentos	Ponta Grossa - PR			Sete Lagoas - MG		
	NED	PS	PE	NED	PHA	PE
1	2,0 a ²	2,75 a ²	7293 c ²	10,00 a ²	3,750 ab ²	3700 c ²
2	1,0 a	2,50 a	9709 bc	5,50 a	3,125 abc	8736 b
3	4,0 a	2,25 a	16733 a	5,00 a	4,000 a	8792 b
4	1,5 a	2,00 b	16194 a	5,00 a	3,250 ab	12016 a
5	3,0 a	2,75 a	13252 ab	4,50 a	2,500 ab	11099 a
Média grupo 1	2,3a³	2,45a	12636 a³	6,00 a³	3,525a³	6649 a³
6	8,5 a ²	2,75 ab ²	11666 ab ²	4,50 a ²	1,625 b ²	8614 a ²
7	0,0 c	2,00 b	12863 a	1,50 a	1,625 b	7911 a
8	1,0 c	2,50 ab	11840 ab	2,50 a	2,375 ab	8218 a
9	3,5 ab	3,50 a	8299 b	2,50 a	3,500 a	6022 a
10	2,5 bc	2,75 ab	15361 a	1,50 a	2,875 ab	8227 a
Média Grupo 2	3,1a³	2,70a³	12005a³	2,50a³	2,400bc³	7798 a³
11	0,5 b ²	2,25 b ²	14286 a ²	1,50 a ²	1,375 b ²	12313 a ²
12	5,0 a	3,75 a	14316 a	4,00 a	1,625 ab	13314 a
13	2,0 ab	3,50 ab	14155 a	1,00 a	1,250 b	9667 a
14	3,0 ab	2,50 ab	15116 a	2,50 a	1,625 ab	9222 a
15	3,5 ab	2,50 ab	13456 a	3,50 a	1,750 a	11625 a
Média Grupo 3	2,8a³	2,90a	14265 a³	2,50a³	1,525c³	11068 a³
16	1,5 a ²	4,00 a ²	16998 a ²	7,50 a ²	4,000 a ²	7689 b ²
17	1,5 a	3,50 a	11173 b	4,50 a	2,250 b	9800 ab
18	3,0 a	3,50 a	15421 a	1,50 a	3,375 ab	11684 a
Média Grupo 4	2,0a³	3,65a³	14430 a³	4,50a³	3,200ab³	9724 a³

¹Tratamentos de 1 a 5= Grupo Dentado; 6 a 10 = Grupo Duro; 11 a 15 = Grupo Semidentado; 16 a 18 = Testemunhas

²Médias seguidas pela mesma letra dentro das colunas não diferem estatisticamente a 5% pelo teste Tukey.

³Médias de grupos dentro das colunas seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente a 5% pelo teste Tukey.

da característica. Considerando, por exemplo, as características NED e PS em Ponta Grossa-PR, pode-se notar que apesar de não ter sido detectada diferença significativa entre grupos, dentro de cada um dos grupos há tratamentos resistentes e suscetíveis, evidenciando a importância do fator ambiente dentro dos grupos. Para a característica NED, comum aos

dois ambientes, nota-se que apesar da não significância estatística pelo teste F e pelo teste de Tukey a 5% os valores médios obtidos em Sete Lagoas-MG foram mais altos que em Ponta Grossa-PR, mostrando que a importância do fator ambiente desde que a elevada precipitação após o florescimento em Sete Lagoas-MG deve ter contribuído para aumentar o número de

espigas doentes. Para a característica *Phaeosphaeria*, avaliada em Sete Lagoas-MG, pode-se perceber que as significâncias estatísticas encontradas dentro de grupos e entre grupos (Tabelas I e II) não invalidam o fato de que a questão da resistência e suscetibilidade deve estar associada à pressão de seleção efetuada nos programas de melhoramento, nem o fato de que o ambiente exerce importância na manifestação da característica. Resultados desta natureza têm também sido relatados por DUARTE *et al.*, (1998), LI *et al.*, (1998), SANGOI (2000), VIGIER *et al.*, (2001) onde mostraram que fatores ambientais, tais como, época, altitude, densidade de semeadura e anos exerceram uma influência mais acentuada na manifestação de enfermidades foliares e doenças de espiga do que a origem genética dos materiais. Através da análise conjunta pode-se verificar que o ambiente tem grande influência desde que foi detectada significância estatística a 1% (teste F) para NED e PE e não significância para as interações. A importância da significância estatística para confiabilidade dos resultados é primordial, mas, um valor médio obtido em diferentes ambientes pode também trazer informações importantes no conhecimento de grupos materiais que são explorados nos programas de melhoramento e que podem nortear futuros trabalhos. Por exemplo, no grupo dos Dentados os híbridos continham 50% de germoplasma tropical e 50% de germoplasma temperado e foi observado uma maior incidência de doenças de espigas em Sete Lagoas-MG, podendo-se recomendar aos melhoristas efetuar, par esta região, introgressões de germoplasma temperado inferiores a 50%. Resultados preliminares mostrados por SANTOS *et al.*, (2001) já indicavam os híbridos com introgressão de germoplasma temperados mais suscetíveis à podridão de espigas o que vem a reforçar a recomendação tanto da escolha dos parentais quanto do nível de introgressão. Considerando que em algumas agroindústrias a tolerância máxima para grãos ardidos é de 6% (PINTO, 2000), pode-se verificar na Tabela II que dentro de cada ambiente há tratamentos resistentes (nota 0 a 2) e com ótimos níveis de produtividade. Esta indicação foi fortalecida através dos estudos de correlação fenotípica entre produção e número de espigas doentes (r), haja vista que em Sete Lagoas-MG o valor $r = -0,46$ foi significativo a 5%, sendo que em Ponta Grossa-PR a correlação foi baixa e não significativa, tendo-se uma associação mais forte entre NED e *P. sorghi* ($r = 0,76^{**}$).

CONCLUSÕES

Não foram detectadas diferenças significativas entre grupos de materiais para a característica número de espigas doentes (NED) e dentro de grupos esta significância foi detectada somente em Ponta Grossa-PR.

Para a enfermidade foliar causada pela *Puccinia sorghi*, avaliada em Ponta Grossa-PR, não foi detectada significância entre grupos, porém, dentro de grupos foi detectada significância estatística para os grupos Duros e semi-dentados.

Para a enfermidade foliar *Phaeosphaeria maydis*, avaliada em Sete Lagoas-MG, foi detectada significância estatística entre grupos e dentro de grupos.

O fator ambiente foi altamente significativo para peso de espigas e NED.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROCERES. **Guia Agroceres de sanidade**. São Paulo: Sementes Agroceres, 1996. 72 p.
- DUARTE, J.M.; SOUZA, J.C.; CORTE, H.R. Reação de cultivares de milho a *Phaeosphaeria maydis*. In : REUNION LATINOAMERICANA DEL MAIZ, 28, 1999, Sete Lagoas, MG. **Memórias...** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo/CIMMYT, 1999. p. 405-411.
- DUVICK, D. N. Maize breeding: past, present and future. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MILHO E SORGO, 20, 1994. Goiania, GO. **Anais...** Goiânia, EMBRAPA-CNPMS, 1994. p. 170-179.
- FERNANDES, F.T.; OLIVEIRA, E. Principais doenças na cultura do milho. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, 1997. 80 p. (EMBRAPA-CNPMS. **Circular Técnica**, 26)
- GENDLOFF, E.H.; ROSSMAN, E.C.; CASALE, W.L.; ISLEIB, T.G.; HART, L.P. Components of resistance to *Fusarium ear rot* in field corn. **Phytopathology**, St. Paul, v. 76. p. 684-688, 1986.

- LI, SHUNDI.; HUANG, Y. X.; LI, SD.; HUNG, Y. Occurrence and damage of Diplodia ear rot of maize in Yuni, Yunnan. **Plant Protection**, v. 24. n.5, p. 20-21, 1998.
- MICOTOXINAS. **Revista Batavo**, Castro, n.79, p. 8-10, maio, 1998.
- PACHECO, A C.; DITTRICH, R.C. Avaliação de grãos ardidos em 32 híbridos de milho em Campo Erê- SC. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 3. n.2, p. 153-155, 1997.
- PINTO, N.F.J. Incidência de grãos ardidos em cultivares de milho precoce. Sete Lagoas : EMBRAPA-CNPMS, 2000, 3p. (EMBRAPA-CNPMS. **Comunicado Técnico**, 24).
- PINTO, N.F.J. 2000. Patologia de grãos de milho em pré-colheita. In: CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, 23, e, REUNIÃO DE CONTROLE BIOLÓGICO E DOENÇAS DE PLANTAS, 6., 2000, Campinas, SP. **Resumos ...** Campinas: Instituto Biológico, 2000. p. 224.
- RHEEDER, J.P.; MARASAS, W.F.; WYK, P.S. van.; SCHALKWYK, D.J. van. Reaction of South African maize cultivars to ear inoculation with *Fusarium moniliforme*, *F. graminearum* and *Diplodia maydis*. **Phytophylactica**, Pretoria, v. 2. n. 2, p. 213-218, 1990.
- SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A .F.; BOGO, A ; KOTHE, D.M. Incidência e severidade de doenças de quatro híbridos de milho cultivados com diferentes densidades de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30. n. 1, p. 17-21, 2000.
- SANTOS, M.X.; CASELA, C.R.; FERREIRA, A .F. Reação de híbridos de milho com diferentes percentuais de genes tropicais e temperados à doenças de espigas e mancha de *Phaeosphaeria*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31. P. 224, 2001. Suplemento.
- VIGIER, B.; REID, L.M.; DWYER, L.M.; STEWART, D.W.; SINITA, R.C.; ARNASON, J.T.; BUGGLER, G. Maize resistance to gibberella ear rot: symptoms, deoxynivalenol and yield. **Canadian Journal of Plant Pathology**, Ottawa, v. 23. n. 1, p. 99-105, 2001.
- PINHO, R. G. von. Metodologias de avaliação, quantificação de danos e controle genético da resistência do milho à *Puccinia polysora* e *Physopella zeae*. 1998, 140 p. **Tese (Doutorado)** - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.
- WHITE, D.G. Preharvest mycotoxins in corn: an overview. In: ANNUAL ILLINOIS CORN BREEDERS SCHOLL, 30., 1994, Champaign, SL. **Summary...** Champaign: University of Illinois at Urbana, 1994. p. 1-6.