

COMPORTAMENTO DE LINHAGENS ELITES DE MILHO PARA RESISTÊNCIA AOS ENFEZAMENTOS

FLÁVIO TREVIZOLI SILVEIRA¹, BEATRIZ GUIMARÃES JUNQUEIRA², PAULO CÉSAR DA SILVA³ e JOSÉ ROBERTO MORO⁴

¹Extraído da Dissertação apresentada à Universidade Estadual Paulista “UNESP”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas).

Rodovia Prof. Paulo Donato Castellane, km 5, CEP 14884-900 Jaboticabal, SP. flaviots@fcav.unesp.br

²Mestre em Agronomia “Genética e Melhoramento de Plantas” pela Universidade Estadual Paulista “UNESP”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias,

Rodovia Prof. Paulo Donato Castellane, km 5, CEP 14884-900 Jaboticabal, SP. beajunqueira@hotmail.com

³Pesquisador pela Universidade Estadual Paulista “UNESP”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária. silvacesarp@bol.com.br. Rodovia Prof. Paulo Donato Castellane, km 5, CEP 14884-900 Jaboticabal, SP.

⁴Professor Titular, Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária, Universidade Estadual Paulista “UNESP”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Rodovia Prof. Paulo Donato Castellane, km 5, CEP 14884-900 Jaboticabal, SP. jrmoro@fcav.unesp.br

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.5, n.3, p.431-442, 2006

RESUMO – Na Fazenda Experimental da UNESP/Campus de Jaboticabal (SP), foram instalados dois ensaios, para avaliação e identificação de possíveis fontes de resistência aos enfezamentos, em dois grupos de linhagens elites de milho (grupo 1, com 11 linhagens e grupo 2, com 96 linhagens). Como testemunhas, foram plantados, ao final de cada repetição, os híbridos comerciais STRIKE, A2555, XB 8010, XB 7011e XB 7012. Para garantir a fonte de inóculo, foram instalados ao redor dos ensaios, como bordadura, seis linhas de milho pipoca altamente suscetível aos enfezamentos. Na época de enchimento dos grãos, foram realizadas avaliações para incidência dos enfezamentos, com base no percentual de plantas por parcela apresentando os sintomas da doença. Também foram avaliadas as outras características fenológicas e a produção. Como critério de seleção, considerou-se a porcentagem de plantas com sintomas de enfezamento abaixo de 10%. Para o grupo 1, selecionou-se a linhagem CR800486A, altamente resistente aos enfezamentos e as linhagens CR 800425A, CR 800434A, CR 800439A e CR 800442A, moderadamente resistentes. Dentre as 96 linhagens avaliadas no grupo 2, foram selecionadas as linhagens PH 970, PH 1098, PH 1977 e PH 2507, com alta resistência aos enfezamentos, e as linhagens PH 1188-1, PH 1966, PH 1977 e PH 2026, que foram moderadamente resistentes. Os resultados obtidos demonstram presença de variabilidade genética para resistência aos enfezamentos dentro dos dois grupos de linhagens elites avaliadas, o que possibilita futuros trabalhos de melhoramento visando à obtenção de híbridos superiores.

Palavras-chave: Corn stunt, espiroplasma, fitoplasma, mollicutes, *Zea mays*

BEHAVIOR OF ELITES INBRED LINES OF CORN FOR RESISTANCE TO CORN STUNT

ABSTRACT - In February of 2004, in the experimental farm of UNESP/Jaboticabal (SP) two experiments were installed with the objective of evaluating, in two groups of

elite inbred line, one with 11 inbred line and the other with 96, the resistance to corn stunt. At the end of each replication, the following commercial hybrids were planted as witness: (STRIKE, A2555, XB8010, XB7011, XB7012). The randomized block experimental design was used 3 replicates and plots whit 3m spaced to 0,90m x 0,20m. As embroidery, rehearsals of 6 popcorn “ lines PIONEER Zélia “ were installed because of its high susceptibility to the corn stunt. At the time of kernel fulfillment, the evaluations were performed for incidence of corn stunt based on the percentage of plants per plot presenting the symptom of the disease. Other fenological characteristics and production were evaluated. The incidence of corn stunt under 10 percent was considered as a selection criterion. For experiment 1 the inbred line CR800486A was selected, which is highly resistant to corn stunts and inbred lines CR800425A, CR800434A, CR800439A, and CR800442A which are moderately resistant. Among 96 inbred lines (Experiment 2), the inbred lines PH970, PH1098, PH1977 and PH2507 were selected, with high resistance to corn stunts and the inbred lines PH1188-1, PH1966, PH1977, PH2026 which were moderately resistant to corn stunt. The obtained results demonstrate presence of genetic variability for resistance to the corn stunt inside of the two groups of the evaluated elite inbred lines which facilitates future improvement works seeking the attainment of superior hybrids.

Key words: Corn stunt, spiroplasma, phytoplasma, mollicutes, *Zea mays*

O milho (*Zea mays* L.) é um dos mais importantes cereais cultivados no Brasil e no mundo, com a produção, no Brasil, de 40,8 milhões de toneladas, na safra 2005/2006, em uma área plantada de 12,6 milhões de hectares (Brasil, 2006). Com o incremento das áreas plantadas com a soja, o milho tem sido destinado a plantios na safrinha ou em áreas de rotação de culturas.

Os principais problemas do milho na safrinha são as doenças, entre elas, os enfezamentos pálido, causado pelo espiroplasma “*Spiroplasma kunkellii*” (Whitcomb et al., 1986) e vermelho, causado pelo fitoplasma (“*mayze bushy stunt phytoplasma*”, MBSP) (Nault, 1980; 1990), ambos patógenos pertencentes à classe mollicutes e transmitidos pela cigarrinha *Dalbullos maidis* (De Long & Wolcott) (Nault, 1980).

Essas doenças têm causado prejuízos significativos na produção de sementes e de grãos desse cereal. Plantas de milho com enfezamentos podem apresentar sintomas como: redução da

altura da planta, proliferação de espigas, grãos frouxos, pequenos e descoloridos, faixas esbranquiçadas na base das folhas (espiroplasma), clorose nas margens e ápice das folhas e posterior avermelhamento (fitoplasma) (Nault, 1980; Oliveira et al., 1997).

Relatados no Brasil na década de 70, os enfezamentos foram considerados doenças de importância secundária, devido à sua baixa incidência (Costa et al., 1971).

Estudos conduzidos nas Américas do Norte e Central indicaram que tanto *D. maidis*, como os mollicutes *S. kunkellii* e o fitoplasma apresentam uma gama restrita de plantas hospedeiras naturais para sua reprodução, constituída, basicamente, pelo milho e teosinto (Nault, 1980; Larsen et al., 1992).

Hoje, tem sido dada especial atenção a essas doenças, devido à sua crescente incidência, à suscetibilidade de muitos híbridos comerciais de milho e aos prejuízos que podem causar

à produção. No Estado do Paraná, a perda causada pelos enfezamentos, no milho safrinha, foi estimada em 16,5 milhões de dólares (Oliveira et al., 2003). Avaliações de campo, realizadas nas condições brasileiras, têm demonstrado que os enfezamentos podem ocorrer com alta incidência, atingindo valores variáveis de 65,3% a 100%, com predominância da forma vermelha (Oliveira et al., 1998). Esses patógenos podem causar perdas de até 100% da produção na cultura do milho, dependendo da época da infecção e do híbrido utilizado (Nault, 1990).

Os picos populacionais de *Dalbullos maidis* se dão nos meses de março e abril, contribuindo para a disseminação dos enfezamentos (Waquil, 1995). A alternativa mais eficiente para o controle dos enfezamentos é o emprego de cultivares com resistência genética (Basso, 1999). Para isso, é essencial para os programas de melhoramento a obtenção de germoplasmas superiores, os quais apresentem alelos favoráveis que determinem resistência aos enfezamentos.

O objetivo deste trabalho foi a avaliação de dois grupos de linhagens elites altamente endogâmicas, visando selecionar germoplasmas com fontes de resistência aos enfezamentos, para possibilitar futuros trabalhos de melhoramento e o controle dessas doenças.

Para a instalação dos ensaios, foram utilizados dois grupos de linhagens, o grupo 1, com 11 linhagens, e o grupo 2, com 96 linhagens, obtidos de diferentes populações e sintéticos (Sintéticos 1; 2; 3; 6; 7; 8; 15 e populações Amarillo; ANH 01; Amadem; Dentado Grão Mogol; Puerto Rico G.4 x Sintético 3; Pool 22 e Pool 25 x Sintético F1).

Essas linhagens passaram por vários ciclos de seleção recorrente genealógica e foram selecionadas para alta produção de grãos “*per se*”

e para capacidade geral de combinação, além de possuírem excelentes características fenotípicas (excelente sistema radicular, colmo grosso e vigoroso, altura variável entre 1,30 e 2,20m para a planta e 0,5 e 1,1m para a espiga, bom empalhamento da espiga e produção de grãos). Após vários ciclos de seleção, esses dois grupos de linhagens possuem todo um conjunto de características favoráveis, o que justifica, “agora”, a busca de fontes de resistência aos enfezamentos, para o futuro controle dessas doenças.

Como testemunhas, foram utilizados híbridos comerciais já caracterizados quanto à resistência aos enfezamentos (Strike moderadamente resistente, A2555, resistente, XB 8010, moderadamente resistente, XB 7011, moderadamente resistente e XB 7012, resistente). Como estão sendo avaliadas, neste trabalho, linhagens altamente endogâmicas, as testemunhas, por serem híbridos que apresentam alta heterose, foram utilizadas apenas para comparação quanto à incidência dos enfezamentos, não entrando nas análises estatísticas. Essas foram realizadas somente entre as linhagens.

Em fevereiro de 2004, foram instalados dois ensaios na área experimental da FCAV/Unesp – Jaboticabal/SP, situada a uma latitude de 21° 15' 22" S e longitude de 48° 18' 58" W, com altitude de 595m.

Para a instalação dos ensaios, no dia 19/02/2004, a área foi previamente preparada, realizando-se as operações de escarificação, aração, gradagem, nivelção, sulcagem e adubação para plantio dos dois ensaios, junto à área experimental irrigada da FCAV/Unesp. A adubação utilizada foi de 500 Kg/ha de NPK, da fórmula 10-20-20. No dia 20/02/2004, foi realizada a semeadura, com o auxílio de plantadeiras manuais (matraca), em parcelas de três metros de comprimento, espaçadas de 0,9 metro entre linhas e 0,2 me-

tro entre plantas. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições.

Após o plantio, foi aplicado herbicida em pré-emergência (atrazine mais metolachlor - Produto comercial - Primestra SC), na dose de sete litros por hectare, para controle das plantas daninhas. A adubação de cobertura foi realizada com 250 Kg/ha de uréia, em uma única aplicação, aos 35 dias após o plantio. Para o controle da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), quando necessário, foi utilizado inseticida biológico à base de BT (*Bacillus thuringiensis*) (Produto comercial - Bactur PM), para não atingir a população de cigarrinhas, na dose de 500 gramas por hectare. Foi feito desbaste aos 20 dias após a germinação, deixando-se apenas uma planta por cova (cinco plantas/metro), representando uma população de 55.000 plantas por hectare. A irrigação dos ensaios foi feita de acordo com a necessidade da cultura.

Com antecedência de dez dias à semeadura dos ensaios, foi semeado como bordadura, ao seu redor, seis linhas de milho pipoca “Pioneer Zélia”, altamente susceptível aos enfezamentos. Além da presença da bordadura, havia ao redor diversos plantios de milho em diferentes idades, o que garantiu a presença do vetor e transmissor.

Na época de enchimento de grãos, estágio fenológico 7, correspondente a “grão leitoso” (Fancelli & Dourado-Neto, 2000), foram realizadas avaliações semanais da incidência dos enfezamentos. As avaliações foram semanais porque, como eram diferentes linhagens, houve diferença no florescimento.

Segundo Silva *et al.* (2002), o método baseado no percentual de plantas com sintomas por parcela (incidência) é mais eficiente para discriminar os níveis de resistência aos enfezamentos, em ensaios de campo, do que o índice de doença ou escala de notas (severida-

de). Esses autores consideram que o método baseado na escala de notas (severidade) não é eficiente para discriminar os níveis de resistência aos enfezamentos de milho, em ensaios de campo.

Foram avaliados, em ambos os ensaios, as variáveis: altura da planta e altura da espiga, medida do solo até a inserção da folha bandeira e do solo até a inserção da espiga, respectivamente; porcentagem de plantas acamadas (plantas que se encontravam inclinadas abaixo de 45° ou tombadas); porcentagem de plantas quebradas (plantas que se encontravam com quebraimento do colmo abaixo da espiga), número de espigas, produção de grãos por espiga e produção de grãos por hectare.

Para análise de variância dos ensaios, foi utilizado o programa Genes (Cruz, 2001), da Universidade Federal de Viçosa. Os dados referentes à porcentagem de plantas por parcela com sintomas de enfezamentos foram transformados para $\arcseno \sqrt{\frac{x}{100}}$. As porcentagens de plantas acamadas e quebradas foram transformadas para $\log(x + 5)$ e $\log(x + 6)$, respectivamente. As correlações foram estimadas conforme a fórmula de Pearson (Cruz & Regazzi, 1994).

Nos dois ensaios (grupo 1 e grupo 2), houve manifestação dos sintomas para ambos os enfezamentos, pálido e vermelho. Para fitoplasma, as plantas apresentaram avermelhamento das folhas apicais, encurtamento de internódios e proliferação de espigas e, no caso de espiroplasma, amarelecimento foliar e faixas esbranquiçadas na base das folhas, coincidindo com os sintomas descritos por Nault (1980).

Várias linhagens apresentaram resistência aos enfezamentos em ambos os ensaios (Tabelas 5 e 6). Houve diferença significativa entre as linhagens para todas as características estudadas, com exceção de plantas quebradas (grupo 1,

Tabela 1). No ensaio do grupo 2, os resultados foram altamente significativos para todos os caracteres ($P < 0,01$). Esses resultados demonstram a presença de grande variabilidade dentro dos dois grupos de linhagens, o que possibilita a identificação e a seleção de linhagens resistentes aos enfezamentos.

Na Tabela 2, encontram-se as médias ajustadas, coeficiente de variação experimental, variância genética e variância fenotípica, para as linhagens avaliadas no Grupo 1 e no Grupo 2. Por se tratar de ensaios de avaliação de linhagens, os coeficientes de variação (CV) obtidos estão dentro do encontrado na literatura. As linhagens avaliadas no grupo 1 são linhagens tropicais mais antigas, daí o porte mais elevado em relação àquelas avaliadas no grupo 2. As estimativas de variância genética indicam a possibilidade de se selecionar entre as linhagens para resistência aos enfezamentos.

Os estudos de correlação genotípica foram não significativos entre incidência dos enfezamentos e as demais características para o grupo 1 (Tabela 3). Esses resultados, embora não significativos, foram negativos para altura da planta e espiga, peso de espiga e produção de grãos, indicando que plantas com “alta” incidência e infecção precoce dos enfezamentos podem apresentar menor altura e menor produção. Segundo Silva et al. (2002), plantas infectadas tardiamente podem apresentar altura aparentemente normal, apresentando apenas a presença de sintomas foliares e espigas pequenas.

Para o grupo 2, os resultados de correlação genotípica (Tabela 4) para todas as características avaliadas, foram positivos e altamente significativos ($P < 0,01$). Entretanto, para as características incidência dos enfezamentos (IE), embora tenham apresentado correlações posi-

TABELA 1. Resumo da análise de variância para as características estudadas nos ensaios do grupo 1 (11 linhagens elites) e grupo 2 (96 linhagens elites). Jaboticabal 2003/04.

Características	Ensaio - Grupo 1				Ensaio - Grupo 2			
	Tratamento		Erro		Tratamento		Erro	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM
Altura da planta (cm)	10	902,712**	20	54,942	95	3786,703**	190	63,124
Altura da espiga (cm)	10	832,830**	20	48,094	95	1425,067**	190	41,654
% plantas acamadas # ₁	10	0,225**	20	0,043	95	0,679**	190	0,149
% plantas quebradas # ₂	10	0,020 ^{ns}	20	0,024	95	0,131**	190	0,02
Nº de plantas/parcela	10	12,224**	20	1,561	95	49,019**	190	5,37
Nº de espigas/parcela	10	14,630**	20	2,139	95	46,704**	190	6,311
Produção (t/ha)	10	0,030*	20	0,01	95	0,063**	190	0,009
Peso por espiga	10	0,0002**	20	0,00005	95	0,0004**	190	0,00004
Incidência enfezamentos #	10	0,182**	20	0,027	95	0,343**	190	0,051

#₁ = dados transformados $\log(x + 5)$; #₂ = dados transformados $\log(x + 6)$

#₃ = dados transformados $\arccoseno \sqrt{\frac{x}{100}}$

* - significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade; ^{ns} - não significativo ao nível de 5% de probabilidade

vas com as demais características, sabe-se que a alta incidência e severidade das doenças, dependendo da época da infecção, podem ocasionar menores produção e desenvolvimento das plantas (Nault, 1980; Shurtleff, 1986; Massola Jr., 2001). Os valores positivos ocorridos podem estar relacionados com o grande

grupo e divergência genética das linhagens avaliadas.

No ensaio 1, a incidência dos enfezamentos variou entre 0% e 60,8%, com várias linhagens se destacando quanto à resistência (Tabela 5). As linhagens CR 800442A, CR 800439A, CR 800425A, CR 800434A e CR800486A se desta-

TABELA 2. Dados de médias ajustadas, coeficiente de variação experimental (CV%), variância genética (VG) e variância fenotípica (VF), para as características estudadas nos ensaios dos grupos 1 e 2. Jaboticabal 2003/04.

Características	Ensaio – Grupo 1				Ensaio - Grupo 2			
	Média	CV%	VG	VF	Média	CV%	VG	VF
Altura da planta (cm)	163,12	4,54	300,92	282,6	141,73	5,61	1241,19	1262,23
Altura da espiga (cm)	89,7	7,130	261,58	277,61	76,42	8,45	461,14	475,02
% plantas acamadas # ₁	0,89	23,29	0,06	0,07	1,28	30,09	0,18	0,23
% plantas quebradas # ₂	0,83	18,67	0	0,007	0,74	19,36	0,037	0,044
Nº de plantas/parcela	14,52	8,61	3,55	4,07	11,96	19,38	14,55	16,34
Nº de espigas/parcela	12,36	11,83	4,16	4,88	10,72	23,44	13,46	15,57
Peso médio de espiga (Kg)	0,036	20,13	48,03	65,60	0,030	20,19	102,96	114,81
Produção (t/ha)	1,56	23,19	0,094	0,14	1,37	25,74	0,244	0,286
Incidência enfezamentos # ₃	1,14	14,34	0,052	0,061	1,09	20,75	0,097	0,114

#₁ = dados transformados log (x + 5)

#₂ = dados transformados log (x + 6)

#₃ = dados transformados arcoseno $\sqrt{\frac{x}{100}}$

TABELA 3. Resultados de correlação (r) genotípica para o ensaio - Grupo 1 (11 linhagens elites). Jaboticabal 2003/04.

	AP	AE	NE	PE	PG	IE
AP	-	0,90**	-0,36 ^{ns}	0,90**	0,20 ^{ns}	-0,13 ^{ns}
AE		-	-0,30 ^{ns}	1,00**	0,51 ^{ns}	-0,12 ^{ns}
NE			-	-0,07 ^{ns}	0,66*	0,52 ^{ns}
PE				-	0,55 ^{ns}	-0,18 ^{ns}
PG					-	-0,22 ^{ns}
IE						-

* - significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade; ^{ns} - não significativo ao nível de 5% de probabilidade. AP = Altura da planta; AE. = Altura da espiga; NE = número de espiga; PE. = peso de espiga; PG. = produção; IE = incidência dos enfezamentos;

caram por apresentarem baixa incidência dos enfezamentos (< 13,5%), comparável à resistência dos híbridos utilizados como testemunhas. O híbrido Strike (moderadamente resistente aos enfezamentos) teve uma infestação média de

16,03%. Já a linhagem CR 800486A foi altamente resistente, não apresentando qualquer incidência dos enfezamentos, o que demonstra uma possível presença de alelos favoráveis que governam a resistência.

TABELA 4. Resultados de correlação (r) genotípica para o ensaio - Grupo 2 (96 linhagens elites). Jaboticabal 2003/04.

	AE	NE	PE	PG	IE
AP	0,94**	0,63**	0,74**	0,69**	0,67**
AE	-	0,61**	0,68**	0,68**	0,60**
NE		-	0,47**	0,66**	0,44**
PE			-	0,89**	0,59**
PG				-	0,57**
IE					-

** - significativo ao nível de 1% de probabilidade;. AP = Altura da planta; AE = Altura da espiga; NE = número de espiga; PE = peso de espiga; PG = produção; IE = incidência dos enfezamentos

TABELA 5. Média de altura da planta (AP), altura da espiga (AE), acamamento (AC), quebramento (QB), número de espigas (NE), peso médio de espiga (PE), produção de grãos (PG) e incidência de enfezamentos (IE), para o ensaio do grupo 1 (11 linhagens elites). Jaboticabal 2003/04^{1,2}.

TRATAMENTO	AP(cm)	AE(cm)	AC(%)	QB(%)	PG(t ha ⁻¹)	IE(%)
CR800486A	152,00 cd	80,33 cd	0,00 a	0,00 a	1,90 ab	0,00 a
CR800442A	172,67 bc	102,67 ab	0,00 a	0,00 a	2,03 a	10,83 ab
CR800425A	154,33 cd	80,67 cd	8,89 ab	2,22 a	1,25 ab	11,27 ab
CR800434A	139,33 d	66,67 de	2,22 a	2,22 a	1,64 ab	12,48 ab
CR800439A	167,33 bc	102,67 ab	0,00 a	9,09 a	1,19 ab	13,47 ab
CR800469A	195,67 a	116,33 a	34,86 b	2,08 a	1,60 ab	14,58 ab
CR800473A	138,33 d	59,67 e	0,00 a	0,00 a	0,88 b	15,03 ab
CR800460A	170,67 bc	96,33 abc	14,78 ab	0,00 a	1,66 ab	23,18 abc
CR800445A	182,00 ab	93,67 bc	0,00 a	0,00 a	1,30 ab	30,26 bc
CR800413A	156,67 cd	98,00 abc	2,38 a	0,00 a	2,08 a	48,10 cd
CR800479A	165,33 bc	89,67 bc	2,08 a	0,00 a	1,57 ab	60,83 d
Média geral	163,12	89,7	0,89	0,83	1,56	21,82
CV (%)	4,54	7,73	23,29	18,67	23,29	14,34
Dms	21,86	20,45	27,13	14,70	1,07	26,49

¹ IE (%): Strike (16,03), A2555 (10,48), XB8010 (2,08), XB7011 (10,56) e XB7012 (2,22)

² Médias seguidas de pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P > 0,05)

Para altura da planta e da espiga, as médias variaram entre 1,38m para planta e 0,60m para espiga, na linhagem CR 800473A, e 1,96m, para planta, e 1,16m, para espiga, na linhagem CR 800469A. A porcentagem de acamamento variou entre 0% e 34,86%. A linhagem mais alta (CR 800469A) foi a que teve maior acamamento (34,86%). Já para quebramento, não foram observadas diferenças significativas, demonstrando que as linhagens possuem uma excelente qualidade de colmo (Tabela 5.). Em geral, as linhagens avaliadas têm boa posição relativa da espiga na planta (PREP = divisão da altura da espiga pela altura da planta), apresentando, em média, valor 0,55. Segundo Souza (1994), plantas com valores de PREP altos (ótimo < 0,5), mantidos os demais fatores constantes, terão maior facilidade em tombar que aquela com PREP baixo.

A produção de grãos variou de 0,88 t/ha, para a linhagem CR 800473A, a 2,08 t/ha para a linhagem CR 800413A, com destaque para as linhagens CR 800442A e CR 800486A, que, além de alta produção, também se destacaram quanto à resistência aos enfezamentos (Tabela 5). Junqueira (2002) observou que a produção média dos híbridos parentais obtidos das 11 linhagens avaliadas (Ensaio 1), em sete localidades, foi superior a 7000 Kg/ha, demonstrando que essas linhagens apresentam grande potencial heterótico e excelente capacidade de combinação, por terem sido cruzadas com apenas uma linhagem testadora elite.

A melhor linhagem avaliada no ensaio do Grupo 1 foi a CR 800486A, pois tem um nível satisfatório de produtividade (1,90 t/ha), resistência ao enfezamento (0% de incidência) e nenhuma planta acamada ou quebrada. Além disso, entre as onze linhagens, é a terceira de menor porte (Tabela 5).

Para o ensaio 2, a incidência média dos enfezamentos variou entre 0% e 83,3% e várias linhagens se destacaram quanto à resistência, com

valores abaixo da melhor testemunha (Tabela 6). As linhagens PH 970, PH 1098, PH 1894, PH 1977 e PH 2507 foram altamente resistentes. Já a linhagem PH 2572 foi altamente suscetível, com uma incidência média de 83,3%. Os híbridos utilizados como testemunhas tiveram incidência variando de 2,78% para o híbrido A2555 (altamente resistente aos enfezamentos), a 24,4%, para o híbrido Strike (moderadamente resistente aos enfezamentos), valor de resistência inferior ao de várias linhagens.

Segundo Silva *et al.*, (2003) o controle genético da resistência aos enfezamentos do milho é predominantemente de alelos de efeitos aditivos. Como as linhagens avaliadas possuem aproximadamente 100% dos locus em homozigose, pressupõe-se que as linhagens que foram altamente resistentes gerem híbridos com tendência de alta resistência.

Para altura da planta e altura da espiga, as médias variaram entre 0,98 m, para planta, e 0,4 m, para espiga (linhagem PH 2073), até 1,97 m para planta e 1,1 m para espiga, na linhagem PH 2473-2 (Tabela 6). Essa variação é explicada devido à presença de diferentes fontes genéticas de origem entre as 96 linhagens avaliadas. A linhagem PH 2073 teve, além da menor altura da planta e altura da espiga, a menor produção (0,4 t/ha). A incidência dos enfezamentos nessa linhagem foi de 36,6%, podendo esse índice ter influenciado negativamente seu desenvolvimento e produção.

A porcentagem de acamamento variou entre 0% e 100%, mas houve a presença de forte vento após o estágio fenológico 7, em parte do ensaio, influenciando os resultados. Para porcentagem de quebramento, embora a variação não tenha sido tão alta (0% a 22,6%), pode também ter ocorrido influência ambiental sobre a variável. Em geral, as linhagens avaliadas apresenta-

TABELA 6A. Média de altura da planta (AP) e da espiga (AE), acamamento (AC), quebramento (QB), número (NE) e peso médio de espiga (PE), produção de grãos (PG) e incidência de enfezamentos (IE) entre 0 e 22%. Grupo 2. Jaboticabal 2003/04

TRATAMENTO	AP (cm)	AE (cm)	AC (%)	QB (%)	PG (t ha ⁻¹)	IE (%)
PH970	182,7	107,0	96,97	0,00	1,24	0,00
PH1098	138,0	71,3	74,07	0,00	1,88	0,00
PH1894	144,3	72,0	14,81	0,00	1,78	0,00
PH1977	143,7	78,0	61,41	0,00	1,58	0,00
PH2507	144,3	75,3	80,59	2,38	0,84	0,00
PH1555	124,3	69,3	0,00	0,00	1,32	2,08
PH1103	154,7	91,7	20,00	0,00	2,59	2,22
PH2026	138,0	58,3	75,49	0,00	1,17	2,38
PH1019	130,0	64,5	48,01	0,00	2,26	3,70
PH2309	148,0	88,3	49,87	0,00	2,20	4,17
PH1571	139,7	86,7	0,00	0,00	1,83	4,44
PH1568	146,0	80,3	53,11	0,00	1,94	5,13
PH2028	128,5	60,3	78,33	0,00	0,94	5,56
PH2560	118,7	53,7	61,11	0,00	0,73	5,56
PH2532-3	162,0	91,7	0,00	0,00	2,35	6,67
PH1394-2	148,8	73,5	52,78	0,00	1,04	7,14
PH1447	107,0	55,3	14,42	0,00	0,74	7,21
PH1445	178,3	98,0	23,15	0,00	1,11	7,41
PH2126	161,0	87,0	100,00	0,00	1,97	7,41
PH1302	150,3	70,0	15,95	0,00	1,64	7,84
PH1301	157,0	90,3	33,33	1,85	1,77	8,09
PH2410	165,5	102,0	46,9	14,44	2,01	8,10
PH1188-1	190,0	93,7	58,89	3,33	1,45	8,33
PH2050	155,7	79,7	37,18	0,00	1,69	8,46
PH1171-5	166,3	88,7	70,24	0,00	1,91	9,23
PH1189	140,3	55,3	96,97	0,00	1,48	9,52
PH1966	191,0	103,3	100,00	2,56	1,07	9,80
PH2281	145,5	85,0	0,00	0,00	1,11	10,82
PH928	163,7	105,3	46,03	0,00	0,87	11,11
PH2138	143,3	79,3	63,89	0,00	1,45	12,50
PH2452	124,3	58,7	0,00	13,33	1,43	13,33
PH986	165,7	86,7	52,98	0,00	1,59	13,39
PH1240	121,0	64,3	56,06	0,00	1,17	14,25
PH2154	146,0	76,0	2,22	0,00	2,26	14,49
PH1020	151,0	88,7	10,00	0,00	1,74	15,29
PH895-1	158,7	102,3	32,07	22,56	1,31	15,32
PH1931	177,3	95,3	19,35	0,00	2,02	15,48
PH2277	136,0	79,7	0,00	0,00	1,31	16,67
PH2686	145,0	86,0	33,33	5,56	1,36	16,67
PH2310	146,3	86,7	21,53	10,42	1,43	18,06
PH1242	148,0	92,7	28,57	6,67	1,54	18,10
PH2007-2	129,3	63,3	4,76	0,00	0,75	18,10
PH1786	161,0	90,7	33,54	0,00	1,69	18,59
PH2473-2	197,0	110,3	48,66	0,00	1,40	18,75
PH1356	134,0	64,0	5,88	0,00	1,41	18,95
PH1868	184,0	101,7	22,89	0,00	2,96	19,41
PH1520	163,0	96,3	0,00	4,44	1,74	20,63
PH2409	162,3	81,7	20,00	8,10	0,94	21,90
PH2081	126,7	57,8	55,56	0,00	0,60	22,22

TABELA 6B. Média de altura da planta (AP) e da espiga (AE), acamamento (AC), quebramento (QB), número (NE) e peso médio de espiga (PE), produção de grãos (PG) e incidência de enfezamentos (IE) acima de 23%. Grupo 2. Jaboticabal 2003/04

CONTINUAÇÃO DA TABELA - 6

PH1177-1	167,3	86,3	37,44	0,00	1,69	23,25
PH1279	150,0	81,3	10,26	2,56	1,54	23,57
PH1820	124,3	64,0	4,44	0,00	1,13	23,59
PH2280	128,7	83,3	13,56	0,00	1,22	23,79
PH1765	142,0	70,3	6,25	13,37	1,17	24,50
PH900	144,0	79,7	20,24	2,38	1,06	24,52
PH1554	151,0	80,0	0,00	0,00	1,85	25,34
PH1963	166,0	90,0	84,03	0,00	1,53	26,39
PH1395	149,0	73,0	20,10	0,00	1,84	26,54
PH1419	123,3	54,3	22,15	0,00	1,51	27,92
PH2553	164,0	88,3	8,61	0,00	1,21	28,47
PH1015	124,7	68,0	28,89	0,00	0,50	28,89
PH2440	121,0	71,3	7,41	0,00	1,04	29,10
PH1677	155,7	93,3	23,51	2,38	1,96	29,55
PH1296	137,0	67,0	16,94	6,39	1,64	29,72
PH2494	130,0	62,3	15,77	0,00	1,60	30,24
PH2399	144,7	77,3	0,00	0,00	1,65	30,58
PH960	137,0	62,7	0,00	0,00	1,44	30,97
PH2505	160,7	84,4	64,29	0,00	1,49	31,75
PH1091	123,7	63,3	11,11	0,00	1,34	31,85
PH1757	154,8	88,7	33,33	0,00	1,52	31,90
PH939	160,3	95,3	40,15	0,00	1,72	32,01
PH1580	178,0	105,0	0,00	0,00	1,36	32,38
PH1903	132,0	71,0	25,07	16,3	1,19	33,15
PH2554	142,0	85,7	0,00	0,00	1,43	33,33
PH2167	123,3	63,3	61,37	0,00	0,94	33,82
PH2073	98,0	40,0	76,52	0,00	0,40	36,62
PH2427-2	161,7	95,0	22,22	2,22	1,01	36,81
PH917	152,7	83,7	60,00	0,00	1,42	37,14
PH1660	160,3	83,7	44,87	7,51	1,75	39,38
PH1048	129,2	73,4	81,48	0,00	0,55	39,63
PH915	151,5	85,0	14,42	4,31	1,82	42,88
PH2465	179,7	107,3	7,33	0,00	1,54	43,77
PH2697	146,0	70,0	100,00	0,00	1,89	44,44
PH2650	140,3	79,3	33,33	0,00	0,87	45,94
PH2039	125,7	68,3	19,49	0,00	1,14	46,46
PH2523-2	168,0	93,7	17,04	2,22	0,85	47,41
PH2566-2	138,0	86,0	88,10	4,44	1,72	49,11
PH2418	168,0	90,0	67,59	0,00	1,22	50,00
PH1173-1	151,7	69,3	25,00	2,38	1,18	53,83
PH2051	158,7	91,0	6,67	0,00	1,52	54,62
PH2043	160,3	82,7	37,22	0,00	1,46	54,72
PH1173-2	172,7	89,9	82,36	0,00	1,41	56,53
PH2038	126,0	67,0	33,33	0,00	1,03	63,75
PH910	128,0	64,0	19,03	0,00	1,03	67,59
PH2572	103,0	45,0	7,14	4,44	0,74	83,33
Média geral	141,73	76,42	34,75	1,85	1,43	23,59
CV (%)	5,61	8,45	30,09	19,36	25,74	20,75

IE (%): Strike (24,44); A2555 (2,78); XB8010 (11,11); XB7011 (4,44) e XB7012 (6,67)

ram boa posição relativa da espiga na planta (PREP), com valor médio de 0,54 (Tabela 6).

A produção de grãos variou de 0,4 t/ha, para a linhagem PH 2073, a 2,96 t/ha, para a linhagem PH 1868 (Tabela 6), com destaque para as linhagens PH 1019, PH 1103, PH 1171-5, PH 1568, PH 2126, PH 2309 e PH 2410 que, além de mais produtivas, tiveram incidência de enfezamentos abaixo dos 10%. Embora a linhagem PH 1868 não tenha sido selecionada na faixa de 0 a 10% de incidência dos enfezamentos, sua produtividade (2,96 t/ha) justifica que o programa a mantenha em destaque, na busca de combinações que supram sua deficiência e resultem em híbridos altamente produtivos e resistentes.

Os resultados obtidos nas avaliações realizadas com o grupo 1 e o grupo 2 de linhagens elites de milho possibilitaram a identificação e a seleção de linhagens com alto grau de resistência aos enfezamentos, o que possibilita que sejam utilizadas em futuros cruzamentos, para a obtenção e avaliação de híbridos destinados aos plantios de safrinha.

Os estudos de correlação genotípica não foram eficientes para o grupo 2, que possui um grande número de linhagens com grande divergência genética.

Literatura Citada

BASSO, M. C. **Síntese de compostos de milho (*Zea mays* L.) com resistência ao complexo de enfezamento**. 1999. 122 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/1safragraos2006_2007.pdf. Acesso em: 30 out. 2006.

COSTA, A. S.; KITAJIMA, E. W.; ARRUDA, S. C.; Moléstia de vírus e de micoplasma do milho em São Paulo. **Revista Brasileira de Fitopatologia**, Brasília, DF, v. 4, n. 4, p. 39-41, 1971.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1994. p. 80-101.

CRUZ, C. D. **Programa GENES – versão Windows**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 642 p.

FALCONER, D. S. **Introduction to quantitative genetics**. 2.ed. London: Longman, 1981. 340 p.

FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360 p.

FINDLEY, W. R.; JOSEPHSON, L. M.; DOLLINGER, E. J. Breeding for disease resistance in corn. In: GORDON, D. T.; KNOKE, J. K.; SCOTT, G. E. (Ed.). **Virus and virus-like diseases of maize in the United States**. Wooster: Ohio Agricultural Research and Development Center. 1981, p.137-140. (Southern Cooperative Series Bulletin, 247)

JUNQUEIRA, B.G. **Avaliação de híbridos simples experimentais de milho (*Zea mays* L.)**. Jaboticabal, 2002. 38 f.. Trabalho (Graduação) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.

LARSEN, K. J.; NAULT, L. R.; MOYA – RAYAGOSA, G. Overwintering biology of *Dalbulus leafhoppers* (Homoptera: Cicadellidae): adult population and drought hardiness. **Environmental Entomology**, College Park, v. 21, p. 566-577, 1992.

MASSOLA J. R. Enfezamentos vermelho e palito: Doenças em milho causadas por mollicutes.

Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 22, n. 2, p. 237-243, jul./dez. 2001.

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.

NAULT, L. R. Evolution of an insect pest: maize and the corn leafhopper, a case study. **Maydica**, Bergamo, v. 35, p.165-175, 1990.

OLIVEIRA, E.; WAQUIL, J. M.; PINTO, N. F. A. J. Doenças causadas por patógenos transmitidos por insetos: complexo enfezamento/mosaico., In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO “SAFRINHA”, 4., Assis, 1997. **Anais**. Campinas: IAC: CDV, 1997. p. 87-94.

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, DF, v. 23, n. 1, p. 45-47, mar. 1998.

OLIVEIRA, E.; REZENDE, R. O.; PECCI, M. G.; LAGUNA, I. G.; HERRERA, P.; CRUZ, I. Incidência de viroses e enfezamentos e estimativa de perdas causadas por mollicutes em milho no Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 38, n. 1, p. 19-25, jan. 2003.

SHURTLEFF, M. C. **Compendium of corn diseases**. 2.ed. St. Paul: APS, 1986. 105 p.

SILVA, R. G.; GALVÃO, J. C. G.; MIRANDA, G. V.; OLIVEIRA, E. Identificação dos níveis de resistência aos enfezamentos do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 1, n. 3, p. 18-29, Set./Dez. 2002.

SILVA, R. G.; GALVÃO, J. C. G.; MIRANDA, G. V.; OLIVEIRA, E. Controle genético da resistência aos enfezamentos do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 38, n. 8, p. 921-928, 2003.

SOUZA, S. B. **Avaliação de híbridos simples experimentais de milho (*Zea mays* L.)**. Jaboticabal, 1994. 69 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

WAQUIL, J. M.; OLIVEIRA, E.; PINTO, N. F. J. A.; FERNANDES, F. T.; CORREIA, L. A. Virose em milho – Incidências e efeitos na produção. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 20, n. 3, p. 292-293, ago. 1995.

WHITCOMB, R. F.; CHEN, T. A.; WILLIAMSON, D. L.; LIAO, C.; TULLY, J. G.; BOVE, M.; MOUCHES, C.; RPSE, D. L.; COAN, M. E.; CLARK, T. B. *Spiroplasma kunkelii* sp. nov.: characterization of the etiological agent of corn stunt disease. **International Journal of Systematic Bacteriology**, Washington, v. 36, p. 170-178, 1986.