

Identificação de Níveis e de Fontes de Resistências aos Enfezamentos em Milho

XXIV Congresso Nacional de Milho e Sorgo - 01 a 05 de setembro de 2002 - Florianópolis - SC

SILVA, R.G., GALVÃO, J.C.C., MIRANDA, G.V. e OLIVEIRA, E.

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Fitotecnia, CEP 36571-000. rgoncalves@tdnet.com.br

Palavras-chave: Milho, Enfezamentos, Níveis de Resistência e Fontes de Resistência

RESUMO

O Enfezamento Vermelho e o Enfezamento Pálido causados pelos mollicutes fitoplasma e *Spiroplasma kunkelii* (espiroplasma), respectivamente, têm sido consideradas doenças importantes da cultura do milho. Essas doenças assumiram especial importância devido à alta incidência, à susceptibilidade de muitos híbridos comerciais de milho e aos prejuízos que podem causar na produção, principalmente, em regiões onde é realizada a "Safrinha". A perda causada pelos Enfezamentos no milho "Safrinha" no Paraná foi estimada em cerca de 40 milhões de dólares (OLIVEIRA *et al.* 2001). Os agentes causais dos Enfezamentos são transmitidos pela cigarrinha *Dalbulus maidis* (NAULT, 1980).

Observa-se entretanto que surtos dessas doenças têm ocorrido apenas em anos recentes, havendo por isso, carência de informações sobre o comportamento da maioria dos híbridos comerciais de milho atualmente disponíveis no mercado.

O emprego de cultivares com resistência genética constitui atualmente a alternativa mais eficiente para o controle dos Enfezamentos. Apesar de haver muitos híbridos comerciais susceptíveis, híbridos altamente resistentes têm sido encontrados em avaliações de incidência dos Enfezamentos (OLIVEIRA *et al.* 1997).

Assim, o desenvolvimento de cultivares resistentes requer além de fontes de resistência que possibilitem a síntese de novos cultivares, condições ambientais que favoreçam a discriminação fenotípica dos diferentes quadros sintomatológicos resultantes da infecção por esses patógenos.

Este trabalho teve como objetivo identificar níveis e fontes de resistência aos Enfezamentos.

Utilizaram-se cinco híbridos comerciais de milho: AG 122, P 3041, P 30F80, C 333B e C 855, cujas principais características agronômicas, considerando-se informações fornecidas pelas Empresas produtoras de sementes e observações empíricas de campo referente à resistência aos Enfezamentos encontram-se na Tabela 1.

Os cinco genitores foram cruzados entre si em esquema dialélico obtendo-se as combinações híbridas e recíprocas as quais foram avaliadas quanto à resistência aos Enfezamentos em condições de campo. Cada experimento foi composto de 30 tratamentos, representados pelos 5 híbridos comerciais, 5 autofecundações, 10 combinações híbridas e 10 recíprocas.

Os experimentos foram instalados no mês de março do ano de 2001 na Estação Experimental de Coimbra, pertencente à Universidade Federal de Viçosa (UFV), no município de Coimbra (MG) e no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), no município de Sete Lagoas (MG). Os locais foram escolhidos por apresentarem nessa época de plantio uma alta densidade de cigarrinhas *Dalbulus maidis* vetor dos agentes causais dos Enfezamentos (WAQUIL e FERNANDES, 1994; SILVA *et al.*, 2002). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com três repetições. A parcela experimental foi aproveitada integralmente, sendo constituída de duas linhas de 5,0m espaçadas de 0,9m, com 25 plantas por linha, representando população de, aproximadamente, 55.000 plantas por hectare. Na época do enchimento dos grãos, no estágio fenológico 7, correspondente ao "grão leitoso" (FANCELLI e DOURADO-NETO, 2000), realizaram-se as avaliações da incidência e severidade de sintomas dos Enfezamentos.

As avaliações da incidência e da severidade de sintomas dos Enfezamentos nos dois locais, foram realizadas pelo mesmo avaliador, sem identificação prévia dos tratamentos.

A incidência de sintomas dos Enfezamentos foi determinada com base no percentual de plantas por parcela apresentando sintomas dessas doenças. A severidade de sintomas dos Enfezamentos foi determinada pela atribuição de notas referentes à média dos sintomas das plantas na parcela, conforme a escala: 1- ausência de sintomas; 2- plantas apresentando menos de 25% das folhas com sintomas ou seja, folha avermelhada ou amarelada ou com faixas cloróticas na inserção da folha; 3- plantas apresentando de 25 a 50% das folhas com sintomas; 4- plantas apresentando de 50 a 75% das folhas com sintomas; 5- plantas apresentando mais de 75% das folhas com sintomas e 6- plantas apresentando morte precoce causada por Enfezamentos.

Utilizou-se ainda, o índice de doença (ID) determinado pela fórmula de Mckney (1923), citada por TANAKA (1990), dada pela expressão: $ID(\%) = 100 \cdot \sum_i (f_i \cdot v_i) / n \cdot x$, sendo ID – índice de doença; f_i – número de plantas com a mesma nota; v_i – nota observada; n - número total de plantas avaliadas e x – nota máxima da escala.

Em cada ensaio coletou-se aleatoriamente 15 amostras da folha apical ou bandeira das plantas com sintomas dos Enfezamentos, para a detecção dos mollicutes (espiroplasma e fitoplasma). A detecção desses patógenos foi realizada por meio de testes PCR multiplex. Os resultados do PCR multiplex serviram para determinar a predominância de espiroplasma ou fitoplasma nos experimentos.

Avaliaram-se nos dois locais as seguintes variáveis: altura de plantas, número de dias, após a emergência, para atingir o florescimento e a produção de grãos por parcela.

Realizou-se a análise de variância individual e conjunta, para todas as características em estudo. Os dados de incidência, de severidade e de índice de doença foram submetidos à análise variância com os dados transformados em $\arcsen \sqrt{v_x/100}$. As comparações entre as médias dos híbridos foram realizadas pelo teste de Scott-Knott (SCOTT E KNOTT, 1974), ao nível de 5% de probabilidade. Realizou-se as estimativas de correlação linear fenotípica ou coeficiente de correlação r de Pearson entre as características: incidência, severidade e o índice de doença com os componentes de produção.

Nos dois experimentos, os sintomas observados foram predominantemente do Enfezamento Pálido causado por espiroplasma. Em geral, as plantas apresentaram faixas

esbranquiçadas na base das folhas, próximo à inserção do colmo e/ou amarelecimento foliar, típicos da infecção por espiroplasma e, freqüentemente, algum grau de avermelhamento, principalmente nas folhas apicais. Além dos sintomas foliares, as plantas apresentaram encurtamento dos internódios, crescimento reduzido e aspecto raquítico corroborando com os sintomas descritos por NAULT (1980).

A predominância de infecção por espiroplasma em relação ao fitoplasma, nos dois locais, foi confirmada pelo teste de PCR.

A análise de variância, para as características: incidência, índice de doença, severidade, produtividade de grãos, altura das plantas e número de dias após a emergência para o florescimento, encontram-se na Tabela 2.

Observa-se pela análise de variância que houve efeito significativo para tratamentos x locais, apenas para a característica número de dias para o florescimento, o que pode ser explicado provavelmente por variações nas condições ambientais e possivelmente ao efeito dessas doenças sistêmicas na fisiologia das plantas, de forma diferenciada para os diferentes tratamentos.

Na Tabela 3, encontram-se as médias conjuntas da incidência (INC), do índice de doença (ID), da severidade (SEV) dos sintomas dos Enfezamentos, da produtividade de grãos (PG), da altura das plantas (AP) e médias individuais do florescimento (FLO) avaliados em híbridos de milho nos dois locais.

Para a característica incidência foi possível separar quatro grupos distintos em relação aos Enfezamentos, enquanto que, para o índice de doença, o teste de Scott-Knott discriminou três grupos de híbridos. O primeiro grupo foi composto pelos híbridos C 855 e a geração F₂ (C 855), os quais apresentaram as maiores incidências de sintomas de Enfezamentos e os maiores índices de doença. O segundo grupo, considerado moderadamente susceptível aos Enfezamentos foi composto por várias combinações híbridas dentre essas encontra-se o híbrido AG 122. Este grupo, apresentou incidência média de 28,43% e o índice de doença médio de 20,87 % de plantas/parcela com sintomas. O terceiro grupo, moderadamente resistente aos Enfezamentos para a incidência, foi composto por várias combinações híbridas e o genitor P 30F80, enquanto que, o índice de doença, este grupo é considerado resistente e inclui os genitores P 3041 e C 333B. Para a incidência e índice de doença, este grupo apresentou 16,70 e 8,07 % de plantas/parcela com sintomas, respectivamente. Para a incidência, o quarto grupo é considerado resistente e apresentou uma incidência média de 7,65% de plantas/parcela com sintomas.

Para a severidade de sintomas dos Enfezamentos foi possível discriminar apenas dois grupos de híbridos. O primeiro grupo com maiores notas apresentou nota média de 4,55, indicando que em média, as plantas doentes apresentaram mais de 75% das folhas com sintomas dos Enfezamentos. O segundo grupo apresentou nota média de 3,34, indicando que as plantas doentes apresentaram de 25 a 50% das folhas com sintomas dos Enfezamentos.

Em relação à característica peso de grãos, o teste possibilitou distinguir dois grupos. Todos os genitores e combinações híbridas pertencentes ao primeiro grupo apresentaram produtividade média superior à 5,0 t/ha, destaque para a combinação híbrida C 333B x P 3041 que obteve produtividade média de 7,44t/ha. O segundo grupo, foi formado pelas autofecundações dos cinco genitores e apresentaram produtividade média de 3,51 t/ha.

A correlação linear fenotípica entre a característica peso de grãos com os três métodos de avaliação dos sintomas dos Enfezamentos, foi significativa ($P < 0,01$) e negativa do peso de grãos com a incidência ($r = -0,46$), com o índice de doença ($r = -0,52$) e com a severidade ($r = -0,48$).

Baseando-se nos resultados, pode –se concluir que o método baseado no número de

plantas com sintomas por parcela (incidência), é mais eficiente para discriminar os padrões de resistência aos Enfezamentos em relação à severidade e ao índice de doença; Verificou-se correlação negativa entre a produtividade e a incidência e severidade de sintomas dos Enfezamentos; Os híbridos C 333B e P 3041 são resistentes, o híbrido P 30 F 80 é moderadamente resistente, o AG 122 é moderadamente susceptível e o híbrido C 855 é susceptível aos Enfezamentos e não houve diferença entre recíprocos para a incidência, índice de doença, severidade de sintomas dos Enfezamentos, produtividade de grãos, altura de plantas e número de dias para o florescimento.

LITERATURA CITADA

- FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.
- NAULT, L.R. Maize bushy stunt and corn stunt: a comparison of disease symptoms, pathogen host ranges, and vectors. **Phytopathology**, St. Paul, v. 70, n. 7, p. 659 – 662, 1980.
- OLIVEIRA, E.; RESENDE, R.O.; GIMÉNEZ-PECCI, M.P.; LAGUNA, I.G.; HERRERA, P.; CRUZ, I. Doenças causadas por mollicutes e por vírus na cultura do milho safrinha no Paraná. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 26 (supl.), p. 509, 2001.
- OLIVEIRA, E.; WAQUIL, J.M.; FERNANDES, F.T.; PAIVA, E.; RESENDE, R.O.; KITAJIMA, E.W. "Enfezamento pálido" e "Enfezamento vermelho" na cultura do milho no Brasil Central. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 45-47, março, 1998.
- SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v. 30, n. 3, p. 507-512, 1974.
- SILVA, R.G.; GALVÃO, J.C.C.; MIRANDA, G.V., SILVA, E. do C.; CORRÊA, L.A. Flutuação populacional de *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott, 1923) (Hemiptera: Cicadellidae) e avaliação de sintomas do complexo enfezamento em híbridos de milho. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 2, p., maio, 2002.
- TANAKA, M.A.S. **Patogenicidade e transmissão por semente do agente causal da ramulose do algodoeiro**. 1990. 111f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- WAQUIL, J. M.; FERNANDES, F. T. Flutuação populacional da cigarrinha do milho *D. maidis*, no CNPMS. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa e Milho e Sorgo. **Relatório técnico anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, 1992-1993**. Sete Lagoas, 1994. p.68.

TABELA 1 – Principais características agrônômicas dos genitores utilizados nos cruzamentos dialélicos

Genitores	Híbrido	Ciclo	Tipo de grãos	Enfezamentos	Plantio
AG 122	Duplo	Precoce	Am/Semi dent	MS	Safrinha
P 3041	Triplo	Precoce	Al/Duro	Resistente	Tardio
P 30F80	Simplex	Semi Precoce	Al/Duro	MR	Safrinha
C 333B	Simplex mod.	Normal	Am/Semi duro	Resistente	Safrinha
C 855	Triplo	Super Precoce	Am/Semi dent	Susceptível	Safrinha

Am = Amarelo; Al = Alaranjado; MS = Moderadamente Suscetível; MR = Moderadamente Resistente

TABELA 2 – Análise de variância conjunta para altura de plantas (AP), número de dias após a emergência

para o florescimento (FLO), peso de grãos (PG), incidência (INC), índice de doença (ID) e severidade (SEV) de sintomas dos Enfezamentos avaliados em híbridos de milho na "Safrinha" de 2001 em Coimbra (MG) e Sete Lagoas (MG)

FV	GL	Quadrado médio					
		AP	FLO	PG	INC	ID	SEV
Local (L)	1	6552,20 ^{ns}	6160,0**	54,57 ^{ns}	189,60 ^{ns}	72,80 ^{ns}	6,86 ^{ns}
Tratamento (T)	29	891,43**	39,72**	7,40**	416,41**	384,03*	8,33**
T x L	29	170,76 ^{ns}	11,34**	0,97 ^{ns}	60,58 ^{ns}	53,03 ^{ns}	2,13 ^{ns}
Resíduo	116	284,50	5,47	0,80	40,90	40,13	2,10
CV (%)		8,86	3,51	15,75	24,24	29,52	12,88

^{ns} não significativo a 5 % de probabilidade

** e * Significativo ao nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 3 – Médias conjuntas da incidência (INC), do índice de doença (ID), da severidade (SEV) dos sintomas dos Enfezamentos, da produtividade de grãos (PG), da altura das plantas (AP) e médias individuais do florescimento (FLO) avaliados em híbridos de milho na "Safrinha" de 2001 em Coimbra (MG) e Sete Lagoas (MG)

TRATAMENTO	Média	Média	Média	Média	Média	Coimbra	Sete Lagoas
	INC (%)	ID (%)	SEV	PG (t/ha)	AP (cm)	FLO (dias)	FLO (dias)
C 855	55,08 a	42,98 a	4,50 a	5,69 a	176 b	61 c	58 b
C 855 x P 30 F 80	26,37 b	16,50 b	3,50 b	5,20 a	188 a	73 a	61 a
P 30 F 80 x C 855	28,62 b	22,24 b	4,42 a	5,88 a	200 a	68 b	59 b
C 855 x AG 122	31,17 b	25,95 b	4,50 a	5,58 a	182 b	72 a	59 b
AG 122 x C 855	25,45 b	14,96 b	3,67 b	6,03 a	204 a	67 b	60 b
AG 122	31,11 b	21,53 b	3,75 b	5,55 a	208 a	75 a	61 a
P 30 F 80	16,27 c	9,05 c	3,25 b	6,62 a	205 a	73 a	63 a
AG 122 x P 30 F 80	29,11 b	22,00 b	4,33 a	5,70 a	193 a	72 a	61 a
P 30 F 80 x AG 122	27,52 b	17,80 b	4,00 a	6,31 a	195 a	72 a	61 a
C 333B x P 30 F 80	8,07 d	5,67 c	4,17 a	6,15 a	200 a	71 a	62 a
P 30 F 80 x C 333B	9,29 d	5,48 c	3,08 b	6,68 a	194 a	74 a	61 a
C 333B x AG 122	13,77 c	8,77 c	3,83 b	5,87 a	173 b	75 a	61 a
AG 122 x C 333B	11,56 d	5,99 c	3,67 b	6,00 a	203 a	76 a	61 a
P 3041 x P 30 F 80	15,92 c	12,09 c	4,58 a	5,31 a	194 a	74 a	63 a
P 30 F 80 x P 3041	14,51 c	9,23 c	3,58 b	5,91 a	192 a	73 a	61 a
P 3041 x AG 122	19,41 c	13,71 c	4,25 a	6,43 a	203 a	75 a	61 a
AG 122 x P 3041	14,58 c	8,62 c	3,58 b	6,43 a	205 a	72 a	60 b
P 3041 x C 855	26,58 b	20,71 b	4,42 a	5,43 a	189 a	71 a	59 b
C 855 x P 3041	23,27 b	15,78 b	3,67 b	6,72 a	192 a	65 b	58 b
C 333B x C 855	18,21 c	12,25 c	4,00 a	6,12 a	183 b	74 a	58 b
C 855 x C 333B	19,52 c	11,69 c	3,58 b	5,69 a	179 b	73 a	59 b
C 333B x P 3041	4,64 d	3,19 c	2,83 b	7,44 a	209 a	69 b	60 b
P 3041 x C 333B	9,00 d	6,23 c	3,33 b	6,21 a	193 a	75 a	63 a
C 333B	7,39 d	3,11 c	2,33 b	6,67 a	179 a	77 a	62 a
P 3041	7,54 d	3,50 c	2,50 b	6,97 a	197 a	72 a	59 b
F ₂ (C 855)	49,51 a	42,10 a	5,08 a	3,54 b	171 b	69 b	59 b
F ₂ (AG 122)	30,01 b	25,04 b	5,00 a	3,95 b	190 a	77 a	63 a
F ₂ (P 30 F 80)	33,50 b	27,01 b	4,75 a	3,04 b	170 b	77 a	64 a
F ₂ (C 333B)	18,36 c	10,48 c	3,25 b	3,46 b	166 b	78 a	64 a
F ₂ (P 3041)	20,77 c	19,77 b	5,67 a	3,54 b	176 b	75 a	62 a
Média geral	21,54	15,45	3,90	5,67	190	72	61
CV (%)	24,24	29,52	12,88	15,75	8,86	4,02	2,57

Na coluna, médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P>0,05). F₂ = híbridos autofecundados.

