**SÍNTESE DE COMPOSTOS DE MILHO (*Zea mays* L.)
COM RESISTÊNCIA AO “COMPLEXO DE ENFEZAMENTO”**

CARLOS MAURICIO BASSO

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ BRANCO DE MIRANDA FILHO

**Tese apresentada à Escola
Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”,
Universidade de São Paulo, para obtenção
do título de Doutor em Agronomia, Área de
concentração: Genética e Melhoramento de
Plantas.**

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

Novembro - 1999

ERRATA

Página	Onde se lê	Leia-se
14	autofecundação	seleção massal
22	origem composto G3	adicionar NITRODENT na sua composição
23	Fonte P6 IAC	Fonte P6 IAPAR
23	EsalqPB2xEPB3(B)	EsalqPB2xEsalqPB3(B)
26	Exp 4: ...23 tratamentos	Exp 4: ...22 tratamentos
28	fi: frequência...	fi: frequência relativa...
28	quando esta covariável...	quando a covariância...
31	no bloco k do local j	no bloco j do local k
32	$(t-1)(r-1)(a-1)$	$(t-1)(r-1)a$
34	$p \times t$	p vs. T
35	$\hat{p} = Y_{ii} - \bar{Y}_p$	$\hat{v}_i = Y_{ii} - \bar{Y}_p$
	$\hat{t} = Y_{ij} - \bar{Y}_t$	$\hat{v}_j = Y_{ij} - \bar{Y}_t$
37	$\hat{V}_j = V_j - \bar{V}$	$\hat{V}_j = v_j - \bar{V}$
38	$(V T)^2$	$(V+T)^2$
40	$I_j = w_1 V_j + w_2 \hat{h}_j$	$I_j = w_1 \hat{v}_j + w_2 \hat{h}_j$
66	A12	A22
70	(Tabelas 41, 42, 43)	(Tabelas 42, 43, 44)
70	progressos por seleção	diferenças entre compostos selecionados e composto amplo.
85	Rossenkrantz	Rosenkrantz

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz"/USP

Basso, Carlos Mauricio

Síntese de compostos de milho (*Zea mays* L.) com resistência ao "complexo de enfezamento" / Carlos Mauricio Basso. - - Piracicaba, 1999.
126 p.

Tese (doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1999.
Bibliografia.

1. Cruzamento dialélico 2. Doença de planta 3. Enfezamento 4. Micoplasma de planta 5. Milho 6. Resistência genética 7. Vírus fitopatogênico I. Título

CDD 633.15

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte - O Autor"

A minha família,

amigos,

e a minha querida mulher.....

Dedico

AGRADECIMENTOS

- **Ao Prof. Dr. José Branco de Miranda Filho, pela orientação na realização deste trabalho e sua grande amizade.**
- **Aos funcionários do Departamento de Genética pelo seu trabalho responsável.**
- **A Sé Monteiro, pelo seu trabalho, sua amizade e exemplo de vida.**
- **À ESALQ, ao Depto. de Genética e seus professores pela oportunidade e ensinamentos recebidos.**
- **À FAPESP pelo apoio financeiro**
- **Aos colegas pelo apoio e amizade**

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	vi
SUMMARY.....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2. 1. Distribuição e importância do complexo de enfezamento.....	3
2. 1. 1. Distribuição e importância ao nível mundial.....	3
2. 1. 2. Antecedentes, distribuição e importância no Brasil.....	4
2. 2. Biologia da doença.....	6
2. 2. 1. Condições epidemiológicas.....	6
2. 2. 2. Os agentes causais.....	6
2. 2. 3. O vetor.....	7
2. 2. 4. A planta hospedeira.....	8
2. 2. 5. Condições ambientais.....	9
2. 3. Estratégias de controle.....	10
2. 3. 1. Controle químico do inseto vetor.....	10
2. 3. 2. Resistência genética ao complexo de enfezamento.....	10
2. 3. 2. 1. Natureza genética da resistência.....	10
2. 3. 2. 2 Avaliação da resistência: variáveis de análise.....	12
2. 3. 2. 3 Criação do inseto vetor e infestação artificial.....	12
2. 3. 2. 4 Métodos de melhoramento para resistência a vírus e fitoplasmas – espiroplasmas.....	13
2. 3. 2. 5 Fontes de resistência.....	15
2. 4 Caracterização do Germoplasma.....	17
2. 4. 1 Variabilidade genética.....	17
2. 4. 2 Estudos do valor genético de populações em cruzamentos controlados.....	18
2. 4. 3 Síntese de novas populações.....	19
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3. 1. Material genético.....	21
3. 2. Obtenção do material experimental.....	24
3. 3. Avaliação experimental.....	26
3. 3. 1. Análise da variância preliminar.....	30
3. 3. 2. Análise do esquema dialélico parcial.....	32
3. 3. 3. Análise do esquema de cruzamentos “top-cross” intragrupo.....	36
3. 4. Predição de médias de compostos.....	39

	Página
4. RESULTADOS.....	41
4. 1. Variáveis estudadas na testemunha intercalar e suas correlações.....	41
4. 2. Análise da variância preliminar.....	42
4. 3. Análise do esquema dialélico parcial.....	44
4. 3. 1. Análise dos materiais exóticos no local de Anhembi.....	44
4. 3. 2. Análise dos materiais exóticos no local de Piracicaba.....	46
4. 3. 3. Análise das populações no local de Anhembi.....	47
4. 3. 4. Análise das populações no local de Piracicaba.....	49
4. 3. 5. Análise dos acessos no local de Anhembi.....	50
4. 3. 6. Análise dos acessos no local de Piracicaba.....	52
4. 4. Análise do esquema de cruzamentos “top-cross” intragrupo.....	53
4. 4. 1. Análise das populações no local de Anhembi.....	53
4. 4. 2. Análise das populações no local de Piracicaba.....	54
4. 4. 3. Análise dos acessos precoces no local de Anhembi.....	55
4. 4. 4. Análise dos acessos precoces no local de Piracicaba.....	56
4. 4. 5. Análise dos acessos tardios no local de Anhembi.....	57
4. 4. 6. Análise dos acessos tardios no local de Piracicaba.....	57
4. 5. Contribuição relativa das fontes de variação.....	58
5. DISCUSÃO.....	60
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	73
7. CONCLUSÕES.....	76
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	78
TABELAS.....	88
FIGURAS.....	121

SÍNTESE DE COMPOSTOS DE MILHO (*Zea mays* L.) COM RESISTÊNCIA AO “COMPLEXO DE ENFEZAMENTO”.

Autor: CARLOS MAURICIO BASSO

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ BRANCO DE MIRANDA FILHO

RESUMO

O “complexo de enfezamento” é uma doença causada por vírus e fitoplasma - espiroplasmas que afeta os cultivos de milho numa ampla área de ambientes tropicais e subtropicais da América. No Brasil e, de acordo com diferentes publicações, a incidência desta doença esta - se incrementando devido principalmente a novas práticas agrônômicas que favorecem a difusão da doença. As perdas na produtividade do milho foram estimadas em até 30% para genótipos suscetíveis. A resistência genética é a forma mais eficiente de controle, porém a procura de novas fontes de resistência visando sua incorporação nos materiais “elite”, ou para serem usadas como populações básicas em programas de seleção recorrente, constitui um importante objetivo dos programas de melhoramento do milho no Brasil.

O objetivo deste trabalho foi a predição e síntese de compostos de milho com bom padrão de resistência à doença e alto nível de produtividade de grãos, além da obtenção de estimativas genéticas úteis para os programas de melhoramento. Com este objetivo, dez populações melhoradas provenientes de diferentes instituições públicas e vinte e dois acessos do banco de germoplasma, sendo ambos os grupos de materiais previamente avaliados para resistência, foram cruzados em dois esquemas: cruzamento dialélico parcial intergrupos e cruzamento “*top-cross*” ou intragrupo. Nos esquemas de cruzamentos intergrupos foram utilizadas como testadores cinco populações sintéticas derivadas de híbridos comerciais com diferentes níveis de resistência. Além disso, treze populações exóticas derivadas de germoplasma temperado e temperado x tropical, não previamente testadas para resistência ao enfezamento, foram cruzadas com dois compostos adaptados

num esquema dialélico parcial. Os experimentos resultantes foram avaliados num delineamento em blocos casualizados com quatro repetições em três ambientes no Estado de São Paulo (Brasil), sob condições de alta incidência de infestação natural do complexo de enfezamento em dois deles.

Em geral, as populações melhoradas e os acessos selecionados apresentaram maiores níveis de resistência à doença do que os materiais exóticos. A partir dos cruzamentos entre germoplasma adaptado (esquema “top-cross”) foram preditas as médias de diversos compostos de maior potencial de produção de grãos (PG) para diferentes números de variedades parentais. Nos cruzamentos intergrupos, para a variável PG, foram detectados altos níveis de heterose média nos cruzamentos entre germoplasma público e privado, indicando um elevado grau de divergência genética entre eles, pelo que foram considerados como boas fontes para iniciar um programa de melhoramento. Segundo as comparações da importância relativa das somas de quadrados para resistência ao enfezamento, os efeitos varietais foram maiores que os efeitos de heterose, portanto os efeitos aditivos são considerados mais importantes na determinação do caráter. No entanto, os efeitos não aditivos não podem ser descartados, embora provavelmente se expliquem pelo fato do vigor híbrido diminuir a expressão dos sintomas nos cruzamentos mais vigorosos. Foram também estimados valores altos e negativos de correlação entre sintomas do enfezamento e produtividade de grãos. A partir de tais correlações, da importância dos efeitos aditivos na determinação do caráter resistência e da presença do vigor híbrido afetando a expressão dos sintomas da doença, é possível sugerir o emprego dos compostos como populações base de programas de seleção recorrente intrapopulacional, com base na avaliação da PG em progênies com certo nível de endogamia e sob condições de alta pressão da doença, similares às reportadas neste trabalho. Além disso, a seleção deveria visar a redução da altura das plantas, preditas como elevadas nos compostos a serem sintetizados.

Palavras chave: milho, complexo de enfezamento, resistência genética, compostos.

SYNTHESIS OF MAIZE (*Zea mays* L.) COMPOSITES RESISTANT TO “CORN STUNT COMPLEX”

Author: CARLOS MAURICIO BASSO

Adviser: Prof. Dr. JOSE BRANCO DE MIRANDA FILHO

SUMMARY

Corn stunt is a virus and virus-like disease complex affecting maize crops in a wide area of American tropical and sub-tropical environments. In Brazil, according with several reports, its incidence has been increasing in the last years due to some new agronomic practices that allow the development of favorable epidemiological conditions. Corn yield losses around 30% were estimated for susceptible genotypes. Because genetic resistance is the most efficient way of control, searching for new resistance sources to be incorporated in elite materials or to be used as basic populations in recurrent selection schemes, is an important goal in Brazilian maize breeding programs.

The objective of this assay was to predict and synthesize maize composites with good disease resistance and high yield and to estimate genetic parameters useful to breeding programs. For that purpose, ten maize improved populations from several public institutions and twenty two entries from germplasm bank, both groups previously selected for disease resistance, were crossed in two mating schemes: intergroups partial diallel scheme and intragroup top-cross scheme. Five maize synthetics, derived from five commercial hybrids with different levels of disease resistance, were used as testers for the “intergroup” scheme. In addition, thirteen maize exotic populations derived from temperate and temperate by tropical germplasm and not previously tested for corn stunt resistance, were crossed with two well adapted composites in a partial diallel scheme. The experiments were evaluated in randomized complete block experiments with four replications in three environments at São Paulo State (Brazil), under high natural corn stunt occurrence in two of them.

In general, the improved populations and bank entries showed better levels of disease resistance than the exotic material. Crosses among the adapted germplasm (top-cross scheme) were used to predict composite means for the identification of the best potential yield, for different number of parental varieties. In the partial diallel schemes, high levels of average heterosis were detected for yield in crosses from public and private sources of germplasm indicating a high degree of genetic divergence between them, so they were considered good sources to start a breeding program. Comparing the relative importance of sum of squares for corn stunt resistance, varietal effects were more important than heterosis effects, indicating additive effects as the most important in determining disease resistance. However, no-additive effects can not be neglected. The last ones probably derive from the fact that hybrid vigor diminished disease severity symptoms in the most vigorous crosses. On the other hand, it was detected a high and negative phenotypic correlation between corn stunt symptoms and yield. From such correlation, the importance of additive effects and the presence of hybrid vigor affecting disease symptoms, it is possible to suggest that the composites to be formed can be used as sources of germplasm for an intrapopulation recurrent selection program. The former should be based on the evaluation of yield in progenies with some level of inbreeding and under high disease pressure conditions, similar to that reported in this study. In addition, selections should emphasize the reduction of plant height, considered high in most of the predicted composites.

Key words: corn, corn stunt complex, genetic resistance, composites.

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é a segunda cultura depois do trigo em volume de produção ao nível mundial. No entanto, dentre as economias em desenvolvimento, o milho ocupa a primeira posição em América Latina e África (Dowswell et al., 1996).

No Brasil, o milho ocupa a metade da superfície plantada com cereais, sendo produzido em ambientes tropicais e subtropicais, com uma fronteira agrícola em constante expansão. Nestes ambientes, a cultura está exposta a um grande número de fatores bióticos e abióticos adversos. Dentre os primeiros, destaca-se a presença de doenças, que afetam significativamente sua produtividade e qualidade.

Nos últimos anos, a difusão da prática de plantio de segunda época ou “safrinha”, aliada à adoção da irrigação, que em alguns locais permite o cultivo do milho durante o ano todo, foi acompanhada por um aumento significativo da incidência de pragas e doenças, com prejuízos anuais estimados pela EMBRAPA em mais de um bilhão de dólares (Oliveira et al., 1997).

Algumas das mais importantes doenças do milho no Brasil são produzidas por vírus e fitoplasma-espiroplasmas; a principal doença causada por estes agentes é o chamado “complexo de enfezamento”. Na atualidade, esta doença assume especial importância devido à constatação de sua ocorrência em altos níveis, à suscetibilidade de muitos híbridos comerciais de milho e aos prejuízos que pode causar à produção (Oliveira et al., 1995; Waquil & Fernández, 1996).

Diante desta limitação, o emprego de materiais com resistência genética é a estratégia de controle mais efetiva (Silva, 1993). O desenvolvimento de cultivares resistentes requer a continua procura de fontes de resistência que possibilitem a síntese de

novas populações. As mesmas devem combinar bom comportamento para as diversas doenças, junto com boas características agronômicas, para se constituir em germoplasma base dos programas de melhoramento.

No Brasil, o germoplasma de milho é caracterizado por uma ampla variabilidade incluindo raças locais ou indígenas, populações adaptadas e materiais exóticos ou semi-exóticos. Apesar desta grande variabilidade, pouco é conhecido em relação aos diferentes materiais genéticos quanto às suas características agronômicas e, especialmente, ao seu potencial como fonte de resistência a doenças. Isto é resultado de uma concentração de esforços de melhoramento sobre os materiais sabidamente mais promissores.

Os objetivos do presente trabalho são:

- a - Sintetizar novas populações com resistência ao “complexo de enfezamento” e com boas características agronômicas.
- b - Estimar parâmetros genéticos relacionados com a resistência a esta doença.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Distribuição e importância do “complexo de enfezamento”

2.1.1. Distribuição e importância ao nível mundial

O complexo de enfezamento, causado por fitoplasma e espiroplasma, ocorre em quase todas as áreas tropicais e subtropicais do continente americano. Pode-se encontrar em regiões localizadas ao nível do mar ou até médias ou altas altitudes, e entre 40 ° N a 30° S de latitude (De León, 1981).

O enfezamento do milho é conhecido como "corn stunt" nos Estados Unidos, “enrojecimiento del maíz” na Argentina (Lenardón et al., 1997) e “achaparramiento” no México (Bascopé & Galindo, 1981). As duas formas descritas na literatura são o enfezamento pálido ou "Rio Grande corn stunt", produzido pelo *corn stunt spiropasma* (CSS) (Davis & Worley, 1973), e o enfezamento vermelho ou "Mesa Central corn stunt", produzido pelo *maize bushy stunt fitoplasma* (MBS) (Gordon, 1976).

O CSS está presente nos Estados Unidos (Bradfute & Robertson, 1974; Davis et al., 1984), no México (Davis, 1973), na Argentina (Nault & Knoke, 1981), no Peru (Nault et al., 1981), no Brasil (Kitajima & Costa, 1983), na Venezuela (Lastra, 1976) e na Nicarágua (Urbina, 1991). O MBS está presente nos Estados Unidos (Gordon et al., 1978), no México (De León, 1981), no Peru (Nault, 1981), no Brasil (Kitajima & Costa, 1983) e na Colômbia (Martínez López, 1976).

Mais recentemente, foi detectada a presença do MBS em regiões temperadas da Argentina. Esta seria a primeira citação da presença deste patógeno fora das regiões

tradicionais de dispersão, o qual teria especial significância na evolução futura do mesmo (Lenardón et al., 1997).

O enfezamento é possivelmente a doença mais importante para a produção de milho no sul dos Estados Unidos (Scott & Rossenkranz, 1974). Nelson & Scott (1973) observaram produtividades de 3,2; 2,8 e 2,5 t/ha nos cruzamentos entre linhagens resistentes, resistentes x suscetível e suscetíveis, respectivamente. Neste mesmo país, Scott et al. (1977) observaram reduções na produção na ordem de 50% devido ao enfezamento; mais alarmante ainda foi a constatação desses autores de que plantas infectadas precocemente podem ter sua produção reduzida a zero. Perdas próximas a 100% foram indicadas por De León (1981) com infecções severas desta doença.

Na América Central esta doença pode atingir níveis de incidência críticos. Na Nicarágua, no ano de 1986 foram afetados, total o parcialmente, 28.000 hectares cultivados com milho, totalizando uma perda de aproximadamente cinco milhões de dólares (Urbina, 1997). Segundo Dowswell et al. (1996), a disponibilidade de germoplasma com resistência a enfezamento tem mudado dramaticamente o panorama varietal na América Central. A partir da década do 90, 80% da área plantada com milho na Nicarágua eram variedades resistentes a enfezamento, pelo que pode-se considerar que a doença já não constitui uma ameaça importante naquela região.

2.1.2. Antecedentes, distribuição e importância no Brasil

No início da década de 70, Costa et al. (1971) realizaram um levantamento das principais moléstias de vírus e micoplasmas que afetavam a cultura do milho no Estado de São Paulo. Foi determinado que a importância econômica das mesmas não era grande e geralmente passava despercebida pelos agricultores. Naquele momento foram reportadas a presença de três moléstias causadas por vírus: mosaico comum, risca e faixa clorótica das nervuras; e duas por micoplasmas: enfezamento pálido e enfezamento vermelho.

Em trabalho posterior, Kitajima & Costa (1983) relataram a presença de várias viroses e novamente, das duas formas do “enfezamento”. Também estes autores

concluíram que estas doenças ainda representavam um problema menor para a cultura do milho no Brasil. No entanto, foi enfatizado que poderiam causar sérios prejuízos se o milho fosse plantado tardiamente.

Em 1985, Kitajima & Nazareno relataram a presença de alguns vírus e da forma pálida do enfezamento em plantios tardios no Estado do Paraná. Através de testes de serologia e microscopia eletrônica determinaram o agente causal como um “espiroplasma”.

Por outro lado, a partir da metade da década de 80, começou a se difundir a cultura de milho de sequeiro plantado fora da época normal, o qual é denominado geralmente de milho “safrinha”. Esta modalidade de cultivo passou em poucos anos de uma área inexpressiva para aproximadamente 1 milhão e 500 mil hectares. Isto a tornou a principal cultura de outono - inverno nos Estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul, Goiás e adquiriu a mesma importância do trigo no Estado do Paraná (IAC, 1998). Devido principalmente à grande difusão desta prática, mudaram as condições epidemiológicas nos plantios de milho, o que favoreceu a difusão de doenças. Dado que naquele momento só existiam materiais comerciais desenvolvidos para cultivo em época normal de plantio, onde o “enfezamento” não tinha uma importância significativa, as perdas foram muito grandes (Pereira, 1995). Segundo este autor, com a posterior substituição destes materiais por cultivares resistentes a doença ficou sob controle. Portanto, a resistência genética continua sendo um importante fator de produtividade, pois a doença tem uma grande potencialidade para provocar perdas na produção nos plantios feitos a partir de dezembro - janeiro.

Por outro lado, estimativas confiáveis dos prejuízos causados pelos patógenos constituem-se num pre-requisito para o desenvolvimento de todo programa bem sucedido de controle de doenças, independentemente do método a ser utilizado. É obrigatório que se conheça o valor do prejuízo, pois só assim, em conjunção com o custo de controle, uma decisão racional e econômica pode ser adotada. Neste sentido, Massola et al. (1997) verificaram reduções de até 30% na produtividade em parcelas sob infestação natural do complexo de enfezamento em comparação às tratadas com inseticida, e portanto livres

dos efeitos da doença, o que indica a importância na procura de métodos de controle efetivos.

Recentemente, Oliveira et al. (1998) relataram uma alta incidência de enfezamento pálido e vermelho em plantios de milho no Brasil Central e uma elevada suscetibilidade de muitos híbridos comerciais plantados nessa região. Portanto, sugeriram a necessidade de estudos visando alternativas para o controle dessas doenças.

2.2. Biologia da doença

2.2.1. Condições epidemiológicas

Segundo Balmer (1987), as doenças infecciosas em plantas são resultantes do estabelecimento de uma relação entre um agente causal e um hospedeiro, caracterizando-se por um processo contínuo que envolve patogenicidade. Considerando-se a doença como um processo, ela pode ser definida como uma interferência na sequência ordenada de processos fisiológicos da planta, impedindo o aproveitamento máximo dos fatores do ambiente.

Portanto, para que ocorra uma doença infecciosa como o “enfezamento”, é necessário que existam simultaneamente um ou mais agentes causais, um vetor, um hospedeiro suscetível e um ambiente favorável ao desenvolvimento da interação.

2.2.2. Os agentes causais

Como já foi descrito, os agentes causais do complexo de enfezamento são o *corn stunt spiroplasma* (CSS) e o *maize bushy stunt fitoplasma* (MBS). Mas, dado que compartilhem o mesmo inseto vetor, também o vírus do raiado fino (MRFV) poderia ser considerado um agente causal da doença (Nault & Bradfute, 1979; Nault, 1981).

Segundo Kitajima et al. (1975) o vírus do raiado fino reportado na América Central é idêntico ao vírus da risca reportado no Brasil. Sua ocorrência é comum em

plantios de milho, mas em baixas proporções e sem ocasionar danos tão severos (Kitajima & Costa, 1983) como aqueles reportados por Gamez (1983) na Costa Rica.

Por outro lado e segundo as condições epidemiológicas de cada ambiente em particular, estes patógenos podem se apresentar isolados ou, mais frequentemente, compartilhando uma mesma cultura com o vírus do mosaico da cana e/ou o vírus da faixa clorótica das nervuras (Castro et al., 1992).

O agente causal do MBS é um fitoplasma que não pode ser cultivado em meios artificiais e que anteriormente era referido como um micoplasma, no entanto, *Spiroplasma kunkelli*, um mollicute possível de ser cultivado, de forma helicoidal, é o responsável do CSS. Ambos os dois se localizam no floema das plantas hospedeiras (Nault, 1981). O vírus da risca é um vírus RNA, com uma localização similar aos mencionados (Gamez, 1983).

Estes agentes podem ser distinguidos com base na sintomatologia apresentada nas plantas de milho a temperaturas elevadas, a classe de insetos vetores, o tipo de plantas hospedeiras e o comprimento do período latente no vetor. No entanto, tem sido reportada a presença de infecções mistas e variações de sintomas devido ao genótipo do hospedeiro, que podem confundir os resultados (Harrison et al., 1996).

Atualmente, as formas mais eficientes para a determinação destes agentes são: a microscopia eletrônica, os testes “Elisa” e o emprego de amplificações de DNA através da chamada “reação em cadeia da polimerase” ou por suas iniciais em inglês “PCR” (Harrison et al., 1996).

2.2.3. O vetor

Nas condições do Brasil, o vetor de reconhecida capacidade transmissora dos agentes produtores de “enfezamento” é a cigarrinha do milho *Dalbulus maydis*. A mesma apresenta um tamanho inferior aos 0,5 cm de comprimento e coloração verde clara. Os adultos que migram até os plantios de milho, colonizam as plântulas e lhes transmitem os patógenos que eventualmente possuam. (Gassen, 1996).

Trata-se de uma infecção classificada como do tipo “persistente”, dada a necessidade de um tempo mais ou menos prolongado de incubação no inseto vetor e na planta hospedeira; e “propagativa” já que o patógeno deve se multiplicar no inseto, como passo prévio a uma reinoculação (Nault, 1981).

As espécies dos gêneros *Zea*, *Tripsacum* e *Euclaena* foram indicadas como os hospedeiros alternativos do inseto (Nault, 1981). Com exceção do milho, essas espécies vegetais são ausentes ou incomuns no Brasil, sendo portanto difícil explicar a perpetuação dos patógenos e do inseto vetor na ausência do milho no campo (Oliveira et al., 1997).

A cigarrinha ocorre em população maior no final do verão e no outono, em milho plantado tardiamente ou safrinha. A saliva tóxica, injetada nas plântulas, pode reduzir a velocidade de crescimento e provocar estrias amareladas nas folhas (Waquil & Fernández, 1996).

Os danos diretos causados pela injeção de saliva tóxica, em geral, não justificam a adoção de método de controle da praga. A preocupação maior está relacionada à possibilidade de transmissão de agentes fitopatogênicos (Gassen, 1996).

2.2.4. A planta hospedeira.

A planta hospedeira de maior importância econômica afetada por esta doença é o milho, sendo o grupo dos Teosintes (anual e perene) os outros hospedeiros sob condições naturais (Nault, 1981).

Segundo Balmer (1987), os sintomas típicos apresentados em plantas de milho afetadas pelos diversos agentes responsáveis do “enfezamento” variam segundo seu tipo. No caso do enfezamento pálido, as plantas infetadas apresentam como sintomas iniciais uma clorose marginal das folhas, podendo apresentar um avermelhamento das folhas inferiores. Áreas cloróticas que com o tempo podem coalescer, dando origem a faixas cloróticas que se estendem em direção ao ápice da folha, são sintomas que podem ser apresentados por folhas formadas subsequente àquelas nas quais foram

evidenciados os primeiros sintomas. As plantas infetadas, em relação as sadias, são de menor altura, apresentando um maior número de pequenas espigas, e também, podendo apresentar perfilhamento.

Os primeiros sintomas do enfezamento vermelho são uma clorose marginal das folhas do cartucho das plantas a qual é seguida por um avermelhamento das pontas das folhas inferiores. As folhas que se desenvolvem em consequência revelam diferentes graus de clorose marginal, avermelhamento e diminuição de tamanho. Também é possível observar um maior número de espigas e um maior número de brotos que se originam nas axilas das folhas e na parte basal da planta.

Por outro lado, o enfezamento pálido pode ser diferenciado da doença causada pelo vírus da faixa necrótica das nervuras pelo fato de que, geralmente no primeiro, as áreas necróticas são constituídas de faixas largas, uma vez que abrangem várias nervuras, ao passo que, no caso do vírus, a clorose ocorre ao longo das nervuras, havendo área verde entre estas (Balmer, 1980).

2.2.5. Condições do ambiente

Segundo Urbina (1994), as baixas precipitações, a alta temperatura e a baixa umidade relativa são fatores que favorecem o desenvolvimento do vetor.

Por outro lado, CSS é mais freqüentemente encontrado em condições de temperaturas mais elevadas que as requeridas pelo MBS (Gordon et al., 1985). Foi demonstrado recentemente para o MBS que a temperatura afeta sensivelmente o desenvolvimento deste patógeno dentro do inseto vetor e o posterior período de latência nas plantas hospedeiras, condicionando o aparecimento de sintomas. No entanto, a faixa de temperatura na qual estes agentes podem se desenvolver é muito ampla, o que lhes outorga uma grande flexibilidade (Harrison et al., 1996).

2.3. Estratégias de controle

2.3.1. Controle químico do inseto vetor

O controle das doenças transmitidas por vetores através da redução dos mesmos foi revisada por Knoke (1976). Este autor conclui que se o vetor e o vírus tem origem num mesmo cultivo, o controle da doença pela redução do vetor é relativamente simples. Segundo Silva (1993) o uso de inseticida como estratégia de controle não impede o aparecimento de plantas com enfezamento, nanismo ou mosaico, pois a cigarrinha, antes de se intoxicar com inseticida, pode injetar saliva e com ela os microorganismos.

Resultados de experimentos com a cigarrinha do milho no Brasil, evidenciam que a proteção de plantas contra insetos transmissores de doenças é difícil. O manejo, visando a redução do inseto vetor e a resistência genética das plantas às doenças, parece ser a alternativa mais indicada (Gassen, 1996)

2.3.2 Resistência genética ao “complexo de enfezamento”

2.3.2.1 Natureza da resistência genética

Como acontece com outras doenças similares ao enfezamento, que tem por agentes causais vírus e/ou fitoplasma - espiroplasmas, faltam estudos para determinar a base exata da sua resistência genética. Segundo Scott et al. (1977) isto é provavelmente o resultado da falta de precisão acerca do patógeno envolvido nas avaliações, e o efeito do vigor híbrido e da idade da planta no momento da inoculação no grau de expressão dos sintomas.

Nelson & Scott (1973) e Finnley et al., (1981) ressaltaram a influência do vigor híbrido no grau de expressão dos sintomas. O vigor, segundo eles, refere-se ao nível de endogamia dos materiais e não especificamente ao caráter resistência. Plantas com menor

endogamia e portanto, com maior vigor, tendem a apresentar uma marcada atenuação dos sintomas, o que interfere na avaliação dos experimentos.

Todas estas condições limitam a capacidade para identificar adequadamente a resposta das plantas, o que impossibilita obter a informação necessária para um estudo genético detalhado. Considerando os problemas mencionados e o fato de que o caráter resistência é provavelmente condicionado por vários genes, limita-se a capacidade de definir precisamente a genética da resistência. Segundo Brewbaker et al. (1991), o estudo da herança da resistência aos patógenos envolvidos no “complexo de enfezamento” tem tido relativamente pouco progresso nos programas de melhoramento tanto públicos como privados da América Latina.

No entanto, apesar de não conhecer o número de genes envolvidos na resistência ao enfezamento, pode-se inferir que sua expressão está governada por vários genes, apresentando uma distribuição contínua própria dos caracteres quantitativos (Grogan & Rosenkranz, 1968; Scott & Rosenkranz, 1977).

Neste sentido, Nelson & Scott (1973) com base nos cruzamentos entre cinco linhagens resistentes e cinco suscetíveis, encontraram significância da capacidade geral de combinação (CGC) nos cinco ambientes avaliados. A relação entre o quadrado médio (QM) de CGC e QM de capacidade específica de combinação (CEC) variou de 5:1 para 32:1, respectivamente. O que revelou a importância dos efeitos aditivos na determinação do caráter. Em geral as linhagens que apresentaram elevados efeitos positivos de CGC para produtividade, apresentaram efeitos negativos de CGC para enfezamento.

Um trabalho posterior onde se avaliaram as gerações F_1 , F_2 e os retrocruzamentos derivados de três linhagens resistentes e uma suscetível reportou ausência de dominância, tanto no sentido da resistência como da suscetibilidade, com alta predominância dos efeitos aditivos (Hooker, 1978).

No Brasil, Narro León & Miranda Filho (1997), ao avaliar a incidência de viroses e enfezamento em populações brasileiras de milho em cruzamentos com híbridos comerciais, reportaram que os efeitos da CGC foram de maior importância que os de

CEC, o que indicou a maior presença de efeitos aditivos na determinação do caráter resistência..

2.3.2.2 Avaliação da resistência: variáveis de análise

A estratégia geral de avaliação para doenças causadas por vírus e fitoplasmas - espiroplasmas é feita através de dois parâmetros: incidência e severidade. A primeira envolve a porcentagem de plantas afetadas e a segunda o nível de manifestação de sintomas.

Segundo Bos (1981), a incidência reflete normalmente a quantidade de inóculo presente no experimento. Para doenças virais existem numerosos relatos indicando que a redução na produtividade é altamente proporcional à incidência da doença. Entretanto, ambos os dois parâmetros são muito dinâmicos e assim sendo, grandemente influenciados por outros fatores como época de plantio, época de infecção, época de avaliação e condições climáticas (Gregory & Ayers, 1982).

Nos Estados Unidos, em estudos preliminares na procura de fontes de resistência ao enfezamento, a variável mais utilizada na caracterização dos materiais foi a incidência, mas devido ao fato que muitos genótipos pareciam variar para severidade, foram descritas escalas para a avaliação da mesma (1 até 5, 0 até 5, e de 1 até 9), nas quais classe 0 ou 1 indicava planta não sintomática e notas maiores da escala indicavam progressivamente sintomas mais severos (Scott, 1983).

Segundo Giorda et al. (1987), a combinação dos parâmetros incidência e severidade é muitas vezes o meio mais adequado de avaliação, do que a utilização de cada um deles isoladamente.

2.3.2.3 Criação do inseto vetor e infestação artificial

A criação artificial em grande escala de *Dalbulus maidis*, vetor responsável do enfezamento, para seu posterior uso em experimentos de infestação artificial, tem sido

desenvolvida no Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). A infestação artificial de plantas de milho com cigarrinhas portadoras de vírus e / ou fitoplasmas - espiroplasmas constitui, desde então, uma prática rotineira nos programas do CIMMYT na seleção de materiais sob condições controladas de casa-de-vegetação (Brewbaker et al., 1991).

Estas técnicas foram utilizadas por Silva & Muñoz (1997) na procura de fontes de resistência ao vírus da risca em germoplasma de milho peruano. Estes autores fizeram infestações artificiais com insetos infectivos (*Dalbulus maidis*) em casa de vegetação e posterior transplante a campo das plantas resistentes, com relativo sucesso.

Apesar destas metodologias terem sido efetivas na seleção de materiais sob condições controladas, reduzindo a ocorrência de “escapes” (plantas sem sintomas não infetadas) e homogeneizando a idade das plantas no momento da inoculação, ainda não foram empregadas em estudos de resistência e estão longe de serem usadas com eficiência em experimentos a campo em larga escala. Outros fatores apontados que favorecem a técnica de “infestação a campo” é o baixo grau de conhecimento da importância relativa de cada patógeno interveniente e/ou as possíveis interações entre os mesmos nos diversos ecossistemas naturais, devido à possibilidade de ocorrência de infecções mistas.

Por outro lado, é relativamente simples selecionar materiais sob condições de infestação natural que, como no caso do complexo de enfezamento, ocorrem regularmente em determinados ambientes. No entanto, sob estas condições, é difícil manter testemunhas livres dos patógenos envolvidos, o que impede a determinação do nível de perdas das diferentes variedades avaliadas, em decorrência dos efeitos da doença.

2.3.2.4 Métodos de melhoramento para resistência a vírus e fitoplasmas - espiroplasmas

O sucesso no desenvolvimento de germoplasma com alta resistência a vírus e fitoplasma-espiroplasmas depende da exposição dos materiais à máxima pressão de todos

os patógenos relevantes e suas raças. A dependência na infecção natural envolvendo uma transmissão a partir de populações variáveis de vetores, faz com que este objetivo seja praticamente impossível de atingir. No entanto, a avaliação de progênies sob condições de campo que forneçam a maior exposição possível a altos níveis da doença, maximiza a seleção dos genótipos desejáveis (Gordon et al., 1985).

O melhoramento para resistência a doenças virais tem tido sucesso na identificação e desenvolvimento de cultivares resistentes, apesar dos problemas na obtenção de uma incidência alta e uniforme da doença, das possíveis variações virais presentes, da presença de interações patógeno - hospedeiro e das incertezas acerca da genética da resistência (Findley et al., 1981).

Segundo Findley et al (1981) os métodos de melhoramento possíveis de serem utilizados para incorporar resistência a vírus e/ou fitoplasma-espiroplasmas são a autofecundação, o retrocruzamento e a seleção recorrente, sobre a base de progênies segregantes. Segundo este autor, o método do retrocruzamento tem sido usado para desenvolver formas resistentes de linhagens “elite” suscetíveis com graus variáveis de sucesso. Visando reter genes menores requeridos para um alto nível de resistência, Josephson & Naidu (1971) e Naidu & Josephson (1976) sugeriram alternar gerações de retrocruzamento com ciclos de autofecundação ou cruzamentos entre irmãos de plantas resistentes. Outra alternativa para incrementar a eficiência dos retrocruzamentos foi sugerida por Grogan & Rosenkranz (1968) segundo a qual as plantas resistentes segregantes deveriam ser recombinadas antes do próximo retrocruzamento.

No entanto, o método mais efetivo para obter resistência tem sido selecionar as plantas mais resistentes dentro das progênies mais resistentes. Scott & Rosenkranz (1974) demonstraram o valor das avaliações de progênies para resistência a enfezamento. Eles obtiveram uma população derivada do cruzamento entre uma planta S_1 resistente de cada uma das dez fileiras mais resistentes, e uma outra população a partir do cruzamento entre as dez progênies S_1 mais resistentes avaliadas em três repetições. Como resultado, a primeira população teve 35% de plantas doentes e só 21% na segunda população

Vários autores (Nelson & Scott, 1973; Scott & Rosenkranz, 1974; Naidu & Josephson, 1976) sugeriram que a seleção recorrente é um método de melhoramento efetivo para desenvolver germoplasma resistente a vírus e fitoplasma - espiroplasmas, devido à predominância de genes com efeitos aditivos na determinação do caráter. A seleção recorrente foi elaborada para incrementar a frequência de genes favoráveis numa população com base genética ampla. Para o melhoramento de populações via seleção recorrente, diversos métodos podem ser utilizados (Hallauer & Miranda Filho, 1988).

Scott & Rossenkranz (1974), com progênies S_1 , estimaram coeficientes de herdabilidade de 65% a 69% para resistência a enfezamento e observaram que a seleção recorrente com base nas progênies S_1 é um método efetivo para a melhora de populações.

Segundo Findley et al (1981), os procedimentos mais efetivos envolvem a seleção recorrente intrapopulacional com recombinação de progênies S_1 ou S_2 , o que minimiza o efeito encobridor do vigor do híbrido na manifestação dos sintomas da doença.

Resultados similares foram reportados por De León et al., (1984), Aguiluz & Urbina (1992) e Urbina (1997). Estes autores relatam que um esquema que combine seleção recorrente, avaliação e recombinação de famílias S_1 , é o suficientemente efetivo para a acumulação de níveis estáveis de resistência á doença.

2.3.2.5 Fontes de resistência

Scott & Rosenkranz (1975) avaliaram dez populações como fontes de resistência ao complexo de enfezamento. As populações Co. Kenia e PRMPL apresentaram a maior percentagem de progênies resistentes.

Brewbaker et al. (1991), avaliaram 113 linhagens de pedigree aberto de diversas origens, em condições controladas para resistência ao *corn stunt espiroplasma*. Foi observada uma alta resistência em materiais do CIMMYT, provenientes de germoplasma Tuxpeño e Cubano. Destacaram-se também por sua alta resistência: EMBRAPA 345 (Brasil), ICA L219, ICA L223 (Colômbia), KU 1414 (Tailândia), Tzi (Nigéria) e W64

(EUA). Segundo os autores, não existiu um padrão de resistência muito definido, com resistência amplamente distribuída no germoplasma de origem tropical, embora, em geral, as linhagens da Colômbia e do Caribe apresentaram um bom padrão de resistência.

Por outro lado, as linhagens com germoplasma de origem temperado avaliadas, amplamente utilizadas nessas regiões (B73, B37, C103, C164, Mo17) apresentaram uma moderada a alta suscetibilidade a doença. Segundo Brewbaker et al. (1991), as fontes de resistência às principais doenças causadas por vírus e fitoplasma-espiroplasmas que afetam ao milho, somente podem ser achadas em alta frequência nas regiões aonde estas doenças são prevalentes.

Fontes de germoplasma com resistência a enfezamento estão disponíveis no CIMMYT, nos programas nacionais de México, América Central, e nas universidades da Florida, Hawai e Califórnia. As variedades experimentais NB-6, NB-12 e Santa Rosa 8073, selecionadas na Nicarágua, têm sido especialmente úteis como fonte de germoplasma para o desenvolvimento de linhagens e híbridos resistentes na América Central. (Dowswell et al. 1996).

No ano de 1994, e diante o problema das doenças para a cultura do milho no Brasil foi elaborado, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (USP) um projeto apoiado pelo Núcleo de Apoio à Pesquisa (NAP-MILHO ESALQ-USP), visando a identificação de fontes de resistência às principais doenças foliares do milho no Brasil. Para este projeto foram avaliados, em condições de campo, 1272 acessos do Banco Ativo de Germoplasma de Milho da Embrapa (EMBRAPA MILHO E SORGO) e 140 populações melhoradas de diversas origens, em locais escolhidos devido à maior probabilidade de ocorrência das doenças prevalentes. Como resultado das avaliações, foram identificados diversos materiais com alto grau de resistência às principais doenças foliares, entre elas o enfezamento. Narro León & Miranda Filho (1997), ao avaliar parte destes materiais selecionados, reportaram às populações BR-106, IAPAR 51 e CMS 454 e os acessos CMS 458, República Dominicana 300, CMS-24, PE-001, SE 032 e Cateto Colômbia VIII, entre outros, como altamente promissores para a síntese de populações com resistência a doenças virais e complexo do enfezamento.

2. 4. Caraterização do germoplasma

2.4.1. Variabilidade genética

A variabilidade genética é uma propriedade de praticamente todas as formas de vida representadas pelas inúmeras espécies sobre a terra e a característica essencial usada pelos melhoristas. O milho apresenta uma ampla variabilidade genética para caracteres da planta, espiga e semente, bem como para características fisiológicas e de resistência aos mais diversos estresses do ambiente.

Depois da segunda guerra mundial, e a partir do sucesso do milho híbrido nos Estados Unidos, estimou-se que rapidamente os híbridos substituiriam as variedades nativas também na América Latina e Ásia. Com a preocupação de que a perda da variabilidade genética poderia limitar o progresso genético futuro, começaram-se a organizar esforços no sentido de coletar, preservar e classificar as variedades de milho nativas ainda presentes naquelas regiões (Dowswell et al. 1996).

Segundo Paterniani & Goodman (1977), depois do trabalho de diversas instituições, tem sido identificadas e descritas cerca de 300 raças de milho, representadas por milhares de variedades diferentes, das quais cerca de 50% corresponde a populações adaptadas a baixas altitudes (0 até 1000 m) e 40% a altas altitudes (acima de 2000 m), sendo as 10% restantes adaptadas a altitudes intermédias.

Os cultivares denominados primitivos que tem sido coletado nos últimos 50 anos se constituem, então, numa importante fonte de diversidade genética. Outra fonte constituem as variedades polinização livre que os agricultores ainda cultivam. Dowswell et al. (1996) calculam que apesar da revolução dos híbridos, as variedades melhoradas e não melhoradas ainda constituem cerca de 60% da área plantada com milho nos países em desenvolvimento.

Pode-se considerar como uma terceira fonte, aquela representada pelo germoplasma dos programas de melhoramento distribuídos pelo mundo. No entanto, e apesar de apresentar uma variabilidade genética útil a curto prazo, esta última fonte de

germoplasma representa só uma pequena parte do “pool” de germoplasma disponível (menos de 10% para todas as raças).

Embora os materiais primitivos sejam as principais fontes para caracteres específicos, os melhoristas muitas vezes recusam utilizar estas fontes de germoplasma a menos que sejam previamente caracterizados e selecionados para adaptação e características agronômicas favoráveis. A caracterização e seleção desses recursos genéticos é uma atividade que se traduz em resultados a longo prazo e muitas vezes desalentadores, mas se constitui numa prioridade a fim de assegurar os futuros progressos por seleção.

Nesse sentido, recentes avanços na avaliação dos materiais mantidos pelos bancos de germoplasma de 12 países, foram conduzidos pelo LAMP (Latin American Maize Project) com a descrição da adaptação ecológica e geográfica de acessos e raças, além do nível de produção “per se” e em cruzamentos (Salhuana et al., 1991). O LAMP avaliou 15.000 acessos no primeiro estágio do projeto, envolvendo empresas públicas e privadas na condução dos ensaios. Os resultados da avaliação de 562 acessos caribenhos conduzida por Pollak (1993) em Porto Rico mostraram produções de até 7700 kg/ha, com 18 acessos produzindo mais que a variedade local melhorada.

2.4.2. Estudos do valor genético de populações em cruzamentos controlados

A metodologia de cruzamento dialélico entre variedades foi intensificada depois que Sprague & Tatum (1942) introduziram os conceitos de capacidade geral e específica de combinação para cruzamentos entre linhagens em todas as combinações possíveis. Griffing (1956) apresentou uma metodologia detalhada para a análise de conjuntos fixos ou aleatórios de linhagens ou de variedades em cruzamentos dialélicos. Gardner & Eberhart (1966) sugeriram um modelo de análise para conjuntos fixos de variedades, pelo qual a média de um híbrido intervarietal é explicada pelo valor “per se” das variedades parentais e pela heterose e seus componentes.

Um problema prático do esquema dialélico completo, no qual participam as variedades parentais e todos os possíveis cruzamentos entre elas, é que o número de cruzamentos aumenta rapidamente com o incremento no número de variedades. Miranda Filho & Geraldi (1984) apresentaram um modelo para análise de cruzamento dialélico parcial intergrupos adaptado de Gardner & Eberhart (1966), segundo o qual um conjunto de n variedades é dividido em dois grupos, n_1 e n_2 , e os cruzamentos somente são realizados entre grupos. Por este método avaliam-se $n_1 \times n_2$ híbridos mais as $n_1 + n_2$ variedades, enquanto que pelo dialélico completo avaliam-se $n(n + 1) / 2$ materiais.

2.4.3. Síntese de novas populações

A síntese de novas populações para fins de melhoramento, tem por finalidade a combinação de caracteres agrônômicos favoráveis em uma base de ampla variabilidade genética para garantir uma seleção eficiente na procura de cultivares de alto padrão agrônômico. Esta prática tem sido recomendada por vários autores (Eberhart et al., 1967; Miranda Filho, 1974; Paterniani & Miranda Filho, 1987; Hallauer & Miranda Filho, 1988) e amplamente utilizada nos programas de melhoramento (Miranda Filho, 1992). A metodologia de predição de médias em cruzamentos controlados foi inicialmente estabelecida por Wright (1921) e Mather & Jinks (1970) e posteriormente utilizada para prever médias de compostos de variedades (Eberhart et al., 1967).

A necessidade de predição de médias se faz sentir pelo elevado número de compostos possíveis: $[N^\circ \text{ compostos} = 2^n - (n + 1)]$, para um número n de variedades parentais (Vencovsky & Miranda Filho, 1973).

Alguns métodos de predição foram desenvolvidos com base na predição em função das médias de variedades e da heterose nos cruzamentos (Miranda Filho, 1974), seleção preliminar de variedades parentais (Carvalho et al., 1979; Miranda Filho & Chaves, 1991) e predição com base em “*top-cross*” intragrupo (Chaves & Miranda Filho, 1997). Esta última metodologia substitui o esquema de cruzamentos dialélicos das variedades parentais, pelo cruzamento das variedades com uma mistura de pólen das

mesmas, aumentando sensivelmente a eficiência da avaliação por unidade de área experimental.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material genético

O material experimental foi dividido em três conjuntos caracterizados pela origem das fontes de resistência ao enfezamento.

Conjunto 1: Germoplasma exótico.

Neste grupo foram utilizadas 13 populações exóticas de origem tropical, temperado e temperado x tropical (não previamente avaliadas por sua resistência a enfezamento) e dois compostos de adaptação local: GN-03 e GN-04, atualmente em processo de melhoramento no Departamento de Genética ESALQ-USP (Nass & Miranda Filho, 1997), de boa produtividade e características agronômicas aceitáveis, os quais são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Identificação, origem e número de dias a 50% de florescimento masculino das populações exóticas e compostos do Conjunto 1.

Identificação	Populações	Origem	D.F. ⁽¹⁾
E1	Guadalupe 5 x MO17	tropical da A. Central x Lancaster Sure Crop	54
E2	BS-28	Tuxpeño (M) C5 ⁽²⁾	48
E3	Iodent	Reid Yellow Dent	52
E4	BS-29	Suwan-1(M) C5 ⁽²⁾	50
E5	ARZM 03056 x MO17	Lancaster Sure Crop	56
E6	Bui 103 x B73	Reid Yellow Dent	54
E7	Antigua3 x MO17	Tuson x Lancaster Sure crop	56
E8	BS-16	Eto (Venezuela 1, Colombia 1)	52
E9	Cuba 173 x B73	tropical flint cubano x Reid Yellow Dent	56
E10	Antigua M6	tropical da A. Central	50
E11	Cuba 117 x B73	tropical flint cubano x Reid Yellow Dent	57
E12	Cuba 110 x MO17	tropical flint cubano x Lancaster Sure Crop	57
E13	Rep. Dom. 269 x B73	tropical do caribe x Reid Yellow Dent	58
Identificação	Compostos	Origem	D.F.
G3	GN-03	CMS14C, CMS28, CMS39, BR105 (3)	56
G4	GN-04	CMS50, BR106, Cunha, Sintético elite, Saracura (3)	58

(1) número de dias a 50% de florescimento masculino em Piracicaba (SP), plantados o dia 21/09/97.

(2) compostos em processo de melhoramento na Universidade do Estado de Iowa (EUA), com cinco ciclos de seleção masal para precocidade.

(3) segundo Nass & Miranda Filho (1997).

Conjunto 2: Populações melhoradas

Foram utilizadas 10 populações melhoradas selecionadas por sua resistência a enfezamento (incidência de sintomas), a partir de 140 populações de quatro instituições: Embrapa Milho e Sorgo (EMBRAPA), Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Instituto Agrônomo de Paraná (IAPAR) e Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP). Estas populações foram selecionadas com base nos resultados da avaliação em condições de campo, sob coordenação do Núcleo de Apoio à Pesquisa de Milho (NAP-Milho, ESALQ-USP), em experimentos com três repetições em quatro locais: Arapongas (PR), Guaira (SP), Anhembi (SP) e Ribeirão Preto (SP). Foram também utilizadas quatro populações

sintéticas derivadas de híbridos comerciais com bom nível de resistência a enfezamento (P-3041, MASTER, DINA 887 e AG-3010) e uma derivada de um híbrido considerado suscetível (XL-510), selecionados a partir de avaliações preliminares. Estes materiais são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Identificação, origem, fonte e número de dias a 50% de florescimento masculino das populações melhoradas e sintéticas do Conjunto 2.

Identificação	Populações	Origem	Fonte	D.F. ⁽¹⁾
P1	CMS14C	Pool 25 - CIMMYT	Embrapa	68
P2	BR105	Suwan dmr - CIMMYT	Embrapa	64
P3	BR111	Pool 21 - CIMMYT	Embrapa	63
P4	Pasco 014	Cubano amarelo - Perú	Embrapa	68
P5	CMS454	CIMMYT	Embrapa	62
P6	GI045	CIMMYT	IAC	68
P7	IAPAR 51	CIMMYT	IAPAR	67
P8	PMI 9301	CIMMYT	IAPAR	64
P9	ESALQPB2 x EPB3(B)	ESALQ-USP	ESALQ-USP	63
P10	ESALQPB2 x EPB3(A)	ESALQ-USP	ESALQ-USP	63
Identificação	Populações sintéticas	Tipo de híbrido ⁽²⁾	Fornecedor	D. F.
H1	AG-3010	duplo	Agroceres	62
H2	DINA-887	simples modificado	Dinamilho	60
H3	MASTER	triplo	Ciba	65
H4	P-3041	triplo	Pioneer	66
H5	XL-510	duplo	Braskalb	64

(1) número de dias a 50% de florescimento masculino em Piracicaba (SP)

(2) Tipo de híbrido que originaram as populações sintéticas, segundo as respectivas Empresas de Sementes.

Conjunto 3 : Acessos do Banco de Germoplasma de milho

Este conjunto consiste de 22 acessos selecionados para resistência a enfezamento (incidência de sintomas) com base nos resultados da avaliação em condições de campo de 1272 materiais do Banco Ativo de Germoplasma de Milho (Embrapa Milho e Sorgo), sob coordenação do NAP-Milho ESALQ-USP, em três locais sem repetição: Guaira (SP),

Jacarezinho (PR) e Ribeirão Preto (SP). Foram também utilizadas as cinco populações sintéticas mencionadas no conjunto 2. A listagem dos acessos está apresentada na Tabela 3.

Tabela 3: Identificação, código de Banco e dias a 50% de florescimento masculino dos acessos do Conjunto 3.

Identificação	Código	Acessos	D.F. ⁽¹⁾
A1	BRA-049841	CMS-463	54
A2	BRA-006947	Rep. Dom.G10	55
A3	BRA-049794	CMS-458	61
A4	BRA-042391	CMS-24	62
A5	BRA-019411	Suwam DMR (original)	63
A6	BRA-049590	BR-105 (V)	63
A7	BRA-050377	MG-106	63
A8	BRA-052051	SE-032	63
A9	BRA-051403	PE-001	62
A10	BRA-051985	SE-025	66
A11	BRA-051098	BA-044	65
A12	BRA-050971	BA-032	65
A13	BRA-030856	BA-166	65
A14	BRA-050989	BA-033	65
A15	BRA-029432	BA-187	65
A16	BRA-030872	BA-159	66
A17	BRA-042030	Maya XVI	67
A18	BRA-051659	PE-025	68
A19	BRA-041793	Cateto Colombia.	70
A20	BRA-051683	PE-028	69
A21	BRA-030201	MS-007	71
A22	BRA-052183	MG-009	73

(1) número de dias a 50% de florescimento masculino em Piracicaba (SP)

3.2. Obtenção do material experimental

Em setembro de 1997 foi plantada a totalidade do material experimental referente aos Conjuntos 1, 2 e 3, em três fileiras pareadas de 6 m de comprimento, no campo experimental do Departamento de Genética da ESALQ-USP, em Piracicaba (SP). Devido ao desconhecimento do tempo para o florescimento dos materiais, foram instaladas duas

épocas subsequentes (a cada 7 dias), totalizando três plantios distintos. Por ocasião do florescimento, e de acordo com os esquemas previstos, foram realizados cruzamentos manuais envolvendo a maior quantidade de plantas disponíveis de cada fileira. Para aumentar a representatividade de cada cruzamento, foi utilizada uma “mistura de pólen” (pólen de plantas diferentes dentro de cada material), com a qual foram polinizadas todas as plantas possíveis do outro parental. Por outro lado, a multiplicação dos próprios materiais parentais foi feita através de cruzamentos com “mistura de pólen”, na mesma ocasião, em duas fileiras separadas do resto do material. Esta multiplicação incluiu os próprios híbridos comerciais, dos que se obtiveram populações sintéticas de base estreita que posteriormente participaram na avaliação.

Após a colheita, de cada espiga foram retirados números iguais de sementes de cada cruzamento e de cada material parental, sendo as amostras conservadas em câmara seca. As boas condições climáticas que se apresentaram naquela safra, além da ausência visível de sintomas de enfezamento permitiram obter sementes de boa qualidade e em quantidade suficiente para o estudo, minimizando possíveis efeitos de seleção.

No que diz respeito ao Conjunto 1, foram cruzados as 13 populações exóticas com os dois compostos adaptados (testadores), segundo o esquema dialélico parcial sugerido por Miranda Filho & Geraldi (1984), dos que resultaram 26 cruzamentos interpopulacionais.

As 10 populações melhoradas do Conjunto 2 e os 22 acessos do Conjunto 3 foram, por um lado, cruzados com os cinco híbridos comerciais já mencionados num esquema de cruzamento dialélico parcial, resultando em 50 e 110 cruzamentos interpopulacionais respectivamente e, por outro, cruzados segundo o esquema de cruzamento "top-cross" intragrupo (Chaves & Miranda Filho, 1997), sendo o testador uma mistura dos genótipos parentais. Para este último esquema de cruzamentos e devido à elevada diferença de dias para o florescimento dos acessos (Tabela 3), se optou por dividir os mesmos em precoces (A1 - A2 - A3 - A4 - A5 - A6 - A7 - A8 - A9) e tardios (A10 - A11 - A12 - A13 - A14 - A15 - A16 - A17 - A18 - A19 - A20 - A21 - A22). Portanto, resultaram 9 “top-crosses” precoces e 13 “top-crosses” tardios.

3.3. Avaliação experimental

Foram utilizados dois híbridos comerciais de reação conhecida ao enfezamento: P-3041 (Pioneer Sementes) e XL-510 (Braskalb Sementes) como testemunhas. O híbrido P-3041 é um dos materiais com melhor comportamento para o enfezamento enquanto que XL-510 é considerado altamente suscetível (dados de avaliações preliminares). Em cada um dos experimentos, as duas testemunhas foram casualizadas com o resto dos tratamentos, tornando possível as comparações estatísticas.

Para avaliar a totalidade do material experimental foram realizados seis experimentos (Exp1 até Exp6), caracterizados a seguir:

Exp1: incluiu o dialélico intergrupo de 13 materiais exóticos por dois compostos (Conjunto 1), mais dois híbridos comerciais como testemunhas: (P-3041 e XL-510), totalizando 43 tratamentos (26 cruzamentos, 15 pais e 2 testemunhas).

Exp2: incluiu as 10 populações melhoradas cruzadas com os 5 híbridos comerciais (Conjunto 2), totalizando 67 tratamentos (15 pais, 50 cruzamentos população x híbrido e 2 testemunhas).

Exp3: incluiu o dialélico intergrupo de 22 acessos cruzados com 5 híbridos comerciais (conjunto 3), totalizando 139 tratamentos (27 pais, 110 cruzamentos acesso x híbrido e 2 testemunhas).

Exp4: incluiu as 10 populações melhoradas do Conjunto 2 e os 10 “top-crosses” resultantes, totalizando 23 tratamentos (10 pais, 10 cruzamentos e 2 testemunhas).

Exp5: incluiu os 9 acessos precoces e os 9 “top-crosses” resultantes, totalizando 20 tratamentos (9 pais, 9 cruzamentos, e 2 testemunhas).

Exp6: incluiu os 13 acessos tardios e os 13 “top-crosses” resultantes, totalizando 28 tratamentos (13 pais, 13 cruzamentos e 2 testemunhas).

Os seis experimentos foram avaliados em blocos casualizados com quatro repetições (exceto o Exp4 em Piracicaba com três repetições), em três ambientes: duas épocas de plantio: fevereiro de 1998 (safrinha) e Setembro de 1998 (safra normal) na localidade de Anhembi (SP), e um plantio na localidade de Piracicaba em outubro de 1998 (safra normal).

A unidade experimental foi constituída por uma fileira de 4,0 m de comprimento, com um total de 20 plantas (5 plantas/metro), e um espaçamento entre fileiras de 0,9 metros (parcelas de 3,6 m²).

A reação dos materiais frente ao complexo de enfezamento foi avaliada no estado de grão leitoso, em todas as plantas de cada parcela, com base numa escala de 6 graus de severidade, adaptada da sugerida por Sanguinetti et al. (1984).

onde:

Grau 0: Ausência de sintomas de enfezamento.

Grau 1: Clorose marginal do cartucho e/ou avermelhamento de folhas inferiores.

Grau 2: Folhas acima da espiga apresentando bandas cloróticas ou avermelhadas.

Grau 3: Folhas acima da espiga apresentando clorose ou avermelhamento geral. Redução mínima da altura da planta e/ou perfilhamento. Deformação na espiga.

Grau 4: Folhas apresentando infecção geral, redução significativa da altura da planta e/ou forte perfilhamento. Deformação e redução do tamanho da espiga e/ou espigas múltiplas

Grau 5: Todas as folhas da planta apresentando sintoma característico, destruição do pendão, nanismo acentuado, espiga improdutiva ou ausente.

A partir destes graus de severidade, foi obtido um índice chamado “grau médio de ataque” (GMA), que combina a quantidade de plantas com sintomas (incidência) com

os graus de ataque (severidade) observados em cada parcela, sendo o GMA definido para cada parcela pela seguinte expressão:

$$\text{GMA} = \sum_{i=0}^5 x_i \cdot f_i$$

onde:

x_i = grau de severidade na planta i da parcela sob avaliação

f_i = frequência de plantas observadas na parcela com um determinado grau de severidade

Para a localidade de Piracicaba, foram tomados dados de altura de planta (AP) e espiga (AE) de uma amostra de cinco plantas competitivas dentro de cada parcela, aproximadamente vinte dias após o florescimento masculino, sendo que em pré-colheita foram avaliados o número de plantas quebradas e tombadas por parcela (%AQ) e o número de plantas finais por parcela (NP). Neste ambiente não foram observados sintomas visíveis de enfezamento pelo que sua avaliação foi descartada.

Depois da colheita manual dos experimentos, foram tomados os dados de peso de grãos de cada parcela, corrigidos para 14,5 % de umidade (PG). A determinação do teor de umidade foi feito por ocasião da debulha dos materiais, a partir de uma amostra de grãos de cada parcela. Os dados de PG foram analisados depois de serem corrigidos pelo número médio de plantas de cada experimento (stand final), quando esta covariável se comportou como estatisticamente significativa, segundo o sugerido por Steel & Torrie (1960).

Na localidade de Anhembi, no plantio correspondente à safrinha de 1998 (ambiente 1), foi intercalada uma testemunha suscetível a enfezamento (híbrido duplo XL-510) a cada dez parcelas no total da área experimental, o que representou 112 parcelas (504 m²) num total de 1224 (5508 m²). Devido à elevada proporção da área experimental ocupada pela testemunha com respeito à total (aprox. 10%), este esquema somente foi utilizado na avaliação dos materiais neste ambiente. A partir do mesmo foi

possível fazer inferências do grau de variabilidade espacial da doença em toda a área experimental e uma seleção prévia das variáveis de análise.

Esta seleção prévia baseou-se na estimação dos graus de correlação linear fenotípica ou coeficiente de correlação “r” de Pearson, definido por:

$$r_{xy} = \text{Cov}_{xy} / \sigma_x \sigma_y$$

sendo, Cov_{xy} a covariância fenotípica entre os caracteres x e y; e σ_x e σ_y os respectivos desvios padrões fenotípicos (Vencovsky & Barriga, 1992).

Dos caracteres avaliados na testemunha intercalar resultaram as seguintes variáveis de análise: grau médio de ataque (GMA), percentagem de plantas com sintomas de enfezamento em relação ao total de plantas por parcela (%I), número final de plantas por parcela (NP), número de espigas produtivas por parcela (NE), altura da planta em centímetros (AP), altura da espiga em centímetros (AE) e produção de grãos em kg/ha (PG), todos eles expressos com base na média da parcela (exceto PG expressa em total da parcela)

As variáveis resultantes nos seis experimentos, nas duas épocas avaliadas na localidade de Anhembi foram: grau médio de ataque (GMA), número de plantas finais por parcela (NP) e produtividade de grãos, em kg/ha (PG). Também como realizado no local de Piracicaba, os dados desta última variável foram corrigidos para 14,5 % de umidade.

Os dados de avaliação da doença (GMA) e produtividade de grãos (PG) em Anhembi e de altura de planta (AP) e produtividade de grãos (PG) em Piracicaba, foram utilizados para a obtenção nas análises da variância do esquema dialélico correspondente a cada experimento, já as variáveis %AQ e AE, foram analisadas numa análise preliminar.

As médias resultantes das avaliações de GMA e PG das duas épocas de plantio na localidade de Anhembi, foram analisadas em conjunto o que permitiu estudar os efeitos da interação genótipo x ambiente para ambas as variáveis.

3.3.1. Análise da variância preliminar

Segundo foi comentado, a análise da variância preliminar por ambiente, para todos os caracteres sob estudo, foi feita segundo o delineamento em blocos completos casualizados, cujo modelo matemático é o seguinte:

$$Y_{ij} = u + t_i + b_j + e_{ij}$$

onde:

Y_{ij} = observação do tratamento i , na repetição j

u = média geral.

t_i = efeito fixo do tratamento i

b_j = efeito aleatório do bloco j

e_{ij} = erro experimental associado ao tratamento i na repetição j

A análise da variância associada a este delineamento, com a decomposição da soma de quadrados de tratamentos envolvendo dois contrastes ortogonais devido à incorporação das testemunhas, é apresentado na Tabela 4a.

Tabela 4a. Análise da variância preliminar por ambiente.

FV	GL	QM	TESTE F
Blocos	r-1	Q1	Q1/Q6
Tratamentos	t-1	Q2	Q2/Q6
Testemunhas	1	Q3	Q3/Q6
Populações	p-1	Q4	Q4/Q6
Test. vs Pop.	1	Q5	Q5/Q6
Erro	(t-1).(r-1)	Q6	

onde:

r = repetições

t = tratamentos

p = populações incluídas no esquema dialélico

No caso da localidade de Anhembi, em que as médias por ambiente foram combinadas numa análise conjunta, o modelo de análise resultante é:

$$Y_{ijk} = u + t_i + b_{j(k)} + l_k + (t l)_{ik} + e_{ijk}$$

Y_{ijk} = observação do tratamento i, no bloco j, do local j.

u = média geral.

t_i = efeito do tratamento i.

$b_{j(k)}$ = efeito do bloco j, no ambiente k

l_k = efeito do ambiente k.

e_{ijk} = erro experimental associado ao tratamento i, no bloco j, do ambiente k.

A análise da variância que responde a este modelo, incluindo os contrastes ortogonais com suas respectivas interações com o ambiente é apresentado na Tabela 4b.

Tabela 4b. Análise da variância preliminar conjunta.

FV	GL ⁽¹⁾	QM	TESTE F
Blocos/Amb.	$a(r-1)$	Q1	Q1/Q11
Tratamentos	$(t-1)$	Q2	Q2/Q11
Testemunhas	1	Q3	Q3/Q11
Populações	$p-1$	Q4	Q4/Q11
Test. vs Pop.	1	Q5	Q5/Q11
Ambientes	$a-1$	Q6	Q6/Q1
Tratam. x Amb.	$(t-1).(a-1)$	Q7	Q7/Q11
Test. x Amb.	$1.(a-1)$	Q8	Q8/Q11
Pop. x Amb.	$(p-1).(a-1)$	Q9	Q9/Q11
(Test. vs Pop.) x Amb.	$1(a-1)$	Q10	Q10/Q11
Erro	$(t-1).(r-1).(a-1)$	Q11	

(1) a, r, t, p: número de ambientes, repetições, tratamentos e populações no esquema dialélico, respectivamente.

Neste trabalho, os ambientes (no caso, épocas de plantio) e genótipos foram considerados de efeitos fixos, sendo os blocos e os erros experimentais, por definição, considerados de efeitos aleatórios. Portanto, se deduz que somente podem ser feitas inferências para os materiais avaliados neste trabalho, dentro das condições apresentadas num determinado ano. Por ser conveniente fazer a análise conjunta apenas dos ambientes cujas variâncias residuais sejam homogêneas, adotou-se o critério prático recomendado por Cruz & Regazzi (1994). Segundo estes autores, deveria se proceder com a análise conjunta somente dos ensaios cujos quadrados médios residuais não ultrapassem uma relação aproximada de 7: 1. A máxima relação observada no presente trabalho foi de 4: 1, pelo que não houve restrições para a realização dessas análises.

3.3.2. Análise do esquema dialélico parcial

A análise da tabela dialélica baseia-se no modelo de dialelo parcial de Miranda Filho & Geraldi (1984), o qual é uma adaptação do modelo completo de Gardner & Eberhart (1966).

$$Y_{ij} = \mu + \alpha d + \frac{1}{2}(v_i + v_j) + \bar{h} + h_i + h_j + s_{ij} + \bar{e}_{ij}$$

Sendo Y_{ij} a média do cruzamento entre a população i e o testador j ; μ a média dos parentais; d média da diferença entre populações (grupo 1) e testadores (grupo 2); v_i e v_j são os efeitos de populações do grupo 1 e 2, respectivamente; $\bar{h}$ a heterose média; h_i e h_j os efeitos de heterose de populações do grupo 1 e 2, respectivamente; s_{ij} a heterose específica do cruzamento ij ; $\bar{e}_{ij}$ o erro associado com a média Y_{ij} .

O esquema para a obtenção de médias e a análise da variância que correspondem a este modelo são apresentados nas Tabela 5 e 6, respectivamente.

Tabela 5. Tabela de médias do cruzamento dialélico parcial intergrupo

Y_{ij}		grupo 2				Total $Y_{i.}$	Populações (1) $Y_{.j}$
		1'	2'	3'	n		
grupo 1	1	$Y_{11'}$	$Y_{12'}$	$Y_{13'}$	Y_{1j}	$Y_{1.}$	Y_{11}
	2					$Y_{2.}$	Y_{22}
	3					$\vdots$	$\vdots$
	$\vdots$					$\vdots$	$\vdots$
	i					$Y_{i.}$	$Y_{.i}$
	n	$Y_{n1'}$	$Y_{n2'}$	$Y_{n3'}$	Y_{nj}	$Y_{n.}$	$Y_{.n}$
Total ($Y_{.j}$)		$Y_{.1'}$	$Y_{.2'}$	$Y_{.3'}$	$Y_{.j}$	Y_H	$Y_{(1)}$
Populações (2): Y_{jj}		$Y_{1'1'}$	$Y_{2'2'}$	$Y_{3'3'}$	Y_{jj}	$Y_{(2)}$	Y_T

Onde Y_{ij} é média do híbrido ij sobre r repetições; $Y_{i.}$ é o total dos híbridos da população i ; $Y_{.j}$ é o total dos híbridos do testador j ; $Y_{.i}$ e Y_{jj} são as médias da população i e da população j ; $Y_{(1)}$ e $Y_{(2)}$ são os totais das populações do grupo 1 e do grupo 2,

respectivamente; Y_H é o total dos híbridos ij e Y_T é o total de todos os híbridos e populações.

Tabela 6. Análise da variância do esquema dialélico parcial.

FV	GL	SQ
Tratamentos	n-1	$\sum_i Y_{ii}^2 + \sum_j Y_{jj}^2 + \sum_{ij} Y_{ij}^2 - \frac{T^2}{N}$
Populações (P)	I-1	$\frac{4}{4+J} \sum_i [Y_{ii} - \bar{Y}_p + \frac{1}{2}(Y_i - J\bar{Y}_H)]^2$
Testadores (T)	J-1	$\frac{4}{4+I} \sum_j [Y_{jj} - \bar{Y}_t + \frac{1}{2}(Y_j + I\bar{Y}_H)]^2$
PxT	1	$\frac{IJ}{N(4+I+J)} [(I+2)\bar{Y}_p - (J+2)\bar{Y}_t + (J-I)\bar{Y}_H]^2$
Heterose	IJ	-.-
Heterose média	1	$\frac{IJ}{4+I+J} [\bar{Y}_p + \bar{Y}_t - 2\bar{Y}_H]^2$
Heterose de populações	I-1	$\frac{J}{4+J} \sum_i [Y_{ii} - \bar{Y}_p - 2(\bar{Y}_i - \bar{Y}_H)]^2$
Heterose de testadores	J-1	$\frac{I}{4+I} \sum_j [Y_{jj} - \bar{Y}_t - 2(\bar{Y}_j - \bar{Y}_H)]^2$
Heterose específica	(I-1)(J-1)	$\sum_{ij} Y_{ij}^2 - \frac{1}{J} \sum_i Y_i^2 - \frac{1}{I} \sum_j Y_j^2 + \frac{1}{IJ} Y_H^2$
Erro (*)		

(*) Erro da análise preliminar (As somas de quadrados foram multiplicadas pelo número de repetições).

Neste trabalho, as somas de quadrados das ANAVAs do dialélico parcial foram estimadas ao nível de médias de parcela do modo usual. No entanto, para uma melhor concordância com as somas de quadrados das ANAVAs preliminares, os valores resultantes foram multiplicados pelo número de repetições (blocos e ambientes), em consequência, os quadrados médios residuais utilizados no teste F, não precisaram serem divididos pelo número de repetições.

Os componentes de médias foram estimados pelas seguintes fórmulas (Miranda Filho & Geraldi, 1984).

Média	$\hat{\mu} = \frac{1}{2}(\bar{Y}_p + \bar{Y}_t)$
Contrastes entre grupos de populações	$\hat{d} = \frac{1}{2}(\bar{Y}_p - \bar{Y}_t)$
Efeito de populações do grupo 1	$\hat{p} = Y_{ii} - \bar{Y}_p$
Efeito de populações do grupo 2	$\hat{t} = Y_{jj} - \bar{Y}_t$
Heterose média	$\hat{h} = Y_H - \mu$
Heterose de populações do grupo 1	$\hat{h}_p = \bar{Y}_i - \bar{Y}_H + \frac{1}{2}(\bar{Y}_p - Y_{ii})$
Heterose de populações do grupo 2	$\hat{h}_t = \bar{Y}_j - \bar{Y}_H + \frac{1}{2}(\bar{Y}_t - Y_{jj})$
Heterose específica	$\hat{s}_{ij} = Y_{ij} + \bar{Y}_H - \bar{Y}_i - \bar{Y}_j$
Capacidade geral de combinação	$\hat{g}_i = \frac{1}{2}\hat{p} + \hat{h}_p$

Para a análise da variância do esquema dialélico conjunto o modelo resultante foi o seguinte (Belluci, 1994):

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha(d + ld) + \frac{1}{2}(v_i + v_j + lv_{ik} + lv_{jk}) + l_k + \theta(\bar{h} + h_i + h_j + s_{ij} + l\bar{h} + lh_{jk} + s_{ijk}) + \bar{e}_{ijk}$$

A análise da variância conjunta que reponde a este modelo é apresentado na Tabela 7.

Tabela 7. Análise da variância do esquema dialélico parcial conjunto.

FV	GL	QM	TESTE F
Populações	$pq+p+q-1$	Q1	Q1/Q18
Entre grupos	1	Q2	Q2/Q18
Grupo I	$p-1$	Q3	Q3/Q18
Grupo II	$q-1$	Q4	Q4/Q18
Heterose	pq	Q5	Q5/Q18
Het. média	1	Q6	Q6/Q18
Het. varietal (I)	$p-1$	Q7	Q7/Q18
Het. varietal (II)	$q-1$	Q8	Q8/Q18
Het. específica	$(p-1)(q-1)$	Q9	Q9/Q18
Entre grupos x Amb.	1	Q10	Q10/Q18
Grupo I x Amb.	$p-1$	Q11	Q11/Q18
Grupo II x Amb.	$q-1$	Q12	Q12/Q18
Heterose x Amb.	pq	Q13	Q13/Q18
Het. média x Amb.	1	Q14	Q14/Q18
Het. varietal (I) x Amb.	$p-1$	Q15	Q15/Q18
Het. varietal (II) x Amb.	$q-1$	Q16	Q16/Q18
Het. específica x Amb.	$(p-1)(q-1)$	Q17	Q17/Q18
Erro médio(*)		Q18	

(*) Erro médio da análise preliminar conjunta (as somas de quadrados foram multiplicadas pelo número de repetições)

onde:

p = numero de populações do grupo 1

q = numero de populações do grupo 2

As fórmulas de cálculo das somas de quadrados dos efeitos principais já foram apresentadas no ponto anterior. Aquelas devidas à interação dos efeitos com os ambientes foram obtidas segundo a metodologia apresentada por Miranda Filho & Rissi (1975), ampliada por Miranda Filho & Vencovsky (1995).

3.3.3. Análise do esquema de cruzamentos "top-cross" intragrupo

Para a análise da variância dos cruzamentos do esquema "top-cross" usou-se o modelo reduzido de Gardner (1967), segundo foi sugerido por Chaves & Miranda Filho

(1997), o qual difere do modelo completo de Gardner & Eberhart (1966) por negligenciar o efeito do componente heterose específica ($s_{jj'}$). Assim, para um ambiente, o modelo é o seguinte:

$$Y_{ij} = \mu + \frac{1}{2}(v_j + v_{j'}) + \theta(\bar{h} + h_j + h_{j'}) + \bar{e}_{jj'}$$

Sendo o significado dos componentes equivalente àqueles do modelo completo.

As fórmulas para o cálculo dos parâmetros para o modelo reduzido são as seguintes:

Média de populações	$\hat{\mu} = \bar{V} = \frac{1}{n} \sum V_j$
Efeito de populações	$\hat{V}_j = V_j - \bar{V}$
Heterose média	$\hat{h} = \frac{n}{n-1}(\bar{T} - \bar{V})$
Heterose de populações	$\hat{h}_j = \frac{n}{n-2}[(T_j - \bar{T}) - \frac{1}{2}(V_j - \bar{V})]$

Na Tabela 8 se apresenta a análise da variância (ANAVA) das médias de populações e "top-crosses" de acordo com o modelo reduzido.

Tabela 8. Esquema de análise da variância para médias de populações e "top-crosses" intragrupos segundo Chaves & Miranda Filho (1997).

FV	GL	SQ
Tratamentos	2n-1	$\sum_{j=1}^n V_j^2 + \sum_{j=1}^n T_j^2 - \frac{(V.T.)^2}{2n}$
Populações (P)	n-1	$\frac{1}{5} \sum_{j=1}^n [2(V_j - \bar{V}) + (T_j - \bar{T})]^2$
Heterose média	1	$\frac{1}{2n} (V.-T.)^2$
Heterose de populações	n-1	$\frac{1}{5} \sum_{j=1}^n [(V_j - \bar{V}) - 2(T_j - \bar{T})]^2$
Erro (*)	(r-1) (2n-1)	.-

(*) Erro da análise preliminar (as somas de quadrados foram multiplicadas pelo número de repetições).

onde:

V_j e T_j = variedade j e "top-cross" da variedade j

$\bar{V}$ e $\bar{T}$ = média das variedades e dos "top crosses".

$V.$ e $T.$ = totais de variedades e de "top-crosses".

n = número de variedades

Segundo Belluci (1994) o modelo para esta análise é o seguinte:

$$Y_{ijj'} = \mu + \frac{1}{2}(v_j + v_{j'} + lv_{ij} + lv_{ij'}) + l_i + \theta(\bar{h} + h_j + h_{j'} + l\bar{h} + lh + lh_{ij}) + e_{ijj'}$$

A ANAVA que corresponde a este modelo, incluindo os contrastes ortogonais com suas respectivas interações com o ambiente é apresentado na Tabela 9.

Tabela 9. ANAVA conjunta para a análise do modelo “top-cross” intragrupo.

FV	GL	QM	TESTE F
Populações	2n-1	Q1	Q1/Q9
Variedades	n-1	Q2	Q2/Q9
Het. média	1	Q3	Q3/Q9
Het. varietal	n-1	Q4	Q4/Q9
Populações x Amb.	2n-1	Q5	Q5/Q9
Variedades x Amb.	n-1	Q6	Q6/Q9
Het. média x Amb.	1	Q7	Q7/Q9
Het. varietal x Amb.	n-1	Q8	Q8/Q9
Erro medio (*)		Q9	Q9

(*) Erro médio da análise preliminar conjunta (as somas de quadrados foram multiplicadas pelo número de repetições)

As fórmulas de cálculo das respectivas somas de quadrados dos efeitos principais já foram apresentadas na análise para um ambiente. Aquelas devidas à interação dos efeitos com os ambientes foram obtidas segundo a metodologia apresentada por Miranda Filho & Rissi (1975), e ampliada por Miranda Filho & Vencovsky, 1995.

3. 4. Predição de médias de compostos

A média do composto (Y_k) de tamanho k , dos cruzamentos dialélicos intragrupo foi predita segundo Chaves & Miranda Filho (1997), através da seguinte expressão:

$$Y_k = \frac{1}{k(n-2)} \left\{ \frac{1}{k} \left[(n-2k) \sum_{j=1}^k V_j + 2n(k-1) \sum_{j=1}^k T_j \right] + \frac{n(k-1)}{n-1} (\bar{V} - 2\bar{T}) \right\}$$

A seleção das melhores variedades para a síntese de compostos foi feita a partir do índice “Ij”, conforme sugerido por Miranda Filho & Chaves (1991), onde:

$$I_j = w_1 \hat{V}_j + w_2 \hat{h}_j$$

onde: $w_1 = 1/k$ e $w_2 = 2(k-1)/k^2$, sendo k o número de variedades que participam do composto.

4. RESULTADOS

Devido à grande quantidade de análises que envolveu o presente trabalho, optou-se por incorporar, num anexo, as respectivas tabelas de resultados.

4. 1. Variáveis estudadas na testemunha intercalar e suas correlações

A incorporação de uma testemunha disposta sistematicamente (a cada 10 fileiras) em uma área experimental de aproximadamente 6500 m² (incluindo todos os experimentos avaliados) tinha, como principal objetivo, corrigir possíveis desvios apresentados pelos tratamentos. No entanto, o coeficiente de variação apresentado pela testemunha, para a variável grau médio de ataque (GMA) foi de 27,11 %, sendo semelhante ao observado em cada um dos 6 experimentos avaliados (Tabela 18), pelo que não se considerou necessário o emprego de qualquer correção.

A partir dos coeficientes de correlação registrados entre as variáveis estudadas na testemunha intercalar (Tabela 10), foi possível fazer uma seleção prévia das variáveis de análise. Neste sentido, o GMA apresentou correlação significativa ($p < 0,01$) positiva com a incidência (%I) ($r = 0,598$), e negativa com: produtividade de grãos (PG) ($r = -0,513$), número de espigas por parcela (NE) ($r = -0,479$), altura da planta (AP) ($r = -0,319$), altura da espiga (AE) ($r = -0,162$) e número final de plantas da parcela (NP) ($r = -0,109$), esta última com uma significância de $p < 0,05$. A %I, também apresentou uma correlação negativa significativa ($p < 0,01$) com PG ($r = -0,394$), enquanto que PG esteve correlacionada positivamente com o NE ($r = 0,337$), AP ($r = 0,172$) e AE (0,191), estes últimos com $p < 0,05$.

Por outro lado, a %I apresentou uma distribuição de frequências com forte presença de “assimetria” e “curtose”, o que não foi verificado para a variável GMA (Tabela 11), a que apresentou uma distribuição de frequências aproximadamente normal, como pode ser observado graficamente (Figuras 1 e 2).

4. 2. Análise da Variância preliminar

Foram feitas análises da variância (ANAVA) individuais dos seis experimentos para cada um dos três ambientes avaliados: plantio de “safrinha” no ano de 1998 (ambiente 1) e plantio em época normal 1998/99 (ambiente 2) ambos no local de Anhembi, e plantio em época normal (1998/1999) no local de Piracicaba. A análise das duas épocas de plantio no local de Anhembi foram estudadas numa análise conjunta por tratar-se de duas épocas de plantio dentro de um mesmo ano, no mesmo local. As análises referentes ao local de Piracicaba foram apresentados separadamente daquelas do Anhembi, já que não se considerou adequado analisar em conjunto locais com características tão contrastantes.

Os resultados das ANAVA preliminares encontram-se nas Tabelas 18 e 19 para as variáveis GMA e PG no local de Anhembi (análise conjunta das duas épocas), e nas Tabelas 20 e 21 para as variáveis AP e PG, no local de Piracicaba, respectivamente. As médias que deram origem a estas análises são apresentadas nas Tabelas 12, 13, 14, 15, 16, e 17, para os experimentos Exp1, Exp2, Exp3, Exp4, Exp5 e Exp6 respectivamente, além dos valores de percentagem de plantas acamadas e/ou quebradas (%AQ) e altura de espiga (AE) avaliados no local de Piracicaba.

Para a variável GMA (análise conjunta no Anhembi), os efeitos de tratamentos foram altamente significativos ($p < 0,01$) nos seis experimentos, evidenciando-se assim a diversidade entre eles, o que era previsível, já que as populações derivadas de híbridos comerciais (testadores dos esquemas de cruzamento intergrupos) e as testemunhas comerciais, foram previamente selecionados por sua resposta diferencial à doença. Os híbridos comerciais utilizados como testemunhas apresentaram diferenças altamente

significativas ($p < 0,01$) no seu comportamento na totalidade dos experimentos e, com exceção do Exp4, essas diferenças se apresentaram estáveis entre os dois ambientes avaliados, uma vez que sua componente de interação com o ambiente não registrou significância estatística.

As populações incluídas nas análises de médias (esquemas “top-cross” e parcial) apresentaram diferenças significativas em todos os experimentos. Por outro lado, deve-se destacar a quase total ausência de efeitos significativos de interação ambiental (com exceção do Exp3) para estas populações, embora a reação média dos materiais (efeito ambiente) apresentou-se como estatisticamente diferente ($p < 0,01$) na quase totalidade dos experimentos (com exceção do Exp5) (Tabela 18). Segundo dados que não são apresentados em Tabela, as médias de GMA foram maiores em época normal (ambiente 2) para os experimentos 1, 2 e 4, enquanto que nos experimentos 3 e 6, as médias observadas foram maiores no plantio de “safrinha” (ambiente 1).

A análise conjunta da variável PG para o local de Anhembi, (Tabela 19) apresentou diferenças estatísticas ($p < 0,01$) para os efeitos de tratamentos em todos os experimentos. Na decomposição da soma de quadrados de tratamentos observou-se que as testemunhas e as populações incluídas nas análises de médias foram estatisticamente diferentes. O efeito de ambientes também apresentou diferenças ($p < 0,01$) em todos os experimentos, com exceção do Exp1. Segundo dados não apresentados em Tabela, as médias de PG foram maiores na época normal (ambiente 2) na totalidade dos experimentos avaliados.

A fonte de variação tratamentos x ambientes foi estatisticamente significativa nos seis experimentos, sendo aquela de testemunhas x ambientes significativa nos experimentos 2, 4 e 6, e de populações por ambientes significativa ($p < 0,01$) nos experimentos 1, 2 e 3.

Para as análises no local de Piracicaba, a variável AP (Tabela 20) apresentou diferenças altamente significativas ($p < 0,01$) para os efeitos de tratamentos. Na decomposição da soma de quadrados de tratamentos, pode-se comprovar que essas

diferenças foram principalmente devidas às populações, já que as testemunhas comerciais apresentaram uma altura de planta estatisticamente similar.

No mesmo local, para a variável PG (Tabela 21), não foram observadas diferenças estatísticas entre repetições (exceção do Exp1). Para os efeitos de tratamentos se observaram diferenças significativas ($p < 0,01$) nos seis experimentos. Na decomposição da soma de quadrados de tratamentos, pode-se comprovar que as testemunhas só não foram diferentes nos experimentos 2 e 3, enquanto que se observaram diferenças estatísticas significativas ($p < 0,01$) para o efeito de populações nos seis experimentos.

Para um melhor ordenamento, os resultados obtidos das análises de médias são apresentados em forma separada para cada tipo de cruzamentos (dialélicos parciais e top-cross intragrupo), e dentro de cada um deles, ordenados segundo os materiais (exóticos, populações e acessos), locais (Anhembi e Piracicaba) e variáveis (GMA e PG em Anhembi, e AP e PG em Piracicaba).

4. 3. Análise do esquema dialélico parcial

4. 3. 1. Análise dos materiais exóticos no local de Anhembi (Exp1)

- Variável GMA

Na análise da tabela dialélica para esta variável (Tabela 22), se observou significância ($p < 0,01$) para a fonte de variação entre grupos, o que indica que existiu uma elevada diferença na resistência média dos materiais exóticos ou Grupo 1, e a média dos compostos adaptados ou Grupo 2. Os materiais exóticos apresentaram diferenças ($p < 0,01$) no seu grau de resistência, entretanto os compostos adaptados tiveram uma resistência similar. Os efeitos de heterose foram significativos ($p < 0,05$), sendo só a heterose média a componente da heterose com significância ($p < 0,01$). Por outro lado, os efeitos da interação com ambiente foram não significativos, com exceção das diferenças entre grupos de materiais.

Segundo pode ser observado na Tabela 30, a estimativa da heterose média foi $\bar{h} = -0.375$, resultando que os cruzamentos foram, em média, 22% mais resistentes do que a média dos progenitores. Na mesma Tabela, se observa que a estimativa para o desvio entre grupos foi $\hat{\delta} = 0.984$, o que significa que os compostos adaptados foram em média, mas resistentes que as populações exóticas.

Com vistas a discriminar entre possíveis fontes de resistência dentro do Grupo I, visando a introdução de germoplasma nos compostos G3 e G4, e dada a ausência de efeitos de heterose varietal e específica significativa, bastou identificar os materiais exóticos (Grupo 1) de maior resistência “per se” (menor valor para a estimativa de $\hat{v}_i$). Neste ponto, cabe lembrar que se os efeitos de heterose média foram significativos, trata-se de um comportamento médio dos materiais, não atribuível a nenhuma população em particular. Por esta razão, não é levada em consideração no momento da seleção de variedades para a síntese de compostos (Cruz & Regazzi, 1994). As menores estimativas para o efeito v_i corresponderam às populações exóticas: E13, E2, E12, E1 e E4 (Tabela 30).

- Variável PG

Nas análises apresentadas na Tabela 23, foram observadas diferenças altamente significativas ($p < 0.01$) entre grupos de materiais, para o Grupo 1, Grupo 2 e Heterose. Dentre dos componentes da heterose só a varietal do Grupo 1 foi significativa. As interações com o ambiente foram significativas para a componente entre grupos e para heterose, e dentro da heterose, para a heterose varietal do Grupo 2 (h_j) e heterose específica (s_{ij}).

Segundo a Tabela 30, os progenitores do Grupo 2 (compostos) apresentaram uma produtividade média maior ($\hat{\delta} = -1541$ kg/ha) que as populações exóticas pertencentes ao Grupo 1. Dentre os materiais do Grupo 2, o composto G3 apresentou o maior valor para a estimativa de v_j (produtividade “per se”). Entretanto, a interação ambiental detectada para o efeito “entre grupos”, foi devida a uma maior diferença entre grupos no Ambiente 2 (Safrinha) com respeito ao ambiente 1 (época normal). O valor das estimativas dos

desvios para cada ambiente foram: -1364 kg/ha no ambiente 1 e -1717 kg/ha no ambiente 2 (Tabela 31). Também nesta tabela se observa que o Composto G3 apresentou as maiores estimativas de capacidade geral de combinação (CGC) para cada ambiente. O efeito de CGC é definido para dialelos parciais por Geraldi & Miranda Filho (1988) como sendo $g_i = \frac{1}{2} v_i + h_i$.

Visando discriminar entre possíveis materiais do Grupo 1, para serem incorporados nos compostos do Grupo 2 (especificamente no composto G3), são selecionados aqueles de maior CGC, dada a significância dos efeitos v_i e h_i para este grupo. Os materiais exóticos de maior CGC foram: E13, E4, E1, E12 e E2 (Tabela 30). Os quais foram selecionados oportunamente pela sua maior resistência “per se”.

4. 3.2. Análise dos materiais exóticos no local de Piracicaba (Exp1)

- Variável AP

A análise das tabelas dialélicas para a variável AP (Tabela 26) mostra diferenças significativas ($p < 0,01$) para a comparação entre grupos de materiais. Os materiais do Grupo 1, ainda manifestaram diferenças na sua altura “per se”, enquanto que os compostos do Grupo 2, apresentaram altura de planta semelhante.

Na Tabela 30, pode-se notar que os efeitos da heterose para esta variável foram altamente significativos ($p < 0,01$). Na sua decomposição, só se apresentaram como significativos ($p < 0,01$) os efeitos de heterose média e heterose varietal do Grupo 1. A estimativa de heterose média foi de 8,2 cm, o que significou que os cruzamentos foram, em média, 4% mais altos que os progenitores, tendo os materiais do Grupo 2 (compostos G3 e G4) uma altura maior se comparada com o grupo dos materiais exóticos ($\hat{\delta} = -10.6$ cm).

Devido ao interesse por materiais de baixo porte, foram identificadas as populações do Grupo 1 de menor CGC detectadas para este caráter, as que corresponderam às populações exóticas: E2, E10, E4 e E8 (Tabela 30).

- Variável PG

Pode-se observar para esta variável (Tabela 27) uma diferença altamente significativa ($p < 0.01$) entre grupos de materiais e para o Grupo 1. A heterose se apresentou como altamente significativa ($p < 0,01$), devido principalmente às heterose média e varietal do Grupo 1.

Segundo o valor do desvio entre grupos observado (Tabela 30), a diferença de PG entre grupos foi de 3332 kg/ha, o que representou uma produtividade 123% maior dos compostos adaptados em relação aos materiais exóticos. Devido à presença de efeitos v_i e h_i significativos para as populações do Grupo 1, foram detectados as que apresentaram as maiores estimativas de CGC, que foram as populações exóticas: E12, E1, E13 e E4.

4. 3. 3. Análise das populações no local de Anhembi (Exp2)

- Variável GMA

Na decomposição da soma de quadrados de populações para esta variável (Tabela 22) apresentaram-se importantes diferenças ($p < 0,01$) entre grupos de materiais, além de diferenças ($p < 0,01$) na resistência dos materiais de ambos os grupos e para a heterose média. Segundo a Tabela 32, a estimativa de heterose média detectada foi de -0.637, sendo os cruzamentos 36% mais resistente que a média dos progenitores. O Grupo 1 (populações melhoradas) apresentou uma média menor ($\hat{\delta} = -0,685$) e, portanto, maior resistência que o Grupo 2, representado pelas populações derivadas de híbridos comerciais.

As melhores fontes de resistência do Grupo 1 puderam ser determinadas a partir do sua componente “per se” ou estimativa $\hat{v}_i$, devido à ausência de significância estatística para o efeito de heterose varietal do Grupo 1 (estimativa $\hat{h}_i$). As populações que apresentaram os menores valores de $\hat{v}_i$ foram: P1, P10, P8, P7 e P4 (Tabela 32).

Nos materiais do Grupo 2 (populações derivadas de híbridos comerciais) a discriminação foi baseada no seu comportamento “per se” (efeito v_j), dada a ausência de efeitos significativos para a heterose varietal do Grupo 2 (h_j). Portanto, as populações H4 e H3 foram as selecionadas (Tabela 32)

- Variável PG

Na Tabela 23 observa-se que existiram diferenças ($p < 0,01$) na produtividade entre ambos os grupos de materiais, e para ambos os grupos. Também a heterose foi altamente significativa ($p < 0,01$), enquanto que os componentes da mesma que mostraram significância foram a heterose média e a heterose varietal de ambos os grupos. Foram detectadas interações com o ambiente para o Grupo 1 ($p < 0,01$), Grupo 2 ($p < 0,05$) e heterose média ($p < 0,01$).

Na Tabela 32 se observa que as populações melhoradas do Grupo 1 apresentaram uma média maior se comparada com o grupo 2 ($\hat{\delta} = 910$ kg/ha), enquanto que o valor de heterose média detectado foi de 1242 kg/ha ou 47% acima da média dos pais, e de 40% e 53% para os ambientes 1 e 2, respectivamente (Tabela 34).

Apesar das interações registradas para ambos os grupos, tanto nos seus efeitos varietais como de heterose, as populações P1 e P6 apresentaram a maior CGC em ambos os ambientes (Tabela 34), e portanto na análise conjunta (Tabela 32). O mesmo aconteceu com as populações H4 e H3 do Grupo 2. Portanto, os materiais selecionados se constituem nas melhores fontes de germoplasma para a síntese de compostos para ambos os ambientes.

4. 3. 4. Análise das populações no local de Piracicaba (Exp2)

- Variável AP

Na análise de variância (Tabela 26) foram observadas diferenças altamente significativas ($p < 0.01$) entre grupos de materiais e para ambos os grupos. A heterose registrada foi significativa ($p < 0,05$), enquanto que só um dos seus componentes, a heterose específica, apresentou significância ($p < 0,05$).

Segundo a Tabela 32, o Grupo 1 teve materiais que, em média, foram 25 cm mais altos que aqueles do Grupo 2 ($d = 12,6$). Os materiais de menor altura “per se” (menor v_i) e, portanto, com a maior frequência de genes para porte reduzido foram: P7, P5 e P8 dentro do Grupo 1 e H2 e H1 dentro do Grupo 2 (Tabela 32).

- Variável PG

Na decomposição da soma de quadrados para esta variável (Tabela 27) pode-se observar que dentre os efeitos varietais só foram observadas diferenças ($p < 0,01$) para as populações derivadas de híbridos comerciais (Grupo 2), enquanto que a heterose foi altamente significativa ($p < 0,01$). Os componentes da heterose para os quais se observaram diferenças foram: a heterose média ($p < 0,01$) e a heterose específica (s_{ij}) ($p < 0,05$).

Segundo a Tabela 32, as populações derivadas de híbridos (Grupo 2) que apresentaram maiores estimativas para o efeito v_j foram H4 e H1. O valor de heterose média detectado foi de 846 kg/ha (17.6 %). Já na Tabela 33, se observa que as maiores estimativas do efeito s_{ij} foram as provenientes dos cruzamentos: P1 x H3, P10 x H4, P4 x H2, P2 x H3 e P1 x H4, os que superaram em 62%, 33%, 43% e 35% a produtividade média dos progenitores, e em 13%, 6%, 4%, 5% e 7 % à melhor testemunha comercial (Tabela 13), respectivamente. Portanto, se constituem em fontes importantes para a síntese de compostos.

4. 3. 5. Análise dos acessos no local de Anhembi (Exp3)

- Variável GMA

Na decomposição da soma de quadrados de populações (Tabela 22) apresentaram diferenças ($p < 0,01$) o desvio entre grupos, os Grupo 1 e 2 e a heterose. Os componentes da heterose que registraram significância ($p < 0,01$) foram a heterose média e a heterose específica. Também foram detectadas diferenças significativas ($p < 0,01$) para as componentes de interação ambiental “entre grupos” e do Grupo 2.

Na Tabela 35 se observa que os materiais do Grupo 1 (acessos do banco de germoplasma) apresentaram um GMA médio menor que aquele do Grupo 2, representado pelas populações derivadas de híbridos comerciais ($d = -0.498$). O valor de heterose média detectado foi de $-0,422$, sendo os cruzamentos, em média, 26% mais resistentes que a média dos progenitores.

Para a síntese de compostos com alta resistência deve-se selecionar os materiais com menores valores de v_i (acessos com maior resistência “per se”) e de v_j (populações derivadas de híbridos com maior resistência “per se”), devido à não significância da componente de heterose varietal para ambos os grupos. Segundo a Tabela 35, os acessos de menor valor para a estimativa v_i foram: A8, A2 e A9 dentre os precoces, e A16, A22, A20 dentre os tardios, enquanto que as populações derivadas de híbridos de menor v_j foram: H3 e H4. Apesar da significância da componente de interação ambiental observada para o Grupo 2, estes últimos materiais foram os mais resistentes em ambos os ambientes (dados não apresentados em Tabela)

- Variável PG

Na análise da tabela dialética para esta variável (Tabela 23) foram observadas diferenças significativas ($p < 0,05$) entre grupos de materiais, enquanto que existiu alta significância ($p < 0,01$) para ambos os grupos e para a heterose. Os componentes da

heterose que apresentaram significância ($p < 0,01$) foram a heterose média, a heterose varietal do Grupo 1 e 2 e a heterose específica. Na decomposição das interações com o ambiente, os únicos componentes com significância foram Grupo 1 x ambiente ($p < 0,05$) e heterose média x ambiente ($p < 0,01$). O valor de heterose média observado foi de 1244 kg/ha ou 46% acima da média dos pais (Tabela 35).

Portanto, as melhores populações do Grupo 2 devem ser selecionadas a partir dos maiores valores de CGC detectados na análise conjunta, enquanto que as populações do Grupo 1 (acessos) deveriam ser escolhidas a partir das maiores estimativas de CGC de cada ambiente em particular, dada a presença de interação para este efeito. As populações do Grupo 2 com as maiores CGC foram: H1, H4, e H3. (Tabela 35). No que diz respeito aos materiais do Grupo 1 (acessos), e apesar da interação ambiental significativa detectada para este efeito, se observa que os acessos A17 e A16 tiveram os maiores valores de CGC em cada um dos ambientes em particular (Tabela 38) e, em consequência, na análise conjunta (Tabela 35).

Portanto, e visando a síntese de compostos, os acessos A17 e A16 deveriam ser incorporados nas populações derivadas de híbridos comerciais já selecionadas anteriormente por sua boa produtividade.

Por outro lado, dada a presença de heterose específica significativa, são apresentados os cruzamentos de maior valor para as estimativas de s_{ij} detectados. Segundo pode-se observar na Tabela 36, eles foram: A11 x H4 e A20 x H2, os quais apresentaram uma heterose em relação à média dos pais de 75% e 114%, respectivamente. O segundo dos cruzamentos mencionados (A20 x H2) teria uma menor importância relativa, devido ao fato que o híbrido H2 apresentou uma estimativa de CGC para PG considerada baixa, além de uma elevada suscetibilidade a enfezamento (Tabela 35)

4. 3. 6. Análise dos acessos no local de Piracicaba (Exp3)

- Variável AP

Na análise da tabela dialélica (Tabela 26) foram observadas diferenças ($p < 0,01$) entre grupos de materiais, para os Grupo 1 e 2, e para heteroses. O único componente da heterose significativo foi a heterose específica (s_{ij}). Na Tabela 35 se observa uma estimativa para o desvio entre grupos $\hat{\delta} = 20$, pelo que pode-se dizer que os acessos de banco avaliados (Grupo 1) foram, em média, 40 cm mais altos que as populações derivadas de híbridos comerciais (Grupo 2). Os acessos de menor altura “per se” (menor valor para a estimativa de v_i) foram: A1, A3, A2 e A4 (todos eles muito precoces). As estimativas de s_{ij} (não apresentadas em Tabela) apresentaram valores positivos e negativos que pouco contribuíram para modificar este padrão de comportamento

- Variável PG

Na análise para esta variável (Tabela 27) observam-se diferenças significativas ($p < 0,01$) entre grupos, para os Grupos 1 e 2, e para a heterose. Os componentes da heterose significativos foram os correspondentes à heterose média ($p < 0,01$), heterose varietal do Grupo 1 ($p < 0,05$) e heterose específica ($p < 0,01$).

Portanto, os materiais do Grupo 2 de melhor comportamento ficaram definidos a partir do seu melhor comportamento “per se” (maior valor de v_j), dada a ausência de efeitos de heterose varietal para este grupo. As populações derivadas de híbridos comerciais que apresentaram maiores valores para o efeito v_j foram H3 e H4 (Tabela 35).

No que diz respeito aos materiais do Grupo 1, as fontes potenciais para a síntese de compostos em cruzamento com as variedades do Grupo 2 mencionadas, foram selecionados a partir de sua CGC. segundo a Tabela 35, os acessos que apresentaram as estimativas mais elevadas para este efeito foram: A17, A15 e A18 (sendo todos eles de ciclo intermediário a tardio). A heterose média registrada teve um valor estimado de 1202

kg/ha ou que significa que os cruzamentos tiveram uma produtividade 25% acima da média dos pais

Outros compostos poderiam ser sintetizados a partir do cruzamento entre populações pertencentes a diferentes grupos, devido ao fato de que existiram alguns deles com excelente produtividade. Os cruzamentos de maior valor para a estimativa s_{ij} foram: A12 x H4, A9 x H3, A21 x H1, A17 x H4, e A11 x H5, A5 x H5, e A16 x H5 (Tabela 37), os quais superaram a média dos pais em 56%, 52%, 40%, 36%, 119% 57%, e 60%, e a melhor testemunha comercial em 36%, 4%, 17%, 38%, 19% 5%, e 16% (Tabela 15).

4. 4. Análise do esquema de cruzamentos “top-cross” intragrupo.

4. 4. 1. Análise das populações no local de Anhembi (Exp4)

- Variável GMA

Na análise da tabela dialélica (Tabela 24) pode-se observar que o único componente com significância foi o de Variedades. Portanto, a discriminação das populações mais promissoras pode basear-se somente na diferença apresentada pela resistência “per se” das mesmas (estimativa v_i). As populações com menores valores de v_i , denotando uma maior resistência foram: P1, P8 e P4 (Tabela 39). Nesta análise não foram detectados efeitos significativos de interação com o ambiente.

- Variável PG

Na análise da tabela dialélica (Tabela 25) observam-se diferenças significativas ($p < 0,01$) para variedades e heterose média ($p < 0,05$), sendo não significativos os efeitos da interação com o ambiente. A heterose média foi 338 kg/ha (Tabela 39), o que representa uma superioridade dos cruzamentos em relação à média dos pais de 9.4%.

Devido ao interesse na síntese de compostos com boa PG foram selecionadas as variedades que apresentaram o maior valor do índice “Ij” para esta variável, conforme sugerido por Miranda Filho e Chaves (1997). Devido à ausência de interações com o ambiente significativas, foi possível fazer previsões a partir das médias da análise conjunta. Na Tabela 42, apresentam-se as previsões de PG dos compostos sintetizados para tamanhos variáveis de populações parentais (k). Considerando que um tamanho $k = 5$ resultaria suficiente para reter variabilidade genética no composto a ser sintetizado (Chaves & Miranda Filho, 1997), as populações selecionadas para a síntese foram P1, P7, P6 e P9, e P10 as que, segundo a Tabela 42, apresentaram uma PG esperada para o composto em equilíbrio de 4428 kg/ha, além de uma considerável resistência ao enfezamento ($GMA = 0.75$).

4. 4. 2. Análise das populações no local de Piracicaba (Exp4)

- Variável AP

Na decomposição da soma de quadrados da análise da tabela dialética (Tabela 28), detectaram-se diferenças significativas ($p < 0,01$) para variedades e para heterose média e heterose varietal ($p < 0,05$). A heterose média registrada foi de 9,6 cm ou 4,6 % acima da média dos pais. As melhores populações (maior frequência de genes de baixo porte) foram selecionadas a partir de sua menor CGC para esta variável; elas foram P5, P8 e P6 (Tabela 39).

Como é possível observar na Tabela 20, foram detectadas diferenças significativas ($p < 0,01$) para AP no contraste ortogonal de populações x testemunhas (Tabela 20). As populações apresentaram uma AP média de 224 cm., enquanto que nas testemunhas comerciais a AP média foi 201 cm. (Tabela 15)

- Variável PG

Na análise da tabela dialélica (Tabela 29) observaram-se diferenças significativas ($p < 0,01$) entre variedades e para heterose média. Esta última registrou um valor de 680 kg/ha, o que representou 13% acima da média dos pais.

As variedades de melhor comportamento “per se” (maior estimativa de v_i) foram P9, P7, P2 e P10 (Tabela 39). No entanto, para fins da síntese de compostos utilizou-se o índice “Ij”, que reflete a real contribuição de cada variedade no composto (Miranda Filho & Chaves, 1997). Na Tabela 42 identificou-se como mais promissor o composto de tamanho $k = 4$, formado pelas populações P9, P4, P8 e P10, com produtividade e altura de planta estimadas para o composto em equilíbrio de 6375 kg/ha e 233 cm, respectivamente. Um composto de $k = 4$ significa uma retenção de $\frac{3}{4}$ da heterose média e possivelmente assegurar suficiente variabilidade na população resultante.

4. 4. 3. Análise dos acessos precoces no local de Anhembi (Exp5)

- Variável GMA

Na Tabela 24, pode-se observar que só existiram diferenças significativas ($p < 0,01$) para variedades e para heterose média, sendo não significativos os efeitos de interação com o ambiente. Segundo a Tabela 40 os acessos com maior resistência (menor valor da estimativa do efeito v_j) foram: A2, A8 e A6.

- Variável PG

Na análise da tabela dialélica (Tabela 25) se observaram, para esta variável diferenças significativas ($p < 0,01$) para o efeito de variedades e para heterose média, enquanto que não foram detectadas interações significativas com o ambiente para

populações. Segundo pode-se observar na Tabela 40, a heterose média apresentou um valor de 509 kg/ha (21 % acima da média dos pais).

Na Tabela 43 é apresentada a predição de médias de compostos para diferentes tamanhos de k. Considerando que um $k=4$ é adequado para reter uma adequada variabilidade genética no composto em equilíbrio, foram selecionadas para a síntese os acessos A8, A6, A4 e A9, com uma PG estimada para o composto em equilíbrio de 3548 kg/ha e GMA de 1.08.

4. 4. 4. Análise dos acessos precoces no local de Piracicaba (Exp5)

- Variável AP

Na análise para esta variável (Tabela 28) foram observadas diferenças ($p<0,01$) para variedades, enquanto que os componentes da heterose foram não significativos. Os acessos de menor altura (menor v_i) foram A3, A1 e A6 (Tabela 40). Não foram detectadas diferenças significativas para AP (Tabela 20) no que diz respeito aos contrastes ortogonais com as testemunhas comerciais.

- Variável PG

Na análise de variância da tabela dialélica (Tabela 29) foram detectadas diferenças ($p<0,01$) entre populações do dialélico em seus efeitos “per se” e para heterose média. A estimativa de heterose média (577 kg/ha) representou um incremento de 13% em relação à média dos pais (Tabela 39).

Para a síntese de compostos, selecionaram-se os acessos de maior valor do índice “Ij”. Na Tabela 43 se apresentam a produtividade estimada dos compostos sintetizados a partir destas variedades para tamanhos variáveis de k. Foi selecionado para a síntese, o composto de $k=4$ formado pelos acessos A4, A7, A5 e A9, com uma produtividade estimada de 5517 kg/ha e uma altura de planta de 228 cm.

4. 4. 5. Análise dos acessos tardios no local de Anhembi (Exp6)

- Variável GMA

Segundo se observa na Tabela 24, só existiram diferenças significativas ($p < 0,01$) para variedades, enquanto que a heterose e os componentes de variação ambiental foram não significativos. As variedades (acessos de banco) que apresentaram uma resistência maior (menor v_i) foram: A12, A19 e A17 (Tabela 41).

- Variável PG

Na análise da tabela dialélica para esta variável (Tabela 25) resultaram significativas ($p < 0,01$) as diferenças para variedades e heterose média e varietal ($p < 0,05$). Por outro lado não se observaram diferenças estatísticas para os efeitos da interação ambiental. O estimativa de heterose média teve um valor de 422 kg/ha, representando 16,6 % acima da média dos pais (Tabela 41).

Portanto, a seleção das variedades para a síntese de compostos foi feita a partir das estimativas de v_i e h_j (índice “Ij”) observadas na análise conjunta. Na Tabela 44 são apresentadas as PG estimadas de compostos com diferente número de variedades parentais (k). Considerando um $k = 4$, as variedades selecionadas foram A17, A21, A15 e A12. O composto resultante teria uma PG de 3837 kg/ha e um GMA de 1.045.

4. 4. 6. Análise dos acessos tardios no local de Piracicaba (Exp6)

- Variável AP

Na análises para esta variável (Tabela 28) foram observadas diferenças para variedades ($p < 0,01$) e para heterose média ($p < 0,05$) e varietal (h_j) ($p < 0,01$). Segundo a

Tabela 41 a heterose média registrada foi de 9,6 cm ou 1,9%, e os materiais com menor altura (menor estimativa de CGC) foram A18, A17 e A13.

Foram observadas diferenças significativas ($p < 0,01$) entre as testemunhas comerciais e os materiais envolvidos neste experimento (Tabela 20). Os acessos de banco tiveram uma AP média de 256 cm., enquanto que as testemunhas comerciais apresentaram uma AP média de 210 cm.

- Variável PG

Na análise da tabela dialélica (Tabela 29) se observam diferenças para variedades “per se” ($p < 0,05$), heterose média ($p < 0,01$) e heterose varietal ($p < 0,01$). A estimativa de heterose média (506 Kg/ha) representou um incremento de 12,3% em relação à média dos pais.

Com vistas à síntese de compostos segundo a metodologia de Miranda Filho & Chaves (1997), selecionaram-se os acessos de maior I_j , dando origem às estimativas da Tabela 44, onde são apresentadas as produtividade estimadas para tamanhos (k) variáveis. Considerando um $k = 4$, os acessos selecionados foram: A17, A19, A12 e A15, com uma produtividade estimada para o composto em equilíbrio de 6435 kg/ha e uma altura de planta de 267 cm.

4. 5. Contribuição relativa das fontes de variação.

Na Tabela 45 são apresentadas as contribuições relativas de cada fonte de variação, como parte da soma de quadrados de populações observadas nos experimentos que envolveram cruzamentos dialélicos parciais: Exp1, Exp2 e Exp3 nos locais de Anhembi (conjunto de duas épocas) e Piracicaba. Para o experimento 1 (local de Anhembi), para a variável GMA, os efeitos varietais representaram 95,3% da soma de quadrados de populações, enquanto que somente 4,7 % correspondeu aos de heterose.

No mesmo experimento a variável produtividade de grãos (PG) também registrou um baixo percentagem da soma de quadrados explicado pela heterose (10,9%).

No Experimento 2 em Anhembi, para a PG, a heterose explicou quase a metade da soma de quadrados de populações, enquanto que a heterose para GMA foi também elevada (41%). Um comportamento semelhante foi verificado no Experimento 3, onde a heterose para PG e GMA representaram, 37,5% e 31,2%, respectivamente, da soma de quadrados de populações.

Na decomposição da soma de quadrados devida à heterose para os experimentos onde esta fonte de variação apresentou uma contribuição importante (Exp2 e Exp3) verifica-se também uma correlação entre o comportamento das variáveis PG e GMA. No Experimento 2 a maior porcentagem da soma de quadrados de heterose é explicada pela heterose média em ambas as variáveis; já no Experimento 3, os componentes aparecem mais ou menos distribuídos, com elevada ocorrência da heterose específica.

Para o caráter altura de planta (local de Piracicaba) se observa que, nos três experimentos, a soma de quadrados dos efeitos varietais explicaram acima do 80% da soma de quadrados de populações. No que diz respeito ao caráter PG no mesmo local, os efeitos varietais foram mais expressivo no Exp1 e os de heterose no Exp2 enquanto que no Exp3 ambos contribuíram aproximadamente na mesma proporção.

5. DISCUSSÃO

Em se tratando de quantificação de doenças, cita-se que a mesma é designada pelo termo de fitopatometria, um tópico ligado a diversas especialidades dentro da fitopatologia. Segundo Amorín (1995) a quantificação de enfermidades é necessária para o estudo de medidas de controle, na determinação da eficiência de um fungicida ou na caracterização de resistência de um cultivar. A importância da quantificação de doenças tem sido, freqüentemente comparada à importância da diagnose, pois de nada vale conhecer o patógeno e oferecer condições ideais para o desenvolvimento do mesmo, se não for possível quantificar os sintomas.

No presente trabalho, com o intuito de quantificar os efeitos do complexo de enfezamento nos diversos materiais avaliados, foram utilizadas testemunhas de reação conhecida à doença, sendo casualizadas testemunhas resistente e suscetível em cada um dos experimentos, e dispondo uma testemunha sistematicamente no total da área experimental (testemunha suscetível na safrinha de Anhembi). A partir das mesmas foi possível caracterizar a presença da doença e identificar a melhor variável de análise.

Neste sentido, a doença apresentou-se com um nível capaz de diferenciar a reação das testemunhas em todos os experimentos, nas duas épocas de plantio no local de Anhembi e, por outro, apresentou um padrão de distribuição considerado uniforme em se tratando de uma avaliação em condições de infestação natural.

Os coeficientes de variação experimental registrados para a variável grau médio de ataque (GMA) nos seis experimentos (de 31,2% até 37,8%), foram semelhantes aos reportados por Findley (1983) e Urbina (1997), que estudaram a resistência de diversos materiais ao complexo de enfezamento sob condições de infestação natural, o que dá uma

idéia da baixa precisão que envolve este tipo de experimentos. Por outro lado, e conforme foi abordado por Ferreira (1999), pode-se estabelecer com uma confiabilidade de 95%, que os limites superior e inferior dos intervalos de confiança das médias de GMA observadas nos seis experimentos ficaram definidas em: $1,71 \pm 0,53$, $1,63 \pm 0,39$, $1,65 \pm 0,42$, $1,39 \pm 0,374$, $1,79 \pm 0,41$, $1,62 \pm 0,39$, respectivamente. Valores dos quais se infere uma precisão experimental aceitável.

Segundo as correlações detectadas na testemunha intercalar e para as condições deste trabalho, pode-se inferir que o complexo de enfezamento afetou negativamente a produtividade de grãos (PG) das parcelas e explicou mais eficientemente as variações na PG que a percentagem de plantas com sintomas ou incidência (%I). Essa redução na PG foi acompanhada por menores valores de altura da planta (AP), altura da espiga (AE) e número de espigas por parcela (NE), o que corrobora, em parte, com a sintomatologia descrita para enfezamento por Balmer (1987).

Estes resultados, além de uma distribuição normal de frequências, apontaram o GMA como a melhor variável de análise para avaliar a sintomatologia do “complexo de enfezamento” o que concorda com o reportado por Giorda et al. (1987) para doenças virais, no sentido de que tanto severidade como incidência devem ser levadas em consideração na hora de avaliar perdas em produtividade.

Outras inferências que podem ser feitas, dada a correlação negativa entre GMA e o número de plantas por parcela (NP), é a não conveniência de fazer correções pelo número de plantas neste tipo de ambientes, pelo fato levar à superestimação de PG das parcelas que apresentarem um menor NP, como consequência de um alto grau de enfezamento. Apesar de a bibliografia não descrever a morte de plantas como consequência da doença; é possível que no momento da avaliação algumas plantas passem despercebidas pelo avaliador por causa do seu reduzido porte.

Por outro lado, também não foi feita a avaliação de altura de planta e espiga nas duas épocas de plantio no Anhembi, dada a elevada desuniformidade que apresentam as plantas dentro de cada parcela como consequência do enfezamento. Neste caso deveria ser avaliada, como foi feito para a testemunha intercalar, a totalidade das plantas da

parcela (20 plantas) e não cinco ao acaso como regularmente se avaliam, o que torna esta avaliação impraticável em experimentos muito grandes.

As avaliações relativas a arquitetura da planta (altura da planta e espiga), tão importantes na hora de caracterizar populações e acessos de banco de germoplasma com baixo grau de melhoramento (Regitano Neto et al., 1997), foram realizadas no local de Piracicaba. Neste ambiente, com ausência de sintomas da doença, foi possível avaliar os materiais em todo seu potencial, sem interferências de doenças sistêmicas.

A escolha da população base, para fins de seleção, é um aspecto importante no início de um programa de melhoramento. A utilização de compostos de variedades, obtidos pelo inter cruzamentos de variedades geneticamente divergentes, é uma maneira de assegurar uma grande quantidade de variabilidade genética inicial (Eberhard et al., 1967). Porém, a média da população original é um parâmetro que merece atenção por ocasião de seleção entre variedades. Isto porque pode-se iniciar um programa em uma população que apresenta a média a um nível tal, que demandaria vários ciclos de seleção para uma população inferior atingir o mesmo nível (Miranda Filho, 1974).

No que diz respeito à variabilidade e outras propriedades da população, é importante salientar que estas são predeterminadas durante a escolha da população base (Paterniani & Miranda Filho, 1987)

Nos seis experimentos avaliados, as médias de produção de grãos (PG) observadas no local de Anhembi (de 2130 kg/ha até 3743 kg/ha) foram menores em comparação que aquelas de Piracicaba (de 4413 kg/ha até 5702 kg/ha), enquanto que os coeficientes de variação experimental foram substancialmente maiores (de 19,1% até 34,5 % no Anhembi e de 15,5% até 20,1% em Piracicaba). A região de Anhembi apresenta características de solo pouco favoráveis para a cultura de milho, além de condições altamente heterogêneas, devido principalmente a uma alta ocorrência de doenças. Apesar da baixa precisão experimental que caracteriza este tipo de ambientes, a elevada ocorrência dos patógenos associados ao complexo de enfezamento o transformam em um ambiente altamente útil para a seleção de materiais resistentes.

Apesar de ter-se associado à “safrinha” como o período de alta ocorrência de enfezamento, os resultados apresentados neste trabalho demonstram que ainda na época considerada de plantio normal, em se tratando de áreas de plantio contínuo de milho, podem-se registrar grandes perdas na produtividade em decorrência dos efeitos da doença. É possível que o cultivo de “safrinha” favoreça um ambiente adequado para a sobrevivência e manutenção de grandes quantidades de insetos vetores durante o ano todo, influenciando a ocorrência de enfezamento além deste período. Tal fato foi comprovado por Oliveira et al (1995).

Devido à baixa resistência e produtividade detectada nas populações exóticas em comparação com os compostos adaptados (Conjunto 1), e apesar de ter-se detectado algumas delas com melhor comportamento, não se considera conveniente a incorporação direta das primeiras nos compostos G3 (GN-03) e G4 (GN-04), sobretudo para serem utilizados em ambientes onde o complexo de enfezamento seja uma forte limitação da produtividade, como no caso das condições detectadas no presente trabalho para o local de Anhembi.

Os compostos mencionados, ambos em processo de melhoramento no Departamento de Genética da ESALQ-USP (Nass & Miranda Filho, 1997), se constituem, assim, em fontes importantes de germoplasma para a seleção de materiais resistentes e de boa produtividade. A elevada suscetibilidade da maioria das populações exóticas avaliadas pode-se explicar pelo fato da elevada proporção de germoplasma temperado que a maioria de elas contem. As linhagens B73 e Mo17 que intervieram na maioria das populações exótica foram descritas por Brewbaker et al (1991) como altamente suscetíveis a enfezamento.

Estes resultados concordam com o publicado por Kim & Hallauer (1989), segundo os quais a inadequada resistência dos materiais com germoplasma temperado a vários vírus e doenças foliares, tem complicado a utilização destes últimos em ambientes tropicais. Neste sentido, Miranda Filho (1996) sugeriu que um dos fatores que contribuíram para uma rápida difusão das doenças no Brasil foi a intensificação por parte

das empresas privadas da introgressão de germoplasma temperado com o intuito de elevar o nível de produtividade dos híbridos locais.

A utilização de algumas das populações exóticas, como no caso de E13 (Rep. Dom. 269 x B73), E4 (BS-29), E1 (Guadalupe 5 x MO17) e E12 (Cuba 110 x MO17), as quais apresentaram uma maior capacidade geral de combinação (CGC) para PG e a maior resistência a GMA, poderia resultar mais promissora em programas de mais longo prazo.

Com exceção de BS-29, a qual é, segundo Hallauer ¹, uma população sintética selecionada por precocidade em condições temperadas a partir de germoplasma tropical (Suwan), as populações exóticas anteriormente mencionadas provêm de cruzamentos de germoplasma temperado por tropical, pelo que é esperada uma alta variabilidade intrapopulacional e, portanto, elevados progressos por seleção. Segundo Brown (1953), Wellhausen (1965) e Lonnquist (1974) o processo de adaptação de germoplasma exótico requer programas de longo prazo que envolvam seleção cíclica e recombinação. Hallauer (1978) sugere o uso de populações com vários anos de intercruzamento com baixa intensidade de seleção, dado que é necessário tempo e dedicação para misturar os segmentos cromossômicos exóticos e adaptados.

Já no local de Piracicaba, as diferenças detectadas para altura da planta (AP) entre as populações exóticas avaliadas, tanto em seus efeitos “per se” (efeito v_i) como para os de heterose varietal (h_i), são explicadas pelas diferentes proporções de germoplasma tropical e temperado que os compõem. Segundo Paterniani, (1990), os cultivares tropicais geralmente apresentam plantas de elevada altura, com espigas localizadas no terço superior das mesmas, características que contribuem a um aumento da sensibilidade ao acamamento (Miranda Filho, 1985), enquanto que as linhagens B73 e Mo17 apresentam uma arquitetura mais de acordo aos padrões modernos. Portanto, e visando a redução da AP nos compostos adaptados (GN-03 e GN-04) poderia ser interessante a incorporação das populações exóticas E2 (BS-28) e E4 (BS-29), as quais apresentaram um

¹ Hallauer, A. Comunicação Pessoal, 1999.

menor porte da planta e uma das melhores CGC para PG. Regitano Neto et al. (1997), numa avaliação de germoplasma exótico de origem temperada e temperada x tropical, demonstraram a importância deste tipo de materiais para fins de reduzir a altura das plantas de populações tropicais até padrões mais modernos.

Apesar das grandes diferenças na PG observada entre ambos os grupos de progenitores, foi detectado um valor de heterose média considerado médio para este caráter (713 kg/ha ou 16% acima da média dos pais). Estimativa um pouco abaixo do valor médio de heterose (19,5%) observada em 1279 cruzamentos relatado por Hallauer & Miranda Filho (1988). Este comportamento pode ser explicado pelo sugerido por Moll et al. (1965), no sentido do que as diferenças genéticas entre populações extremamente divergentes podem limitar a expressão da heterose.

A população E13 (Rep. Dom. 269 x B73), apresentou a maior produtividade “per se” (maior estimativa de v_i) e o valor mais negativo para a estimativa da heterose varietal (menor h_i). Este resultado permite concluir que o E13 tem uma estrutura genética tal que a maioria de seus genes dominantes se apresentam em frequências não muito diferentes das frequências gênicas médias apresentadas pelos compostos G3 (GN-03) e G4 (GN-04), que participam do Grupo 2 (Miranda Filho & Vencovsky, 1984).

Apesar das diferenças detectadas na CGC do Grupo I, o cruzamento de maior produtividade (E1 x GN-03) comparado com o melhor pai do Grupo 2 (GN-03), teve uma produtividade 3,8% menor. Portanto não se prevê a realização de compostos em que participem, em partes iguais, ambos os grupos de germoplasma. Estes resultados concordam com os reportados por Regitano Neto (1998) no sentido de que altas doses (50% ou mais) de germoplasma não adaptado pode comprometer a utilização a curto prazo das populações semi-exóticas sintetizadas. Santos et al (1998) para o caráter PG, estimaram em 6,25% e 12% às melhores proporções de genes exóticos a serem incorporados em duas variedades adaptadas.

Com respeito aos materiais dos conjuntos 2 e 3, destaca-se a efetividade na caracterização das populações melhoradas e os acessos de banco (projeto NAP-Milho) devido a que, neste trabalho, pode-se detectar uma considerável resistência nos mesmos,

a qual foi superior, em média, à apresentada pelas populações derivadas de híbridos comerciais. No entanto, foi possível selecionar, alguns materiais de maior resistência: P1 (CMS14C), P8 (PMI 9301) e P4 (Pasco 014) entre as populações melhoradas; A2 (Rep. Dom.G10) e A8 (SE-032) entre os acessos precoces e A16 (BA-159) e A12 (BA-032) entre os acessos tardios.

Nos seis experimentos avaliados, a discriminação dos materiais com maior resistência (menor GMA), esteve só baseada nas estimativas de v_i , devido à ausência de significância estatística para a componente de heterose varietal (estimativa h_i), o que ressalta a importância da avaliação “per se” dos materiais.

Em se tratando de materiais de origem diverso, avaliados em duas épocas com condições de elevada pressão da doença, poderia se generalizar que o sucesso na procura de fontes de resistência a enfezamento estaria assegurado somente com materiais que apresentem boa resistência média.

Também para a variável GMA e apesar de ter-se detectado diferenças no comportamento “per se” dos materiais, é interessante ressaltar a quase total ausência de interações com o ambiente em todos os experimentos. Segundo Vanderplank (1963, 1968) a resistência pode ser de dois tipos: vertical ou raça específica e horizontal ou raça não específica. A primeira se caracteriza pela presença de interações entre os genótipos dos patógenos e os genótipos do hospedeiro e a segunda pela ausência de tais interações. Poderia-se então inferir que a seleção prévia dos materiais em vários ambientes (Projeto-NAP Milho) contribuiu para que os mesmos apresentem uma resistência do tipo horizontal. No entanto, como se desconhece o grau de variabilidade temporal (entre as duas épocas de plantio no local de Anhembi) dos patógenos e sua ação associados ao complexo de enfezamento, a primeira hipótese não poderia ser confirmada.

Devido aos problemas na sua caracterização, a bibliografia é escassa no que se refere a trabalhos de genética da resistência ao complexo de enfezamento, mais ainda em se tratando do estudo das interações com o ambiente. Dudienas et al, (1997) ao caracterizar híbridos comerciais constataram que o “ranking” de resistência dos mesmos

variava dependendo do ambiente em que eram avaliados, o que sugere a presença de variabilidade nos patógenos.

Os elevados valores de heterose média observados tanto para GMA como para PG nos experimentos que envolveram acessos de banco e populações cruzadas com populações derivadas de híbridos comerciais (no Exp2 os cruzamentos foram 36% mais resistentes e 47% mais produtivos que a média dos progenitores e no Exp3 essa superioridade foi de 26% e 46%), infere-se que são consequência de uma elevada divergência genética entre ambos os grupos de materiais (Hallauer & Miranda, 1988). Para cruzamentos entre variedades de polinização livre, no que diz respeito à produtividade de grãos, as estimativas de heterose em relação à média dos pais variam desde 2.6% (Paterniani, 1970) até 72% (Troyer & Hallauer, 1968). Belluci (1994) em cruzamentos que envolveram gerações F_2 de híbridos comerciais obteve estimativas de heterose média variando de 28% até 36 %.

No entanto, devido a estreita base genética que caracteriza às populações derivadas de híbridos comerciais, estes elevados valores de heterose poderiam ser também consequência de uma maior endogamia que a esperada no equilíbrio. Segundo Falconer & Mackay (1996), o fato que a heterose esperada numa geração F_2 seja a metade da detectada na F_1 , só é válida na ausência de epistase e no suposto de que o equilíbrio Hardy- Weinberg seja atingido numa geração de intercruzamento, o que não acontece para caracteres determinados por vários genes.

Para ter uma idéia da magnitude da redução nas médias depois de um ciclo de intercruzamento, é possível comparar as médias de PG apresentadas pelas testemunhas comerciais (híbridos Pioneer 3041 e XI-510) e as populações geradas a partir do cruzamento intrapopulacional (aproxima a uma F_2) desses mesmos híbridos (populações H4 e H5). Nessa comparação (ver Tabelas de médias para Exp2 e Exp3) se observa uma diminuição da PG das populações derivadas de híbridos com respeito aos híbridos, de 69% e 41,5% nos experimentos 2 e 3, no local de Anhembi, enquanto que para Piracicaba, nos mesmos experimentos, essa redução foi de 21,1% e 18% respectivamente. As estimativas reportadas de redução na PG, em se tratando de populações de base genética estreita,

geralmente híbridos comerciais, depois de uma autofecundação ou intercruzamento, variam numa amplitude considerável: 24% (Martin & Hallauer, 1976), 28% (Belluci, 1994) e 44,6% (Meirelles et al., 1998).

No que diz respeito às maiores reduções percentuais observadas para o local de Anhembi poderiam ser consequência dos efeitos da diminuição do vigor das gerações (de F_1 para F_2) no incremento da severidade de sintomas da doença, o que diminuiria a PG das populações utilizada como testadores, explicando em parte, as maiores estimativas de heterose média observadas nos cruzamentos intergrupos avaliados naquele local. De fato, Miranda Filho (1999) atribui que parte da heterose total observada é mera recuperação do efeito depressivo causado pela endogamia dos pais.

Finnley et al. (1981) ressalta a influência do vigor híbrido no grau de expressão dos sintomas em doenças como o enfezamento. O vigor, segundo este autor, refere-se ao nível de endogamia dos materiais e não especificamente ao caráter “resistência”. Plantas com menor endogamia e, portanto, com maior vigor, tendem a apresentar uma marcada diminuição dos sintomas, o que interfere na avaliação dos experimentos que têm por objetivo estimar a herança da resistência. Esta “tolerância” à doença dos materiais com maior grau de heterose tem sido reportada em estudos com outras doenças de natureza viral e ação sistêmica nas plantas (Gordon et al, 1985; Sanguinetti et al., 1984; Basso & Presello, 1996). O baixo desempenho de algumas das populações derivadas de híbridos em condições de alta pressão de enfezamento, reafirma a importância na procura de fontes de resistência que não necessariamente se baseiem no maior vigor apresentado pelas gerações F_1 , mas também em uma alta frequência de genes de resistência.

Os cruzamentos interpopulacionais selecionados por sua heterose específica para PG poderiam ser usados diretamente para produção de grãos e/ou utilizar suas populações parentais como fonte de linhagens para a obtenção de híbridos. O comportamento de um híbrido intervarietal representa o comportamento médio de todos os possíveis híbridos simples provenientes de cruzamentos entre linhagens das duas variedades parentais, já que os genes das linhagens que gerarão os híbridos simples são funções das frequências gênicas destes genes nas variedades de onde foram obtidas

(Souza Junior, 1981). A síntese de compostos a partir destes cruzamentos é outra via para aproveitar a heterose registrada, devido ao fato que para duas variedades, é esperado que a metade da heterose registrada seja retida no composto em equilíbrio (Miranda Filho & Vencovsky, 1984).

Resulta de especial importância o acesso A17 (**Maya 16**), devido a que o mesmo apresentou as maiores estimativas de CGC para PG nos dois experimentos em que foi avaliado (Exp3, Exp5), tanto para as duas épocas de plantio no local de Anhembi como para o local de Piracicaba, pelo que se infere que é um material adaptado a condições de elevada ocorrência do complexo de enfezamento mas também com excelente aptidão para condições livres da doença. O cruzamento entre este último acesso com a população H4 (**P-3041**) selecionado pela sua heterose específica, apresentou a maior média de PG nas duas épocas de plantio no local de Anhembi e também em Piracicaba, superando a todas as testemunhas comerciais utilizadas em cada um dos experimentos (Ver Tabelas de médias para os Exp1 até Exp6).

Dentre do grupo das populações melhoradas (Exp2), as populações P1 (**CMS 14C**) e P6 (**GI045**), devido a sua maior CGC para PG e bom comportamento para GMA, constituem também boas fontes de germoplasma para serem utilizadas em ambas as condições, especialmente em cruzamentos em que participem os híbridos H3 (**Master**) e H4 (**P-3041**).

A partir dos resultados anteriores pode-se concluir que é possível combinar numa população uma considerável resistência ao enfezamento, sem que aquele ganho necessariamente implique perdas na PG em ambientes livres da doença, o que concorda com o reportado por Pandey & Gardner (1992). Segundo estes autores, depois de quatro ciclos de seleção para resistência a enfezamento e “downy mildew” na América Central, foi incrementada a PG das populações sob seleção, tanto para condições de alta ocorrência como naquelas livres das doenças.

Os valores de heterose média para o caracter altura da planta detectados nos seis experimentos variaram de 1,6% no Exp2 até 4,3% no Exp3, em uma faixa de magnitude similar ao relatado por Miranda Filho & Vencovsky (1984), que trabalhando com

populações brasileiras de diferente altura de plantas, obtiveram uma heterose média de 3% acima da média dos pais para este caráter. A presença destes efeitos não aditivos na determinação do caráter altura de planta concorda com o sugerido por diversos autores no sentido que o mesmo apresenta um certo grau de dominância parcial o que corrobora as baixas heteroses apresentadas (Hallauer & Miranda Filho, 1988). Segundo Miranda Filho (1992) os efeitos não aditivos são menos importantes na determinação deste caráter, portanto, a heterose resultante seria de pequena magnitude.

As médias de altura da planta dos materiais dos experimentos Exp4 e Exp6, onde foram avaliadas populações e acessos tardios e seus “top-crosses” respectivos, superaram amplamente a altura das testemunhas comerciais e foram estimadas como muito elevadas nos compostos preditos a partir destas fontes de germoplasma. A utilização dos mesmos requereria esforços adicionais de seleção no sentido de diminuir a expressão deste caráter. As baixas heteroses detectadas para AP constituem um fato importante do ponto de vista do melhoramento devido a que seria possível utilizar a heterose intervartietal observada para PG sem aumentar significativamente a altura de planta com respeito à média dos pais (Miranda Filho & Vencovsky, 1984).

Na estimação de médias de compostos (Tabelas 41, 42 e 43) observou-se um ganho entre os compostos selecionados e os compostos amplos (onde são incluídos todos os materiais de cada experimento) de 14%, 18,7% e 27,4% para os compostos selecionados nos experimentos 3, 4, 5 no local de Anhembi e de 10,6%, 9,1% e 37,7% para os mesmos experimentos no local de Piracicaba, respectivamente. Devido à correlação negativa entre PG e GMA, também foram observados ganhos (<GMA) para esta última variável, e uma ligeira tendência a aumentar a AP nos compostos mais produtivos.

No local de Anhembi e ainda em se tratando de materiais caracterizados em dois ambientes, os progressos observados não discordaram em muito daqueles obtidos no local de Piracicaba. Devido a que o progresso por seleção é inversamente proporcional à magnitude da variação devida a fatores do ambiente (Paterniani & Miranda Filho, 1987), é possível inferir que, entre outros fatores, os elevados progressos por seleção detectados

no local de Anhembi são consequência, além de outros fatores, da baixa presença de interações genótipo x ambiente para as variáveis PG e GMA, detectadas como não significativas nas análises conjuntas.

O comportamento correlacionado observado entre as variáveis PG e GMA poderia também ser explicado pelo fato da grande influência da heterose para produtividade na manifestação de sintomas da doença e, portanto, do GMA.

Segundo Falconer & Mackay (1996) a magnitude da heterose para um caráter é determinada pela somatória do quadrado das diferenças de frequências gênicas entre os progenitores, e diretamente proporcional à magnitude da dominância na determinação do caráter. Porém, a inclusão da população derivada do híbrido XL-510 como um dos testadores do esquema dialélico parcial, a qual é considerada altamente suscetível a enfezamento, teve como propósito maximizar a diferenças de frequências gênicas para este caráter, com respeito às fontes selecionadas previamente pelo NAP-Milho por sua maior resistência à doença.

A população derivada de XL-510 apresentou neste trabalho a maior suscetibilidade a doença, se comparada com os outros testadores (maior estimativa do efeito v_j para GMA) enquanto que, a maioria das fontes avaliadas se apresentaram como altamente resistentes. No entanto, em nenhum dos experimentos se detectaram efeitos de heterose varietal significativos para XL-510 ou qualquer outro material, que indicassem a presença de algum grau elevado de dominância na determinação do caráter resistência.

Portanto, embora não seja possível descartar a presença de efeitos não aditivos na manifestação do caráter resistência ao enfezamento, avaliado segundo a variável GMA, pode-se inferir que os efeitos aditivos estão presentes numa proporção suficiente como para alentar expectativas num programa de seleção recorrente intrapopulacional.

A predominância de efeitos aditivos para o caráter resistência concorda com a reportada por outros autores. Nelson & Scott (1973), com base nos cruzamentos entre cinco linhagens resistentes e cinco suscetíveis, encontraram significância da capacidade geral de combinação para o caráter resistência. Num trabalho posterior onde foram avaliadas as gerações F1, F2 e os retrocruzamentos derivados de três linhagens

resistentes e uma suscetível, Hooker (1978) reportou ausência de dominância tanto no sentido da resistência como da suscetibilidade, com alta predominância dos efeitos aditivos. No Brasil, Narro León & Miranda Filho (1997) avaliando populações de milho, determinaram que os efeitos aditivos foram de maior importância na determinação do caráter resistência.

No que diz respeito ao caráter altura da planta, avaliado em Piracicaba, registrou-se uma maior proporção da soma de quadrados de populações explicada pelos efeitos varietais nos três experimentos, o que concorda com a literatura no sentido da predominância de efeitos aditivos sobre os não aditivos no controle deste caráter (Gardner et al., 1953; Miranda Filho & Vencovsky, 1984; Hallauer & Miranda Filho, 1988).

Já para o caráter produtividade de grãos, considerando a maior importância relativa do parâmetro heterose nos Experimentos 2 e 3, é razoável aceitar que a dominância ao nível interpopulacional foi mais expressiva como fonte de variação que a dominância intrapopulacional, embora não tenha sido possível discriminar entre componentes aditivos e dominantes a partir dos efeitos de variedades. Assim, infere-se que resultaria altamente promissor a produtividade dos compostos a serem sintetizados a partir da participação de ambos os conjuntos de germoplasma (Exp. 2 e 3) e o germoplasma presente nas populações derivadas de híbridos comerciais.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dos esquemas de cruzamentos utilizados, destaca-se a grande utilidade dos intra grupos ou de “top-cross” (Chaves & Miranda Filho, 1997), onde a partir de uma menor quantidade de tratamentos com respeito a outros esquemas, consegue-se predizer eficientemente o comportamento dos compostos a serem sintetizados. Segundo Belluci (1994), este sistema de cruzamentos pode ser útil quando existe interesse na síntese de compostos envolvendo caracteres onde a capacidade específica de combinação não tem muita importância. A partir da utilização de modelos que permitem estimar a totalidade dos componentes de heterose, como os dialélicos parciais utilizados (Miranda Filho & Geraldi, 1984), observou-se que a heterose específica não teve expressividade na determinação do caráter resistência ao enfezamento enquanto que para PG esteve limitada a alguns experimentos.

No que diz respeito ao estudo da genética da resistência ao complexo de enfezamento, e como acontece com outras doenças de natureza semelhante, ainda faltam estudos para seu esclarecimento completo. Além dos problemas na caracterização da resistência, comentados no transcurso deste trabalho, resulta de especial importância a quantificação dos efeitos do vigor híbrido na manifestação dos sintomas da doença. Uma pesquisa que envolva médias de gerações (P1, P2, F1, F2, BC1, BC2) poderia esclarecer este fenômeno mais eficientemente que a utilização dos esquemas de cruzamentos dialélicos. Neste estudo, os efeitos do vigor híbrido na expressão de sintomas não afetariam as estimativas dos efeitos aditivos envolvidos na determinação da resistência, porque esta estimativa é igual à diferença entre as gerações de retrocruzamento, as quais são, essencialmente, iguais em vigor. No entanto, as estimativas dos efeitos de

dominância, aditividade x dominância e dominância x dominância que surgem do modelo, não estariam livres do efeitos do vigor (Scott, 1983).

Um outro ponto que se apresenta como um verdadeiro desafio para os melhoristas de plantas é a correta identificação nas fontes de germoplasma não melhoradas ou com baixo grau de melhoramento, de alelos de resistência não presentes nas populações comerciais. Nas espécies alógamas, a maior resistência observada é muitas vezes consequência de frequências gênicas relativas e não da presença de alelos novos e, portanto, não presentes na população comercial. Alguns procedimentos baseados em técnicas convencionais para discernir entre estas situações são discutidos por Soller & Beckmann (1988). No entanto, são as técnicas baseadas em marcadores moleculares as que podem ser utilizadas para caracterizar a estrutura genética dos caracteres de resistência, mapear os alelos de resistência e determinar marcadores específicos para monitorar as subsequentes incorporações. A utilização destes marcadores, já desenvolvidos para outras doenças, se constitui então, no próximo passo para o estudo das doenças semelhantes ao complexo de enfezamento.

Pelos resultados, ficou evidente que foi altamente eficiente a seleção previa de populações melhoradas e acessos de banco de germoplasma para resistência ao complexo de enfezamento, a partir de resultados obtidos de ambientes propícios para a expressão da doença. Conclusões semelhantes também foram relatadas por Ferreira (1999), trabalhando com resistência a *Puccinia polysora* em populações melhoradas previamente selecionadas no projeto NAP Milho.

A partir das diversas origens das populações selecionadas como fontes de resistência ao “complexo de enfezamento” pode-se inferir que este caráter tem uma distribuição ampla no germoplasma do milho tropical, não atribuível a nenhuma região ou tipo de germoplasma em particular. Por outro lado, é bem possível que boa parte dessa resistência provenha de germoplasma liberado oportunamente pelo CIMMYT, como é o caso das populações CMS14C e PMI 9301 selecionadas pela Embrapa e o IAPAR respectivamente. E também provável que a resistência a enfezamento presente nos compostos GN-03 e GN-04 provenha das populações CMS14C e BR105, no caso do

primeiro e de BR106 no segundo, as quais, entre outras, intervieram como populações originais na formação dos respectivos compostos (Nass & Miranda Filho, 1997). As primeiras foram umas das populações mais resistentes achadas no presente trabalho e a segunda é uma das populações mais resistentes reportadas por Narro León & Miranda Filho (1997).

Para proceder com a síntese dos compostos, recomenda-se utilizar procedimentos que maximizem as condições de panmixia, bem como o monitoramento do grau de homogeneização fenotípica alcançado a cada geração de intercruzamento. Vencovsky & Barriga (1992) propõem um processo em que sementes de cada um dos híbridos interpopulacionais são semeadas como fileiras femininas (despendoadas) intercalando-se fileiras polinizadoras, estas contendo um mistura de sementes de todos os híbridos. Após o intercruzamento, as sementes colhidas de cada fileira feminina são mantidas separadas uma das outras e novamente semeadas para a continuação do processo. A homogeneização estaria alcançada quando as médias dessas fileiras, para um dado caráter, não diferissem mais entre si.

Os compostos sintetizados por sua resistência à doença e produtividade, logo depois do processo de homogeneização fenotípica, deverão ser submetidos a um programa de seleção recorrente visando incrementar a frequência de alelos favoráveis. Devido aos efeitos do vigor híbrido na manifestação de sintomas, recomenda-se a utilização de métodos baseados na avaliação de progênies com maior grau de endogamia (S1 ou S2), o que permitiria diminuir o efeito encobridor do vigor híbrido nas mesmas, como foi sugerido por Findley et al. (1981) e corroborado posteriormente por De León et al. (1984), Aguiluz & Urbina (1992) e Urbina (1997). Além disso, destaca-se a grande importância de contar com ambientes de elevada ocorrência do enfezamento, como aconteceu neste trabalho na localidade de Anhembi (SP). Neste tipo de ambiente o “complexo de enfezamento” limita em forma drástica e uniforme a produtividade dos materiais com baixa frequência de genes de resistência, sendo que somente uma avaliação baseada em produtividade de grãos, seria suficiente para a caracterização e seleção de progênies superiores para ambas as características.

7. CONCLUSÕES

1) Foi determinado para este experimento que a variável “grau médio de ataque” (GMA), que inclui tanto severidade como incidência da doença, é a que melhor permitiu a caracterização da reação dos materiais sob condições de elevada pressão do “complexo de enfezamento”.

2) O uso de duas testemunhas, com comportamento altamente diferencial em relação à resistência ao complexo de enfezamento, possibilito uma adequada caracterização da grande pressão de doença nos experimentos.

3) Apesar do desconhecimento do grau de variabilidade e/ou a importância relativa de cada um dos patógenos envolvidos no complexo de enfezamento, foi possível identificar fontes de resistência estáveis em dois ambientes de alta ocorrência da doença.

4) O conjunto de populações de origem exótica, não constituiu uma fonte direta de genes de resistência para incorporar nos compostos localmente adaptados, sendo que seu uso fica restrito a programas de mais longo prazo onde a presença de enfezamento não se constitua numa forte limitação na produtividade.

5) Das dez populações melhoradas e 22 acessos de banco de germoplasma de diversas origens, previamente selecionados por sua resistência, foi possível identificar os mais promissores para a síntese de compostos com alta resistência ao enfezamento e boa produtividade de grãos.

6) Devido ao fato de apresentar características mais de acordo com os padrões atuais do melhoramento, as populações adaptadas representaram uma fonte mais direta para a obtenção de compostos resistentes em comparação com os acessos de banco de Germoplasma.

7) A alta expressão da heterose para produção de grãos nos cruzamentos entre populações e acessos de banco de diversas instituições públicas, e as populações derivadas de híbridos comerciais de companhias privadas, pode se aproveitada em compostos em que participem ambas as fontes de germoplasma.

8) A baixa expressão da heterose como fonte de variação para a variável GMA leva à conclusão que na manifestação do caráter “resistência ao complexo de enfezamento” os efeitos gênicos não aditivos tem pouca importância relativa, o que pode refletir em maior eficiência na condução de programas de seleção recorrente intrapopulacional.

9) Devido à alta correlação registrada para as variáveis “resistência” e “produtividade de grãos”, só avaliações baseadas nesta última variável, em ambientes com condições epidemiológicas adequadas para uma elevada ocorrência do “complexo de enfezamento”, bastariam para identificar progênies promissoras para ambas as características.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILUZ A.; URBINA R. Evaluación de ciclos de selección para resistência al achaparramiento en la Poblacion 73. In: **Síntesis de Resultados Experimentales**. 1991. **Programa Regional de maíz para México Central y el Caribe**. Guatemala. 1992. p. 59-65.

BALMER E. Doenças do milho. In: GALLI, F. (Ed.) **Manual de Fitopatología: Doenças das Plantas Cultivadas**. São Paulo: Agronômica Ceres Ltda. 1980. p. 371-391.

BALMER, E. Doenças do milho. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G. P. (Ed.) **Melhoramento e Produção do Milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. Cap. 14. p. 597-634.

BASSO, C. M.; PRESELLO, D. Caracterización de fuentes de resistencia a Mal de Rio IV en condiciones de infestación natural. In: **XVI Reunión Latinoamericana de Maiceros**. CIMMYT. Cochabamba, Bolivia. 1996. Resumos. p. 235-241.

BELLUCI, A. A. Avaliação de populações derivadas de híbridos de milho (*Zea mays* L.) em cruzamentos dialélicos e "Top-crosses". Piracicaba, 1994. 131 pag. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

BOS, L. Assessment of crop losses caused by viruses. In: **FAO, Crop Loss Assessment Methods**. Suppl. 3. 1981. p. 79-84.

BRADFUTE, O E.; ROBERTSON, D. C. Identification of the Mississippi corn stunt agent by electron microscopy. **Proc. American Phytopathological Society**. 1: 35-36. 1974.

BREWBAKER, J. L.; KIM, S. K.; LOGRONO, M. L. Resistance of tropical maize inbreds to major virus and virus-like diseases. **Maydica** 36: 257-265. 1991.

BROWN, W. L. Sources of germplasm for hybrid corn. In: **Ann. Hybrid Corn Ind. Res. Conf. Proc.** 1953. 8: 11-16.

CARVALHO, H. W. L.; MIRANDA FILHO, J. B.; CHAVEZ, L. J. Critérios para a seleção entre compostos com base nos métodos de predição. **Rel. Cient. Inst. de Genética**, ESALQ-USP, Piracicaba (SP). 13: 83-94 (42). 1979.

CASTRO, V.; RIVERA, C.; ISARD, S. A.; GAMEZ, R.; FLETCHER, J.; IRWIN, M. E. The influence of weather and microclimates on *Dalbulus maidis* (Homoptera: Cicadellidae) flight activity and the incidence of diseases within maize and bean monocultures and bicultures in tropical America. **Ann. Appl. Biol.** 121: 469-482. 1992.

CHAVES, L.J.; MIRANDA FILHO, J.B. Predicting variety composite means without diallel crossing. **Revista Brasileira de Genética**. 20: 501-506. 1997.

COSTA, A. S.; KITAJIMA, E. W.; ARRUDA, S. C. Moléstias de vírus e micoplasmas do milho em São Paulo. **Rev. Soc. Bras. de Fitopatologia**. Vol. 4 Nro. 4. 1971.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Ed. Imprensa Universitária. Viçosa, UFV. 390 p. 1994.

DAVIS, R. E. Occurrence of spiroplasma in corn stunt – infected plants in Mexico. **Plant Disease Report**, Saint Paul. 57: 333-337. 1973.

DAVIS, R. E.; TSAI, J. H.; MC COY, R. E. Isolation of the corn stunt spiroplasma from maize in Florida. **Plant Disease**, Saint Paul. 68: 600-604. 1984.

DE LEON, C. Mejoramiento de poblaciones de maíz para resistencia al achaparramiento y al mildiu. **XXVII Reunión anual del PCCMCA**, Santo Domingo, República Dominicana. 1981.

DE LEON, C.; PINEDA, L.; RODRIGUES, L.. Resistencia genética: una alternativa contra el achaparramiento del maíz. **XXX Reunión anual del PCCMCA**. Managua, Nicaragua. 1984.

DOWSWELL R. D.; PALIWAL R. L.; CANTRELL R. P. **Maize in the Third World**. WESTVIEW (Ed.). 1996. 267 p.

DUDIENAS, C.; DUARTE, A. P.; ZAGATO, A.; PATERNIANI, M. E. Severidade de doenças no milho “Safrinha” no estado de São Paulo em 1996. In: **Anais do IV Seminário sobre a cultura do milho “safrinha”**. Assis (SP) Brasil. Fevereiro de 1997. 206 pag.

EBERHART, S. A.; HARRISON, M. N.; OGADA, F. A comprehensive breeding system. **Zuchter**. 37: 169-74. 1967.

FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. C. **Introduction to Quantitative Genetics**. Inglaterra: (Ed) Logman. 1996. 464 pag.

FERREIRA, J. M. Análise genética e síntese de populações visando resistência à ferrugem (*Puccinia polysora* U) em milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, 1999. 230 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”- Universidade de São Paulo.

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

GAMEZ R. Maize “rayado fino” disease: the virus-host-vector interactions in neotropical environments. In: **Proceedings of the International Maize Virus Disease Colloquium and Workshop**. Ohio. E. U. Gordon, Ed.: Knoke, Nault and Ritter 1983.p 62-68.

GARDNER, C. O. Simplified methods for estimating constants and computing sums of squares for a diallel cross analysis. **Fitotecnia Latinoamericana**. 4: 1 - 12. 1967.

GARDNER, C. O.; HARVEY, P. H.; COMSTOCK, R. E.; ROBINSON, H. F. Dominance of genes controlling quantitative characters in maize. **Agron. J.** 45: 186-91. 1953.

GARDNER, C. O.; EBERHART, S. A. Analysis and interpretation of the variety cross diallel and the related populations. **Biometrics**. 22: 439-452. 1966.

GASSEN, O. N. **Manejo de pragas associadas á cultura do milho**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. 134 p.

GERALDI, I. O ; MIRANDA FILHO, J. B. Adapted models for the analysis of combining ability of varieties in partial diallel crosses. **Revista Brasileira de Genética**. 11, 2: 419-430. 1988.

GIORDA, L. M.; TOLER, R. W.; JEGER, M. J. Multiple regression analysis of the relationship among components of resistance in sorghum genotypes with different reactions to MDMV-A. **Phytopathology**. 77 (12): 1731. 1987.

GORDON, D. T.; NAULT L. R.; GORDON, N. H.; HEADY, S. E. Serological detection of corn stunt espiroplasma and maize "rayado fino" virus in field collected *Dalbulus* sp. from Mexico. **Annual Review of Phytopathology** 23: 391-426. 1985.

GREGORY, L. V.; AYERS, J. E. Influence of planting date on yield reduction due to maize dwarf mosaic virus in sweet corn. **Phytopathology** 72 (2): 257-260. 1982.

GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian J. Biol. Sci.** 9: 463-93. 1956.

GROGAN, C. O.; ROSENKRANZ, E. E. Genetic of host reaction to corn stunt virus. **Crop Science** 8: 251- 254. 1968.

HALLAUER, A. R. Potential of exotic germplasm for maize improvement. In: **Maize Breeding and Genetics**. Ed: D. B. Walden. 794 pag. 1978.

HALLAUER, A. R.; MIRANDA FILHO, J. B. **Quantitative genetics in maize breeding**. Iowa: Iowa State University Press, 468 p. Second Edition. 1988.

HARRISON, N. A.; RICHARDSON, P. A.; TSAI, J. H. PCR assay for detection of the phytoplasma associated with maize bushy stunt disease. **Plant Disease**. 80, 3: 263-269. 1996.

HOOKE, A. L. Genetics of disease resistance in maize. In: D. B. Walden (Ed.) **Maize Breeding and Genetics**. New York: Wiley-Interscience, 1978. cap. 21, p. 319-332.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS: Tecnologia IAC para o milho "Safrinha": Recomendações básicas. **Boletim de informações IAC**. 1998.

JOSEPHSON, L. M.; NAIDU, B. Reaction in diallel crosses of corn inbreds to maize dwarf mosaic virus. **Crop Science**. 11: 664-667. 1971.

KIM, S. K.; HALLAUER, A. R. Agronomic traits of tropical and sub-tropical inbreds in Iowa. **Plant Varieties and Seeds** 2: 85 - 91. 1989.

KITAJIMA, E. W.; COSTA, A. S. Disease of maize caused by viruses and micoplasma-like organisms in Brazil". In: **Proceedings of the International Maize Virus Disease Colloquium and Workshop**. Ohio: E. U. Gordon, Knoke, Nault and Ritter Ed. 1983. p. 100-102.

KITASHIMA, E. W.; NAZARENO, N. R. X. Levantamento de vírus e mollicutes do milho, no Estado de Paraná. **Fitopatologia Brasileira**. 10: 613-625. 1985.

KNOKE J. K. Control: The use of pesticides for vector management. In: **Proceedings of the International Maize Virus Disease Colloquium and Workshop**. Ohio: E. U.. Ed: Williams, L. E.; Gordon D. T.; Nault L. R. 1976. p. 116-122.

LASTRA, R. J. Maize mosaic and other maize virus and virus like diseases in Venezuela. In: **Proc. International Maize Virus Disease Colloquium and Workshop**. Ed. Williams, L. E.; Gordon, L. E.; Nault, L. R. Ohio, Agricultural Research and Development Center. p. 30-39. 1976.

LENARDON, S. L.; CONCI, L. R.; GOMEZ, G. G.; NOME, C.; GONZALEZ, M. NOME, S. F. Fitoplasma asociado al enrojecimiento del maiz. In: **VI Congreso Nacional del Maiz**. AIANBA (Ed.). Pergamino, Argentina. p. 10-13. 1997.

LONNQUIST, J. H. Considerations and experience with recombination of exotic and Corn Belt maize Germplasm. **Annual Corn and Sorghum Ind. Res. Conf. Proc** 29: 102 - 117. 1974.

MARTIN, J. M.; HALLAUER, A. R. Relation between heterozygosis and yield for four types of maize inbred lines. **Egyptian Journal of Genetics and Cytology**, Alexandria, 5: 119-135. 1976.

MARTINEZ LOPEZ, G. New maize virus diseases in Colombia. In: **Proc. International Maize Virus Disease Colloquium and Workshop**. Ed. Williams, L. E.; Gordon, L. E.; Nault, L. R. Ohio, Agricultural Research and Development Center. p. 20-29. 1976.

MASSOLA, N. S (Jr); BEDENDO, I. P.; AMORIN, L.; LOPES J. R. S. Danos provocados pelo complexo de enfezamento na cultura de milho. In: **Anais do IV Seminário sobre a cultura do milho "safrinha"**. Assis (SP) Brasil. Fevereiro de 1997. 206 pag.

MATHER, K; JINKS, J. L. **Biometrical Genetics: study of continuous variations**. Cornell Univ. Press, Ithaca. 1971. 382 pag.

MEIRELLES, W. F.; GAMA, E. E. G.; PACHECO C. A. P. et al. Heterose e depressão por endogamia em alguns híbridos comerciais de milho de diferentes origens. In: **XXII Congresso Nacional de Milho e Sorgo**. 6 - 11 de setembro de 1998. **Resumos**. Recife (PE) Brasil, p. 8.

MIRANDA FILHO, J.B. Cruzamentos dialélicos e síntese de compostos de milho com ênfase na produtividade e no porte da planta. Piracicaba, 1974. 116 p. Tese (Doutorado), ESALQ - USP.

MIRANDA FILHO, J.B. Breeding methodologies for tropical maize. In: **Breeding Strategies for Maize Production Improvements in the Tropics**. Itália: Brandolini, A and Salamini, F. eds. Bergamo, Italia. pag. 177. 1985

MIRANDA FILHO, J.B. Exotic germplasm introduced in a Brazilian maize breeding program. **Revista Brasileira de Genética**. 15: 631 - 642. 1992.

MIRANDA FILHO, J. B. Problemas de doenças no milho. Seminário apresentado no INTA -Pergamino, Argentina, Novembro de 1996. 11 p.

MIRANDA FILHO, J. B. Inbreeding Depression and Heterosis. In: J.G.COORS & S. PANDEY (Ed.), **Genetic and Exploitation of Heterosis in Crops**. American Soc. Agronomy, Inc., Madison (Wis.). 1999. 240 pag.

MIRANDA FILHO, J.B.; RISSI, R. Interação de efeitos genéticos com anos em um cruzamento dialélico intervarietal em milho. **Relatório Científico do Instituto de Genética**, Piracicaba, 9: 102-14. 1975.

MIRANDA FILHO, J.B.; GERALDI, I.O. An adapted model for the analysis of partial diallel crosses. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, 7:677-88, 1984.

MIRANDA FILHO, J.B.; CHAVES, L.J. Procedures for selecting composites based on prediction methods. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, 81: 265-71, 1991.

MIRANDA FILHO, J.B.; CHAVES, L.J. Criteria for selecting composites based on prediction methods. **Theoretical and Applied Genetics**. 78: 190-194. 1992.

MIRANDA FILHO, J.B.; VENCOSKY, R. Analysis of diallel crosses among open pollinated varieties of maize (*Zea mays* L.). **Maydica** 29: 217- 234. 1984

MIRANDA FILHO, J.B.; VENCOSKY, R. Analysis of variance with interaction of effects. **Revista Brasileira de Genética**. 18, 1: 129-134. 1995.

NAIDU, B.; JOSEPHSON, L. M. Genetic analysis of resistance to the corn virus disease complex. **Crop Science**. 16: 167-172. 1976.

NARRO LEON, T. P.; MIRANDA FILHO, J. B. Síntese de populações de milho com resistência a doenças viróticas e complexo corn stunt. In: **XXII Congresso Nacional de Milho e Sorgo**. 6 - 11 de setembro de 1998. **Resumos**. Recife (PE) Brasil, p 37.

NASS, L. L.; MIRANDA FILHO, J. B. Avaliação e identificação de padrões heteróticos e síntese de populações no germoplasma de milho. **Pesquisa em andamento nº 7**, p. 1-3. EMBRAPA. 1997.

NAULT, L. R.. Evolutionary relationships between maize leafhoppers and their host plant. In: **The Leafhoppers and Planthoppers**. L. R. Nault and J. G. Rodriguez Ed. Wiley Interscience Publications, N. Y. p. 309-330. 1981.

NAULT, L. R.; BRADFUTE, O. E. Corn stunt: involvement of a complex of leafhoppers-borne pathogens. In: **Leafhoppers Vectors and Plant Disease Agents**. Ed. Maramoresch, K.; Harris, K. F. Academic Press, New York. p. 561-586. 1979.

NELSON, L. R.; SCOTT, C. E. Diallel analysis of resistance of corn (*Zea mays* L.) to Corn Stunt. **Crop Science** 13: 162 - 164. 1973.

OLIVEIRA, E.; WAQUIL, J. M.; FERNANDES, F. T.; PAIVA E.; RESENDE R. O.; ELLIOTE, W.; KITAJIMA, W. Doenças de enfezamento na cultura de milho no Brasil Central - Safra 1994/95. **Fitopatologia Brasileira**. Vol. 20: 287-290. 1995.

OLIVEIRA, E.; WAQUIL, J. M.; PINTO, N. F. J. A. Doenças causadas por patógenos transmitidos por insetos: complexo de enfezamento/mosaico. In: **Anais do IV Seminário sobre a cultura do milho "safrinha"**. Assis (SP) Brasil. Fevereiro de 1997. 206 pag.

OLIVEIRA, E.; WAQUIL, J. M.; FERNANDES, F. T.; PAIVA E.; RESENDE R. O.; ELLIOTE, W.; KITAJIMA, W. "Enfezamento Pálido" e "Enfezamento Vermelho" na Cultura do Milho no Brasil Central. **Fitopatologia Brasileira**. Vol. 23 Nro1: 45-47. 1998.

PANDEY S.; GARDNER, C. O. Recurrent selection for population, variety, and hybrid improvement in tropical maize. **Advances in Agronomy**, vol 48: 1- 87. 1992

PATERNIANI, E. Heterose em cruzamentos intervarietais de milho. **Rel. Cient. Depto de Genética (ESALQ-USP)** 2: 102-108. 1970.

PATERNIANI, E. Maize breeding in the tropics. **Cri. Rev. Plant Science** 9: 125-154. 1990.

PATERNIANI, E.; GOODMAN, M. M. **Races of maize in Brazil and adjacent areas**. Mexico (DF). Ed: CIMMYT. 1977. 95 p.

PATERNIANI, E.; MIRANDA FILHO, J. B. Melhoramento de populações. In: **Melhoramento e produção do milho**. Ed: Paterniani E. & Viegas G. P. Fundação CARGILL. (2da ed.) Vol. I. 373 pag. 1987.

PEREIRA, O. A. P. Situação atual das doenças na cultura do milho no Brasil e estratégias de controle. In: Encontro sobre temas de genética e Melhoramento. XII. Piracicaba, 1995. *Anais*. Depto. De Genética. ESALQ – USP. P. 25-30. 1995.

POLLAK, L. M. Evaluation of Caribbean maize accessions in Puerto Rico. *Tropical Agriculture*, 70: 53 - 65. 1993.

REGITANO NETO, A. Incorporação de germoplasma exótico de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, 1998. 132 p. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. 1998.

REGITANO NETO, A.; NASS, L. L.; MIRANDA FILHO, J. B. Potential of twenty exotic germplasms to improve Brazilian maize architecture. *Revista Brasileira de Genética*. 20, 4: 691-96. 1997.

SALHUANA, W.; JONES, Q.; SEVILLA, R. The Latin American Maize Project: Model for rescue and use of irreplaceable germplasm. *Diversity* 7: 40 - 42, 1991.

SANGUINETTI, A.; DAMILANO, A. L.; VAN BECELAERE, R.; EYHERABIDE, G.H. Modo de herencia del Mal de Río IV en cuatro cruzamientos y sus generaciones en maíz. In: **III Congreso Nacional de Maíz**. AIANBA (Ed.). Pergamino. p. 37-41. 1984.

SANTOS, M. X.; POLLAK, L. M.; PACHECO, C. A. P. et al. Introgressão de diferentes proporções de genes exóticos de milho em duas variedades adaptadas. **XXII Congresso Nacional de Milho e Sorgo**. 6 - 11 de setembro de 1998. Recife (PE) Brasil, *Resumos*. p 19.

SCOTT, G. E. Breeding for and genetics of virus resistance in field corn. In: **Proceedings of the International Maize Virus Disease Colloquium and Workshop**. Ohio: Gordon, Knoke, Nault and Ritter Ed. p. 248-254. 1983

SCOTT, G. E.; ROSENKRANZ, E. E. Effectiveness of recurrent selection for corn stunt resistance in a maize variety. *Crop Science*. 14: 758-760. 1974.

SCOTT, G. E.; ROSENKRANZ, E. E. Frequency of progenies resistant to corn stunt and maize dwarf mosaic in maize populations. *Crop Science*, 15: 233-235. 1975.

SCOTT, G. E.; ROSENKRANZ, E. E. Location of genes conditioning resistance to the corn stunting disease complex in maize. *Crop Science* 17: 923-925. 1977

SCOTT, G. E.; ROSENKRANZ, E. E.; NELSON, L. R. Yield losses of corn due to corn stunt disease complex. *Agronomy Journal*. 69, 1: 92 - 94, 1977.

SILVA, H. P. Controle do complexo “enfezamento do milho” através do uso de inseticidas. **Fitopatologia Brasileira** 19: 408, 1993.

SILVA, P. H.; MUÑOZ, J. L. Selection methodology for resistance to *Dalbulus maidis* and fine stripe virus disease in maize in Perú. In: **Insect Resistant Maize: Recent Advances and Utilization**. Proceedings of an International Symposium. Ed CIMMYT. Decembro. 1994.

SOLLER, M.; BECKMANN, J. S. Genomic genetics and the utilization for breeding purposes of genetic variation between populations. In: **Proceedings of the Second International Conference on Quantitative Genetics**. Sunderland, Massachusetts (EUA). Sianauer Associatés Inc. 1988. 161-168.

SOUZA Jr. De. Análise de cruzamentos dialélicos e predição de compostos de milho braquítico. Piracicaba (SP) Brasil. 1981. Dissertação (Mestrado). ESALQ-USP .101 pag.

SPRAGUE, G. F.; TATUM, L.A. General versus specific combining ability in single crosses of corn. **J. Am. Soc. Agron.** 34:923-32. 1942

STEEL, C.W.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics**. New York: Mc Graw Hill Book, 1960. 417 p.

TROYER, A. F.; HALLAUER, A. R. Analysis of a diallel set of maize. **Crop Science**. 8: 581-584. 1968.

URBINA R. Incidencia y efectos del achaparramiento en la producción de maíz en Nicaragua. CNIGB – MIDINRA. **Separata**. 1991. p. 25.

URBINA R. Improving two tropical maize populations for resistance to stunt complex. In: Insect Resistance Maize: Recent Advances and Utilization. In: **Proceedings of an International Symposium held at CIMMYT**. John Mihm Ed. 1997. p. 139-142.

VANDERPLANK, J. E. **Plant diseases: epidemics and control**. Academic Press. New York and London. 1963. 349 p.

VANDERPLANK, J. E. **Disease resistance in plants**. Academic Press. New York and London. 1968. 206 p.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496 p.

VENCOVSKY, R.; MIRANDA FILHO, J. B. Determinação do número de possíveis compostos e pares de compostos. **Relatório Científico do Instituto de Genética. ESALQ - USP.** 6: 120-123.1972.

WAQUIL, J. M.; F. T. FERNANDEZ. Flutuação populacional da cigarrinha do milho, *Dalbulus maidys*, no CNPMS. In: **Congresso Nacional de Milho e Sorgo**, 1996. Porto Alegre, RS, 1992. pag 68.

WELLHAUSEN, E. J. Exotic germplasm for improvement of Corn Belt maize. **Annu. Corn and Sorghum Ind. Res. Conf. Proc** 20: 31 - 41. 1965.

WRIGHT, S. Systems of mating. I. The biometric relation between parent and offspring. **Genetics.** 6: 111-23. 1921.

TABELAS

Tabela 10: Coeficientes de correlação fenotípica e significâncias estatísticas obtidos entre as variáveis grau médio de ataque (GMA), número de plantas por parcela (NP), percentagem de plantas com sintomas na parcela (%I), produtividade de grãos (PG), número de espigas por parcela (NE), altura de planta (AP) e altura de espiga (AE), a partir da avaliação da testemunha intercalar no local de Anhembi (Safrinha).

	GMA	NP	%I	PG	NE	AP	AE
GMA	1						
NP	-0,109 *	1					
%I	0,598**	-0,057ns	1				
PG	-0,513**	0,134ns	-0,394 **	1			
NE	-0,479**	0,370 **	-0,117 *	0,337**	1		
AP	-0,319**	0,078ns	-0,071ns	0,172 *	0,309**	1	
AE	-0,162 *	0,045ns	-0,132ns	0,191 *	0,210 *	0,815 **	1

* significativo ($p<0,05$)

** altamente significativo ($p<0,01$)

Tabela 11: Valores e significância estatística para o teste “t”, de assimetria e curtose; coeficiente de variação (CV%) e média das variáveis GMA e %I; ordenada ao origem (a), pendente da reta (b) e desvio standar de b (s), obtidos na correlação lineal entre GMA e %I com respeito a PG, obtidos da avaliação da testemunha intercalar.

Variáveis	assimetria	curtose	CV%	média	a	b	s
GMA	0,056 ns	-0,136 ns	27,4	2,485	1898	-375,3	58,8
%I	-1,987 **	4,864 **	19,2	91,4	2636	-18,06	3,64

* significativo ($p<0,05$)

** altamente significativo ($p<0,01$)

Tabela 12 : Médias de grau médio de ataque (GMA) e produtividade de grãos (PG, kg/ha) de duas épocas de plantio em Anhembi (quatro repetições por época), e médias de quatro repetições de altura de planta (AP, cm), PG, % de acamamento/ quebramento (%AQ), altura da espiga (AE, cm) em Piracicaba, dos materiais do Exp. 1.

MATERIAL	Anhembi			Piracicaba		
	GMA	PG	AP	PG	%AQ	AE
E1	2,191	1290	202	3247	11	120
E2	1,882	1314	168	2720	12	73
E3	3,121	965	169	1288	8	90
E4	2,342	1422	193	4310	11	107
E5	3,044	366	218	2082	6	137
E6	2,930	569	218	3003	4	125
E7	2,605	630	184	2242	7	105
E8	3,967	856	157	1046	13	86
E9	3,226	830	217	2340	6	125
E10	3,152	471	170	1468	15	82
E11	3,144	484	211	2771	8	125
E12	2,094	1094	233	3535	3	150
E13	1,331	2104	219	5086	5	128
G3	0,722	4496	219	6229	2	134
G4	0,727	3575	217	5841	3	132
E1 x G3	0,988	3330	213	5988	8	135
E2 x G3	1,368	3005	195	4671	7	114
E3 x G3	1,424	2056	223	5158	8	141
E4 x G3	1,106	3229	205	5524	5	117
E5 x G3	1,613	2033	226	4765	9	138
E6 x G3	1,130	2589	221	5484	9	134
E7 x G3	1,365	2340	212	5427	2	132
E8 x G3	1,860	1632	196	5166	7	117
E9 x G3	1,482	2569	230	5376	9	138
E10 x G3	1,465	1854	191	4210	10	108
E11 x G3	1,543	2543	209	4314	7	118
E12 x G3	0,945	3436	238	5889	0	141
E13 x G3	1,038	2773	231	5247	5	142
E1 x G4	1,097	2967	216	5185	0	132
E2 x G4	1,040	2554	199	4676	2	101
E3 x G4	1,438	2049	220	5131	8	128
E4 x G4	1,260	3219	192	5316	8	108
E5 x G4	1,636	1569	229	4928	3	139
E6 x G4	1,530	2500	223	4736	9	131
E7 x G4	1,220	2679	213	4849	11	129
E8 x G4	2,040	1410	206	4613	11	117
E9 x G4	1,714	2043	237	4643	9	144
E10 x G4	1,460	1748	204	4805	10	113
E11 x G4	1,072	2429	225	5074	4	128
E12 x G4	1,269	2281	229	5335	3	143
E13 x G4	1,049	3727	225	5631	8	141
Testemunha resistente	0,525	4686	217	4689	0	122
Testemunha suscetível	1,688	1899	210	1899	8	110
Diferença significativa mínima (p<0,05)					15,6	13,9

Tabela 13. Médias de grau médio de ataque (GMA) e produtividade de grãos (PG, kg/ha), de duas épocas de plantio em Anhembi (quatro repetições por época), e médias de quatro repetições de altura de planta (AP, cm.), PG, percentagem de plantas acamadas e/ou quebradas (%AQ) e altura de espiga (AE, cm) em Piracicaba, dos materiais do Exp. 2.

			Anhembi		Piracicaba		
MATERIAL			GMA	PG	AP	PG	%AQ AE
P1			0,769	3617	240	4657	13 146
P2			1,354	3609	227	5056	7 142
P3			1,561	2305	220	5280	13 120
P4			0,907	2936	242	4911	26 154
P5			1,155	3793	212	4469	3 121
P6			1,352	3301	254	4863	7 180
P7			0,906	4164	212	4579	9 122
P8			0,881	3662	214	4830	9 126
P9			1,105	3962	228	6392	4 143
P10			0,82	3920	222	4485	5 137
H1			2,326	1790	199	5115	15 117
H2			2,667	1296	174	4293	2 101
H3			2,078	1878	215	4132	4 123
H4			1,941	2625	208	5507	2 124
H5			3,246	939	213	4078	3 124
P1	x	H1	0,898	3955	206	4275	1 117
P2	x	H1	1,318	3769	214	5322	6 125
P3	x	H1	1,018	3794	201	5692	3 117
P4	x	H1	0,993	4156	232	5233	13 133
P5	x	H1	1,53	3733	199	6087	5 113
P6	x	H1	0,923	3986	216	5764	9 131
P7	x	H1	0,949	4380	212	5689	1 116
P8	x	H1	1,219	4215	210	5978	0 120
P9	x	H1	1,165	4402	201	5282	3 119
P10	x	H1	1,108	4114	205	5821	6 125
P1	x	H2	0,799	4266	196	5964	3 108
P2	x	H2	1,46	2614	208	5224	1 117
P3	x	H2	1,514	3308	207	5704	4 114
P4	x	H2	0,987	3863	216	6587	8 131
P5	x	H2	1,285	3767	191	5680	2 107
P6	x	H2	1,596	3810	210	5829	3 132
P7	x	H2	0,886	3831	205	6190	7 110
P8	x	H2	1,393	3191	191	5585	3 108

Tabela 14. Médias de grau médio de ataque (GMA) e produtividade de grãos (PG, kg/ha) de duas épocas de plantio em Anhembi (quatro repetições por época), e médias de três repetições de altura de planta (AP, cm.), PG, percentagem de plantas acamadas e/ou quebradas (%AQ) e altura de espiga (AE, cm) em Piracicaba, dos materiais do Exp. 3.

			Anhembi		Piracicaba			
MATERIAL			GMA	PG	AP	PG	%AQ	AE
A1			1,305	2591	196	4000	17	99
A2			0,94	2881	216	3324	6	129
A3			1,73	2332	203	3736	44	107
A4			1,108	3355	223	5139	2	136
A5			1,581	2707	226	4208	2	144
A6			1,033	3175	226	4245	10	131
A7			1,234	3947	241	4681	4	144
A8			0,782	4028	249	5852	0	157
A9			1,023	3301	242	4759	0	145
A10			1,193	2883	253	3764	0	170
A11			0,879	3387	240	2736	5	162
A12			1,235	2414	242	5130	7	164
A13			1,015	2957	261	4921	6	178
A14			1,029	3174	254	5065	5	163
A15			1,394	2985	270	4968	0	179
A16			0,699	3918	276	4819	6	185
A17			0,776	4602	293	6852	9	206
A18			1,034	3166	264	5699	2	177
A19			1,227	2850	269	5130	2	159
A20			0,876	3147	267	5995	8	176
A21			1,67	2546	259	5528	2	171
A22			0,742	3194	294	4681	6	199
H1			1,881	2470	203	4490	9	104
H2			2,701	1200	180	4715	4	88
H3			1,309	2860	215	5244	14	115
H4			1,614	2815	218	5222	9	124
H5			3,05	1353	218	3764	0	100
A1	x	H1	1,437	2777	202	4866	12	110
A2	x	H1	1,023	4060	203	5403	13	114
A3	x	H1	1,471	3682	217	4912	8	118
A4	x	H1	1,402	4372	220	6778	0	130
A5	x	H1	1,141	3391	210	5366	9	117
A6	x	H1	0,998	4009	209	5944	8	121
A7	x	H1	0,945	4556	230	5935	11	136

Continuação...

A8	x	H1	0,946	4360	223	6079	0	133
A9	x	H1	0,955	5300	210	5903	10	135
A10	x	H1	1,083	4634	235	6037	11	144
A11	x	H1	0,953	4293	238	5417	4	148
A12	x	H1	1,408	4310	212	4685	5	117
A13	x	H1	1,053	4611	214	5926	9	136
A14	x	H1	1,098	4548	236	6630	4	150
A15	x	H1	1,5	4586	226	6532	13	131
A16	x	H1	0,636	4991	222	5750	4	136
A17	x	H1	1,114	5839	244	6634	10	161
A18	x	H1	0,963	4342	239	7213	4	149
A19	x	H1	0,952	4053	247	6278	9	152
A20	x	H1	0,863	5203	231	6454	4	144
A21	x	H1	1,125	4402	238	6963	11	157
A22	x	H1	0,582	5111	245	5338	8	154
A1	x	H2	1,697	2668	209	4324	12	105
A2	x	H2	1,203	3413	208	5273	5	117
A3	x	H2	1,944	2302	173	4417	4	102
A4	x	H2	0,997	4165	199	6722	5	110
A5	x	H2	1,903	2813	200	6250	4	108
A6	x	H2	1,295	3445	192	5491	4	105
A7	x	H2	1,187	3278	220	5727	6	124
A8	x	H2	1,299	3651	204	6032	4	121
A9	x	H2	1,558	3360	203	5269	2	117
A10	x	H2	1,654	3200	215	4949	8	124
A11	x	H2	1,787	2743	220	5648	20	129
A12	x	H2	1,408	3053	224	6014	0	127
A13	x	H2	1,198	3902	219	5481	6	125
A14	x	H2	1,424	3934	214	5722	2	123
A15	x	H2	1,625	3654	231	7412	6	137
A16	x	H2	1,135	3407	226	6231	6	130
A17	x	H2	1,019	4475	234	7440	2	147
A18	x	H2	1,553	3450	231	6880	11	140
A19	x	H2	1,359	3112	237	5720	4	136
A20	x	H2	1,026	4675	229	6245	0	124

Continuação...

A21	x	H2	1,606	2918	237	6528	5	153
A22	x	H2	1,37	3407	229	5574	9	136
A1	x	H3	1,371	2751	193	5213	2	102
A2	x	H3	0,935	3866	222	5167	22	124
A3	x	H3	1,168	3167	209	5653	2	120
A4	x	H3	1,212	3865	246	5380	8	152
A5	x	H3	1,178	3835	233	5389	15	142
A6	x	H3	0,96	4444	223	5894	16	135
A7	x	H3	0,75	4947	242	6648	8	146
A8	x	H3	0,757	4803	254	7120	13	158
A9	x	H3	0,968	4646	223	6181	6	140
A10	x	H3	1,094	4081	243	6542	11	162
A11	x	H3	0,741	4799	231	5500	10	155
A12	x	H3	1,234	4412	242	6269	13	147
A13	x	H3	0,984	4089	248	6023	0	152
A14	x	H3	1,008	4345	254	7870	9	168
A15	x	H3	1,061	4416	240	7338	0	147
A16	x	H3	0,8	5342	245	6343	0	146
A17	x	H3	0,64	5576	266	6625	0	168
A18	x	H3	1,27	3677	234	7319	11	145
A19	x	H3	0,859	4549	240	6907	10	137
A20	x	H3	1,139	4598	252	6986	2	161
A21	x	H3	0,979	4209	242	5685	8	156
A22	x	H3	0,629	4531	248	4884	15	159
A1	x	H4	1,433	3832	218	5875	15	117
A2	x	H4	0,784	4188	227	5542	22	138
A3	x	H4	1,124	3837	221	5361	2	127
A4	x	H4	0,921	4264	227	6051	8	123
A5	x	H4	1,008	3548	233	5407	5	139
A6	x	H4	1,031	4324	223	5505	18	131
A7	x	H4	0,823	4440	227	6759	5	132
A8	x	H4	0,893	4101	231	5829	10	138
A9	x	H4	0,978	4194	229	6250	4	138
A10	x	H4	1,083	4366	251	6736	14	151
A11	x	H4	0,6	5449	224	7199	24	131
A12	x	H4	0,988	4388	254	8093	2	148
A13	x	H4	0,951	4438	226	5727	7	137
A14	x	H4	0,773	4584	234	6829	4	150

Tabela 15. Médias de grau médio de ataque (GMA) e produtividade de grãos (PG, kg/ha) de duas épocas de plantio em Anhembi (quatro repetições por época), e médias de quatro repetições de altura de planta (AP, cm.), PG, percentagem de plantas acamadas e/ou quebradas (%AQ) e altura de espiga (AE, cm) em Piracicaba, para os materiais do Exp. 4.

MATERIAL	Anhembi		Piracicaba			
	GMA	PG	AP	PG	%AQ	AE
P1	0,504	4063	226	4354	10	134
P2	1,036	3338	219	5781	0	134
P3	1,385	2594	212	4722	4	124
P4	0,729	3195	248	3955	17	162
P5	1,134	3740	213	4563	11	128
P6	0,949	3983	244	4500	8	168
P7	0,844	4153	219	5809	4	129
P8	0,848	3607	206	4962	4	124
P9	1,322	3461	224	6330	1	142
P10	0,964	3844	226	5101	5	141
TC1	0,586	4582	244	5851	7	139
TC2	0,875	3775	240	5455	4	148
TC3	1,123	2775	242	5177	6	149
TC4	0,833	3915	240	6219	13	157
TC5	1,279	3489	212	5438	4	127
TC6	1,053	3437	232	5625	3	159
TC7	0,732	4479	236	5476	6	148
TC8	0,765	4027	222	6080	3	134
TC9	0,965	4191	239	6274	6	154
TC10	0,762	4171	236	6045	4	142
T.resistente	0,989	4663	205	6747	9	114
T.suscetível	2,782	1343	198	4028	3	112
Diferença significativa mínima (p<0,05)					11	14,3

Tabela 16. Médias de grau médio de ataque (GMA) e produtividade de grãos (PG, kg/ha) de duas épocas de plantio em Anhembi (quatro repetições por época), e médias de quatro repetições de altura de planta (AP, cm), PG, percentagem de plantas acamadas e/ou quebradas (%AQ) e altura de espiga (AE, cm) em Piracicaba, para os materiais do Exp. 5.

MATERIAL	Anhembi		Piracicaba			
	GMA	PG	AP	PG	%AQ	AE
A1	1,572	2432	201	3876	0	107
A2	1,095	2214	209	3886	20	132
A3	1,658	2172	188	4001	2	103
A4	1,308	2857	219	5366	4	127
A5	1,688	2102	219	5269	3	141
A6	1,247	2770	209	4706	2	122
A7	1,494	2169	242	4154	4	142
A8	1,235	2899	220	4456	3	150
A9	1,637	2396	216	3946	4	126
TC1	1,327	2935	207	4328	4	124
TC2	1,078	2977	214	4560	7	128
TC3	1,44	2700	202	4720	3	116
TC4	1,083	3342	207	5689	3	126
TC5	1,597	2335	223	5300	1	133
TC6	1,103	3426	212	5046	0	128
TC7	1,261	2882	236	5672	3	149
TC8	1,249	3443	232	5064	3	149
TC9	1,174	3125	226	5123	1	141
T.resistente	0,777	4121	216	6105	0	117
T.suscetível	2,584	1301	204	3918	6	114
Diferença significativa mínima (p<0,05)					7,2	13,6

Tabela 17. Médias de quatro repetições de grau médio de ataque (GMA) e produtividade de grãos expressa em kg/ha (PG) de duas épocas de plantio em Anhembi e médias de altura de planta (AP, cm.), PG, percentagem de plantas acamadas e/ou quebradas (%AQ) e altura de espiga expressa em cm. (AE) em Piracicaba, para os materiais do Exp. 6.

MATERIAIS	Anhembi		Piracicaba			
	GMA	PG	AP	PG	%AQ	AE
A10	1.25	3255	242	4444	15	163
A11	1.55	2347	238	3601	14	164
A12	0.919	2888	239	3372	4	152
A13	1.471	1834	246	3594	7	160
A14	1.274	2536	260	3983	21	172
A15	1.297	2326	265	4806	13	178
A16	1.149	3065	251	3892	10	174
A17	1.024	3455	271	4170	6	196
A18	1.176	2105	249	4003	12	162
A19	0.932	2372	252	4292	14	160
A20	1.114	2355	274	4674	17	183
A21	1.791	2116	260	4601	36	171
A22	1.143	2537	290	4194	25	199
TC10	1.082	2882	260	4688	6	171
TC11	1.45	2324	260	2806	19	163
TC12	1.095	3397	254	5635	4	174
TC13	1.373	2922	249	4722	0	162
TC14	1.125	3008	251	4226	13	166
TC15	1.135	3504	270	5420	5	182
TC16	0.906	3113	254	4493	6	171
TC17	1.079	3597	249	6122	15	174
TC18	1.494	2396	246	3767	13	162
TC19	1.159	3152	287	5715	13	192
TC20	1.081	3028	260	4649	25	173
TC21	1.021	3566	279	4549	11	178
TC22	0.998	2248	284	3969	19	193
T.resistente	0.956	4010	213	5719	2	118
T.suscetível	2.569	1130	207	3465	5	115
Diferença significativa mínima (p<0,05)					7, 8	12,9

Tabela 18. Quadrados médios (Q.M.) nas análises da variância conjunta de duas épocas de plantio em Anhembi, para a variável GMA, nos Exp. 1 a 6.

F. V.	EXP1		EXP2		EXP3		EXP4		EXP5		EXP6	
	GL1	Q. M.1	GL2	Q.M.2	GL3	Q.M.3	GL4	Q. M.4	GL5	Q.M.5	GL6	Q.M.6
Blocos/Ambientes	6	0,712 *	6	1,53 **	6	0,86 **	6	0,14 ns	6	0,462 **	6	0,319 ns
Tratamentos	42	5,185 **	66	1,78 **	138	1,345 **	21	1,668 **	19	1,098 **	27	0,907 **
Testemunhas	1	5,384 **	1	5,676 **	1	17,314 **	1	12,876 **	1	13,054 **	1	10,408 **
Populações	40	5,152 **	64	1,67 **	136	1,214 **	19	0,474 **	17	0,366 *	25	0,372 **
Testem vs Pop.	1	6,306 **	1	4,74 **	1	3,23 **	1	13,178 **	1	1,602 **	1	4,778 **
Ambientes	1	12,961 **	1	15,176 **	1	7,402 **	1	5,309 **	1	0,456 ns	1	4,611 **
Tratam. x Amb.	42	0,242 ns	66	0,172 ns	138	0,244 *	21	0,35 **	19	0,295 ns	27	0,159 ns
Test. x Amb.	1	0,169 ns	1	0,025 ns	1	0,181 Ns	1	0,756 *	1	0,397 ns	1	0,237 ns
Pop. x Amb.	40	0,251 ns	64	0,174 ns	136	0,246 *	19	0,147 ns	17	0,229 ns	25	0,152 ns
(Test vs Pop.) x Amb	1	0,002 ns	1	0,223 ns	1	0,019 Ns	1	3,807 **	1	1,317 **	1	0,253 ns
Erro	252	0,288	396	0,156	828	0,188	126	0,143	114	0,176	162	0,153
CV(%)	31,2		31,9		35,6		37,8		30,41		31,6	
média (GMA)	1,717		1,237		1,218		1,020		1,38		1,236	

**, *, ns : níveis de significância pelo teste F: $P < 0,01$, $P < 0,05$ e não significativo, respectivamente.

Tabela 19. Quadrados médios (Q.M.) nas análises da variância conjuntas de duas épocas de plantio em Anhembi para a variável PG, nos Exp. 1 a 6.

F. V.	EXP1			EXP2			EXP3			EXP4			EXP5			EXP6		
	GL1	Q. M.1	GL2	Q. M.2	GL3	Q. M.3	GL4	Q. M.4	GL5	Q. M.5	GL6	Q. M.6	GL7	Q. M.7	GL8	Q. M.8	GL9	Q. M.9
Blocos/Amb.	6	1875808 **	6	7490304 **	6	3911729 **	6	822092 ns	6	2080508 **	6	1289858 ns	6	2080508 **	6	1289858 ns	6	1289858 ns
Tratamentos	42	9103858 **	66	6665671 **	138	7030153 **	21	4548032 **	19	3081251 **	27	3222422 **	19	3081251 **	27	3222422 **	27	3222422 **
Testemunhas	1	31063902 **	1	37725671 **	1	46323530 **	1	44088919 **	1	31823449 **	1	33166072 *	1	31823449 **	1	33166072 *	1	33166072 *
Populações	40	8216790 **	64	6091760 **	136	6789202 **	19	2239512 **	17	1571406 **	25	2126936 **	17	1571406 **	25	2126936 **	25	2126936 **
Test. vs. Pop.	1	22646554 **	1	12335975 **	1	505112 Ns	1	8869025 **	1	6418 ns	1	665922 ns	1	6418 ns	1	665922 ns	1	665922 ns
Ambientes	1	9014 ns	1	215865067 **	1	1547734019 **	1	81723054 **	1	8342762 **	1	69574894 **	1	8342762 **	1	69574894 **	1	69574894 **
Tratam. x Amb.	42	1111177 **	66	1135436 **	138	1003517 **	21	821549 *	19	768186 **	27	1303149 **	19	768186 **	27	1303149 **	27	1303149 **
Test. x Amb.	1	55012 ns	1	4374641 **	1	657045 Ns	1	2058009 *	1	839920 ns	1	7663920 **	1	839920 ns	1	7663920 **	1	7663920 **
Pop. x Amb.	40	1162101 **	64	1100712 **	136	1007985 **	19	712352 ns	17	511144 ns	25	1063247 ns	17	511144 ns	25	1063247 ns	25	1063247 ns
(Test vs Pop.) x Amb	1	130382 ns	1	118567 ns	1	742341 Ns	1	1659832 ns	1	5236234 **	1	939928 ns	1	5236234 **	1	939928 ns	1	939928 ns
Erro	252	540620	396	603731	828	743157	126	504226	114	311396	162	682302	114	311396	162	682302	162	682302
CV(%)	34,5			21,5			23			19,1			20,4			29,8		
média (kg/ha)	2130			3611			3743			3712			2733			2766		

**, *, ns : níveis de significância pelo teste F: P < 0.01, P < 0.05 e não significativo, respectivamente.

Tabela 20. Quadrados médios (Q.M.) nas análises da variância no local de Piracicaba para a variável AP, nos Exp.1 a 6.

F. V.	EXP1			EXP2			EXP3			EXP4			EXP5			EXP6		
	GL1	Q. M.1	GL2	Q. M.2	GL3	Q. M.3	GL4	Q. M.4	GL5	Q. M.5	GL6	Q. M.6	GL7	Q. M.7	GL8	Q. M.8	GL9	Q. M.9
Blocos	3	1655,33 **	3	490,46 **	2	1885,97 **	3	524,81 **	3	403,92 *	3	1397,9 **	3	403,92 *	3	1397,9 **	3	1397,9 **
Tratamentos	42	1488,79 **	66	922,39 **	138	1249,32 **	21	852,3 **	19	666,13 **	27	1453,04 **	19	666,13 **	27	1453,04 **	27	1453,04 **
Testemunhas	1	29,65 ns	1	247,53 ns	1	42,67 ns	1	84,5 ns	1	312,5 ns	1	60,5 ns	1	312,5 ns	1	60,5 ns	1	60,5 ns
Populações	40	1551,87 **	64	947,33 **	136	1257,8 **	19	846,38 **	17	714,63 **	25	846,55 **	17	714,63 **	25	846,55 **	25	846,55 **
Test. vs Pop.	1	424,76 ns	1	1,2 ns	1	1302,24 **	1	5532,55 **	1	195,21 ns	1	18008 **	1	195,21 ns	1	18008 **	1	18008 **
Erro	126	142,78	198	126,46	276	157,01	63	130,23	57	142,92	81	166,64	57	142,92	81	166,64	81	166,64
CV(%)	5,7			5,2			5,4			5,6			5,8			5		
média (cm.)	209			216			232			226			215			255		

**, *, ns : níveis de significância pelo teste F: $P < 0.01$, $P < 0.05$ e não significativo, respectivamente.

Tabela 21. Quadrados médios (Q.M.) nas análises da variância no local de Piracicaba para a variável PG, nos Exp. 1 a 6.

F. V.	EXP1			EXP2			EXP3			EXP4			EXP5			EXP6		
	GL1	Q. M.1	GL2	Q. M.2	GL3	Q. M.3	GL4	Q. M.4	GL5	Q. M.5	GL6	Q. M.6	GL7	Q. M.7	GL8	Q. M.8	GL9	Q. M.9
Blocos	3	3636580 **	3	837381 ns	2	1569847 ns	3	760404 ns	3	1174581 ns	3	579285 ns	3	1174581 ns	3	579285 ns	3	579285 ns
Tratamentos	42	7729014 **	66	1803941 **	138	2744892 **	21	2463263 **	19	1875364 **	27	2464004 **	19	1875364 **	27	2464004 **	27	2464004 **
Testemunhas	1	8975435 **	1	474338 ns	1	1307600 ns	1	14785941 **	1	9570312 **	1	10156528 **	1	9570312 **	1	10156528 **	1	10156528 **
Populações	40	7626375 **	64	1806095 **	136	2773468 **	19	1944347 **	17	1499765 **	25	2243839 **	17	1499765 **	25	2243839 **	25	2243839 **
Test. vs Pop.	1	10588150 **	1	2995667 ns	1	295800 ns	1	11 ns	1	565600 ns	1	275605 ns	1	565600 ns	1	275605 ns	1	275605 ns
Erro	126	463068	198	924589	276	836072	63	695114	57	615042	81	790670	57	615042	81	790670	81	790670
CV(%)	15,4			17,6			16			16,5			20,1			20,1		
média (kg/ha)	4429			5470			5702			5386			4759			4413		

**, *, ns : níveis de significância pelo teste F: $P < 0.01$, $P < 0.05$ e não significativo, respectivamente.

Tabela 22. Quadrados médios (Q.M.) nas análises da variância das tabelas dialéticas (esquema dialético parcial) conjuntas de duas épocas de plantio em Anhembi, para a variável GMA, nos Exp. 1, 2 e 3.

F. V.	EXP1		EXP2		EXP3	
	GL	Q. M.1	GL 2	Q.M.2	GL 3	Q.M.3
	1					
Populações	40	5,152 **	64	1,67 **	136	1,214 **
Entre grupos	1	136,916 **	1	31,32 **	1	14,228 **
Grupo I	12	4,742 **	9	1,41 **	21	1,76 **
Grupo II	1	0,06 ns	4	4,74 **	4	15,594 **
Heterose	26	0,47 *	50	0,878 **	110	0,468 **
Het. Média	1	5,592 **	1	34,14 **	1	20,18 **
Het. varietal (I)	12	0,31 ns	9	0,274 ns	21	0,282 ns
Het. varietal (II)	1	0,016 ns	4	0,268 ns	4	0,442 ns
Het. Específica	12	0,24 ns	36	0,174 ns	84	0,282 **
Populações x Ambientes	40	0,251 ns	64	0,174 ns	136	0,246 *
Entre grupos x Amb.	1	0,646 **	1	0,289 ns	1	2,179 **
Grupo I x Amb.	12	0,241 ns	9	0,143 ns	21	0,090 ns
Grupo II x Amb.	1	1,044 ns	4	0,198 ns	4	2,0932 **
Heterose x Amb.	26	0,210 ns	50	0,176 ns	110	0,191 ns
Het. média x Amb.	1	0,213 ns	1	0,045 ns	1	0,676 ns
Het. varietal (I) x Amb.	12	0,236 ns	9	0,201 ns	21	0,216 ns
Het. varietal (II) x Amb.	1	0,001 ns	4	0,232 ns	4	0,247 ns
Het. específica x Amb.	12	0,201 ns	36	0,167 ns	84	0,176 ns
Erro	252	0,288	396	0,156	828	0,188

**, *, ns : níveis de significância pelo teste F: $P < 0.01$, $P < 0.05$ e não significativo, respectivamente.

Tabela 23. Quadrados médios (Q.M.) nas análises da variância das tabelas dialélicas (esquema dialélico parcial) conjuntas de duas épocas de plantio em Anhembi, para a variável PG, nos experimentos EXP1, EXP2 e EXP3

F. V.	EXP1		EXP2		EXP3	
	GL1	Q. M.1	GL 2	Q.M.2	GL 3	Q.M.3
Populações	40	8216790 **	64	6091760 **	136	6789202 **
Entre grupos	1	226970992 **	1	39862220 **	1	4725044 *
Grupo I	12	5159048 **	9	2497696 **	21	10170076 **
Grupo II	1	3870854 **	4	34756420 **	4	89709816 **
Heterose	26	1381584 **	50	3770110 **	110	3147234 **
Het. Média	1	5542 ns	1	129914760 **	1	175621364 **
Het. varietal (I)	12	1943542 **	9	2102084 **	21	1471892 **
Het. varietal (II)	1	1030352 ns	4	2904712 **	4	3676702 **
Het. Específica	12	963566 ns	36	779252 ns	84	1487592 **
Populações x Ambientes	40	1162101 **	64	1100712 **	136	1007985 **
Entre grupos x Amb.	1	7201112 **	1	2434 ns	1	826194 ns
Grupo I x Amb.	12	853643 ns	9	1668826 **	21	1321754 *
Grupo II x Amb.	1	277474 ns	4	1678550 *	4	1342016 ns
Heterose x Amb.	26	1106221 **	50	974190 **	110	937590 ns
Het. média x Amb.	1	1228113 ns	1	9439420 **	1	13137332 **
Het. varietal (I) x Amb.	12	727294 ns	9	862870 ns	21	731465 ns
Het. varietal (II) x Amb.	1	2373057 *	4	161921 ns	4	439815 ns
Het. específica x Amb.	12	1369421 **	36	857126 ns	84	867589 ns
Erro	252	540620	396	603731	828	743157

**, *, ns : níveis de significância pelo teste F: $P < 0.01$, $P < 0.05$ e não significativo, respectivamente.

Tabela 24. Quadrados médios (Q.M.) nas análises da variância das tabelas dialélicas (esquema "top-cross") conjuntas de duas épocas de plantio no Anhembi, para a variável GMA, nos experimentos EXP4, EXP5 e EXP6.

F. V.	EXP4		EXP5		EXP6	
	GL4	Q. M.4	GL 5	Q.M.5	GL 6	Q.M.6
Populações	19	0,474 **	17	0,356 *	25	0,372 **
Variedades	9	0,776 **	8	0,544 **	12	0,512 **
Het. média	1	0,367 ns	1	0,997 *	1	0,368 ns
Het. varietal	9	0,184 ns	8	0,088 ns	12	0,232 ns
Populações x Ambientes	19	0,148 ns	17	0,229 ns	25	0,152 ns
Erro	126	0,143	114	0,176	162	0,153

**, *, ns : níveis de significância pelo teste F: $P < 0.01$, $P < 0.05$ e não significativo, respectivamente.

Tabela 25. Quadrados médios (Q.M.) nas análises da variância das tabelas dialélicas (esquema "top-cross") conjunta de duas épocas de plantio no Anhembi, para a variável PG, nos experimentos EXP4, EXP5 e EXP6.

F. V.	EXP4		EXP5		EXP6	
	GL4	Q. M.4	GL 5	Q.M.5	GL 6	Q.M.6
Populações	19	2239512 **	17	1571406 **	25	2126936 **
Variedades	9	3276824 **	8	1514842 **	12	2195484 **
Het. média	1	5634008 **	1	11801517 **	1	10871118 **
Het. varietal	9	825034 ns	8	349206 ns	12	1329710 *
Populações x Ambientes	19	742341 ns	17	511144 ns	25	1063247 ns
Erro	126	504226	114	311396	162	682302

**, *, ns : níveis de significância pelo teste F: $P < 0.01$, $P < 0.05$ e não significativo, respectivamente.

Tabela 26. Quadrados médios (Q.M.) nas análises da variância das tabelas dialélicas (esquema dialélico parcial), no local de Piracicaba, para a variável AP, nos experimentos EXP1, EXP2 e EXP3.

F. V.	EXP1		EXP2		EXP3	
	GL1	Q. M.1	GL 2	Q.M.2	GL 3	Q.M.3
Populações	40	1551,6 **	64	817,6 **	136	1257,7 **
Entre grupos	1	11394,5 **	1	8431,5 **	1	28185,5 **
Grupo I	12	3571,2 **	9	1678,2 **	21	4371,3 **
Grupo II	1	70 ns	4	4653,3 **	4	6485,9 **
Heterose	26	297,9 **	50	203,6 *	110	228,3 **
Het. média	1	1480,5 **	1	261,4 ns	1	277,5 ns
Het. varietal (I)	12	367 **	9	176 ns	21	181,9 ns
Het. varietal (II)	1	67,2 ns	4	152,6 ns	4	74,2 ns
Het. específica	12	149,6 ns	36	214,6 *	84	246,7 **
Erro	126	142,8	198	126,46	276	157,01

**, *, ns : níveis de significância pelo teste F: $P < 0.01$, $P < 0.05$ e não significativo, respectivamente.

Tabela 27. Quadrados médios (Q.M.) nas análises da variância das tabelas dialélicas (esquema dialélico parcial), no local de Piracicaba para a variável PG, nos experimentos EXP1, EXP2 e EXP3

F. V.	EXP1		EXP2		EXP3	
	GL1	Q. M.1	GL 2	Q.M.2	GL 3	Q.M.3
Populações	40	7626375 **	64	1806095 **	136	2773468 **
Entre grupos	1	208321056 **	1	203106 ns	1	27873164 **
Grupo I	12	5382167 **	9	1043375 ns	21	5411046 **
Grupo II	1	1110979 ns	4	2445354 *	4	7361667 **
Heterose	26	1194359 **	50	1924202 **	110	1874943 **
Het. média	1	11142618 **	1	30111178 **	1	61524208 **
Het. varietal (I)	12	1087032 **	9	995606 ns	21	1417713 *
Het. varietal (II)	1	1832 ns	4	1441446 ns	4	52395 ns
Het. específica	12	572041 ns	36	1427019 *	84	1365928 **
Erro	126	463068	198	924589	276	836072

**, *, ns : níveis de significância pelo teste F: $P < 0.01$, $P < 0.05$ e não significativo, respectivamente.

Tabela 28. Quadrados médios (Q.M.) nas análises da variância das tabelas dialélicas (esquema "Top-cross"), no local de Piracicaba para a variável AP, nos experimentos EXP4, EXP5 e EXP6.

F. V.	EXP4		EXP5		EXP6	
	GL4	Q. M.4	GL 5	Q.M.5	GL 6	Q.M.6
Populações	19	646,4 **	17	714,6 **	25	846,5 **
Variedades	9	805,8 **	8	1307,8 **	12	1154,9 **
Het. média	1	2306 **	1	291,6 ns	1	714 *
Het. varietal	9	302,6 *	8	174,4 ns	12	549,3 **
Erro	63	130,23	57	142,9	81	166,6

**, *, ns : níveis de significância pelo teste F: $P < 0.01$, $P < 0.05$ e não significativo, respectivamente.

Tabela 29. Quadrados médios (Q.M.) nas análises da variância das tabelas dialélicas (esquema "Top-cross") no local de Piracicaba, para a variável PG, nos experimentos EXP4, EXP5 e EXP6.

F. V.	EXP4		EXP5		EXP6	
	GL4	Q. M.4	GL5	Q.M.5	GL6	Q.M.6
Populações	19	1944347 **	17	1499765 **	25	2243839 **
Variedades	9	1941808 **	8	1836817 **	12	1559273 *
Het. média	1	11439792 **	1	7584216 **	1	7832036 **
Het. varietal	9	891120 ns	8	404445 ns	12	2461658 **
Erro	63	695114	57	615042	81	790670

**, *, ns : níveis de significância pelo teste F: $P < 0.01$, $P < 0.05$ e não significativo, respectivamente.

Tabela 30: Estimativas de parâmetros ⁽¹⁾ componentes de médias, suas respectivas variâncias, e capacidade geral de combinação ($\hat{g}_i$ e $\hat{g}_j$) detectados nos materiais do Experimento 1 (dialeto parcial), no local de Anhembi para as variáveis GMA e PG (média de duas épocas) e Piracicaba, para as variáveis AP e PG.

	ANHEMBI						PIRACICABA					
	GMA			PG			AP			PG		
	$\hat{v}_i$	$\hat{h}_i$	$\hat{g}_i$	$\hat{v}_j$	$\hat{h}_j$	$\hat{g}_j$	$\hat{v}_i$	$\hat{h}_i$	$\hat{g}_i$	$\hat{v}_j$	$\hat{h}_j$	$\hat{g}_j$
E1	-0,504	-0,057	-0,309	336	497	665	5,3	-3,7	-1,1	544	232	504
E2	-0,812	0,258	-0,148	360	116	296	-28,9	-4,0	-18,4	17	-417	-408
E3	0,426	-0,134	0,079	11	-436	-430	-28,2	19,8	5,7	-1415	769	61
E4	-0,352	0,007	-0,169	468	506	740	-4,2	-15,1	-17,2	1607	-466	337
E5	0,349	0,098	0,272	-587	-388	-681	20,8	1,1	11,5	-620	75	-235
E6	0,235	-0,139	-0,021	-384	253	61	20,8	-3,8	6,6	300	-122	28
E7	-0,089	-0,015	-0,059	-323	188	26	-12,6	2,8	-3,5	-460	286	56
E8	1,272	-0,038	0,598	-97	-913	-961	-39,4	5,1	-14,6	-1656	635	-193
E9	0,532	-0,019	0,247	-123	-115	-176	20,3	7,6	17,7	-362	108	-73
E10	0,458	-0,118	0,111	-482	-441	-682	-26,9	-4,8	-18,2	-1234	42	-575
E11	0,449	-0,269	-0,044	-469	237	2,5	14,3	-6,2	0,9	68	-422	-388
E12	-0,601	0,055	-0,245	140	305	375	36,1	-0,2	17,8	832	113	529
E13	-1,364	0,374	-0,308	1150	191	766	22,3	1,7	12,8	2383	-835	356
variância	0,033	0,022		62379	42886		32,9	22,6		106861	73467	
G3	-0,002	-0,018	-0,019	460	-145	85	1,1	-1,66	-1,05	194	-9	88
G4	0,002	0,018	0,019	-460	145	-85	-1,1	1,66	1,05	-194	9	-88
variância	0,018	0,006		33788	11046		9,35	3,05		28941	9461	
$\hat{\mu}$		1,709			2484			207,3			4368	
$\hat{\delta}$		0,984			-1541			-10,6			-1666	
$\hat{h}$		-0,375			-11			8,2			713	

(1) Modelo do dialélico parcial (Miranda Filho & Geraldi, 1984)

Tabela 31: Estimativas de parâmetros ⁽¹⁾ componentes de médias, suas respectivas variâncias, e capacidade geral de combinação dos materiais do Experimento 1 (dialelo parcial), para duas épocas de plantio (AMBIENTE 1- AMBIENTE 2) no local de Anhembi da variável PG.

	AMBIENTE 1			AMBIENTE 2		
	$\hat{v}_i$	$\hat{h}_i$	$\hat{g}_i$	$\hat{v}_i$	$\hat{h}_i$	$\hat{g}_i$
E1	349	356	531	323	638	800
E2	-417	375	167	1138	-144	425
E3	613	-809	-503	-590	-65	-360
E4	124	789	851	812	223	629
E5	-664	300	-32	-510	-476	-731
E6	-493	380	134	-274	126	-11
E7	-400	93	-107	-246	283	160
E8	422	-993	-782	-618	-834	-1143
E9	6	-17	-14	-253	-212	-339
E10	-466	-626	-859	-501	-254	-505
E11	-636	763	445	-302	-288	-439
E12	405	-58	145	-123	667	606
E13	1155	45	623	1146	338	911
variância	147994	111002		101505	76121	
	$\hat{v}_j$	$\hat{h}_j$	$\hat{g}_j$	$\hat{v}_j$	$\hat{h}_j$	$\hat{g}_j$
G3	861	-365		61	74	
G4	-861	365		-61	-74	
variância	80168	26207		54981	17975	
$\hat{\mu}$		2552			2436	
$\hat{\delta}$		-1364			-1717	
$\hat{h}$		-178			156	

(1) Modelo do dialélico parcial (Miranda Filho & Geraldi, 1984)

Tabela 32: Estimativas de parâmetros ⁽¹⁾ componentes de médias, suas respectivas variâncias, e capacidade geral de combinação ($\hat{g}_i$ e $\hat{g}_j$) detectados para os materiais do Experimento 2 (dialeto parcial), no local de Anhembi para as variáveis GMA e PG (média de duas épocas) e Piracicaba, para as variáveis AP e PG.

	ANHEMBI						PIRACICABA					
	GMA			PG			AP			PG		
	$\hat{v}_j$	$\hat{h}_j$	$\hat{g}_j$	$\hat{v}_j$	$\hat{h}_j$	$\hat{g}_j$	$\hat{v}_j$	$\hat{h}_j$	$\hat{g}_j$	$\hat{v}_j$	$\hat{h}_j$	$\hat{g}_j$
P1	-0,311	-0,110	-0,265	90	293	338	13,1	-3,1	3,4	-295	601	453
P2	0,273	-0,037	0,099	82	-297	-256	-0,4	2,2	2	104	-292	-240
P3	0,481	-0,102	0,138	-1222	307	-304	-7,8	-2,3	-6,2	328	-278	-114
P4	-0,174	-0,110	-0,198	-591	475	179	14,1	7,1	14,1	-41	104	83
P5	0,074	0,205	0,242	266	-209	-76	-14,7	-0,1	-7,4	-483	215	-26
P6	0,272	-0,098	0,038	-226	480	367	26,6	-4,7	8,6	-89	-46	-90
P7	-0,174	-0,096	-0,183	637	-325	-6	-14,9	7,9	0,4	-373	12	-174
P8	-0,200	0,116	0,016	135	-228	-160	-12,8	-1,0	-7,4	-122	104	43
P9	0,024	0,111	0,123	435	-332	-114	1,1	-4,7	-4,1	1439	-613	106
P10	-0,261	0,122	-0,008	393	-162	34	-5,2	-1,3	-3,9	-467	192	-41
variância	0,017	0,008		67920	30564		28,45	12,8		208032	93614	
H1	-0,126	0,045	-0,018	84	149	191	-2,3	-6,2	-5,1	490	-364	-19
H2	0,215	0,051	0,158	-409	-100	-304	-28,1	1,3	-12,7	-332	327	161
H3	-0,374	0,081	-0,106	172	244	330	12,9	3,5	9,9	-493	415	168
H4	-0,511	0,009	-0,246	919	285	744	6,5	1,1	4,3	882	-290	151
H5	0,794	-0,188	0,209	-767	-578	-961	10,9	0,4	5,8	-547	-87	-360
variância	0,0156	0,005		60373	21131		25,29	8,85		184918	64721	
$\hat{\mu}$		1,766			2616			214,2			4788	
$\hat{\delta}$		-0,685			910			12,6			163	
$\bar{h}$		-0,637			1242			2,5			846	

(1) Modelo do dialélico parcial (Miranda Filho & Geraldi, 1984)

Tabela 33: Estimativas de heterose específica (s_{ij}), sua respectiva variância, e heterose em percentagem da média dos pais (entre parênteses) detectadas para a variável PG nos materiais do Experimento 2, no local de Piracicaba.

	H1	H2	H3	H4	H5
P1	-1693 (-12)	-285 (33)	906 (62)	535 (33)	537 (43)
P2	49 (5)	-330 (12)	660 (35)	92 (7)	-470 (1)
P3	293 (9)	24 (19)	-692 (6)	167 (8)	210 (15)
P4	-365 (4)	708 (43)	-194 (26)	-124 (10)	-25 (18)
P5	598 (27)	-89 (30)	-194 (29)	-657 (2)	342 (30)
P6	340 (15)	124 (27)	42 (28)	-193 (6)	-314 (9)
P7	350 (17)	569 (39)	268 (35)	-905 (-6)	-279 (11)
P8	419 (20)	-254 (22)	182 (34)	-340 (6)	-6 (19)
P9	-339 (-9)	414 (18)	-143 (9)	493 (70)	-424 (-5)
P10	348 (21)	-879 (11)	-831 (14)	931 (33)	431 (32)
variância (s_{ij})= 161388					

Tabela 34: Estimativas de parâmetros⁽¹⁾ componentes de médias, suas respectivas variâncias, e capacidade geral de combinação dos materiais do Experimento 2 (dialelo parcial), para duas épocas de plantio (AMBIENTE 1- AMBIENTE 2) no local de Anhembi da variável PG.

	AMBIENTE 1			AMBIENTE 2		
	$\hat{v}_i$	$\hat{h}_i$	$\hat{g}_i$	$\hat{v}_i$	$\hat{h}_i$	$\hat{g}_i$
P1	-107	424	370	288	161	305
P2	297	-15	133	-131	-579	-644
P3	-1214	336	-271	-1229	279	-335
P4	-320	-475	-315	-861	376	-54
P5	147	-253	-179	385	-167	25
P6	405	172	374	-857	787	358
P7	559	-581	-301	715	-69	288
P8	-289	39	-105	559	-496	-216
P9	-554	-627	-904	316	-39	119
P10	-31	-71	-86	816	-252	156
variância	62615	28177		226500	111921	
	$\hat{v}_j$	$\hat{h}_j$	$\hat{g}_j$	$\hat{v}_j$	$\hat{h}_j$	$\hat{g}_j$
H1	418	63	272	-249	236	111
H2	-429	-15	-229	-389	-186	-380
H3	347	194	367	-4	294	292
H4	564	241	523	1274	328	965
H5	-900	-485	-935	-631	-673	-988
variância	55649	19480		201332	70464	
$\hat{\mu}$		2249			2982	
$\hat{\delta}$		814			1006	
$\hat{h}$		907			1577	

(1) Modelo do dialélico parcial (Miranda Filho & Geraldi, 1984)

Tabela 35: Estimativas de parâmetros componentes de médias, suas respectivas variâncias, e capacidade geral de combinação detectados para os materiais do Exp3 (dialelo parcial), no local de Anhembi para as variáveis GMA e PG (média de duas épocas) e Piracicaba, para as variáveis AP e PG.

	ANHEMBI						PIRACICABA					
	GMA			PG			AP			PG		
	$\hat{v}_j$	$\hat{h}_j$	$\hat{g}_j$	$\hat{v}_j$	$\hat{h}_j$	$\hat{g}_j$	$\hat{v}_j$	$\hat{h}_j$	$\hat{g}_j$	$\hat{v}_j$	$\hat{h}_j$	$\hat{g}_j$
A1	0,191	0,282	0,377	-604	-707	-1009	-52,7	1,7	-24,6	-783	-482	-873
A2	-0,174	-0,093	-0,181	-348	47	-127	-32,2	0,9	-15,2	-1459	40	-689
A3	0,616	-0,016	0,292	-869	-366	-800	-45,1	-5,3	-27,8	-1047	-326	-849
A4	-0,006	0,015	0,012	150	-77	-2	-25,1	4,6	-7,9	356	-240	-62
A5	0,467	-0,045	0,188	-481	-366	-606	-22,6	2,8	-8,5	-575	87	-200
A6	-0,080	0,043	0,003	-40	19	-1	-22,3	-4,8	-15,9	-538	-42	-311
A7	0,120	-0,169	-0,109	813	-182	224	-7,1	4,9	1,3	-102	204	153
A8	-0,331	0,112	-0,053	894	-352	95	0,4	-3,8	-3,6	1069	-227	307
A9	-0,091	0,073	0,027	-5	72	69	-6,3	-8,1	-11,2	-24	-289	-301
A10	0,079	0,141	0,181	-272	-100	-236	5,1	6,9	9,4	-1019	652	142
A11	-0,234	-0,001	-0,118	210	-51	54	-8,2	4,7	0,6	-2047	1263	239
A12	0,121	0,129	0,189	-712	125	-231	-6,2	7,7	4,6	347	-114	59
A13	-0,099	0,032	-0,017	-218	258	149	12,8	-5,7	0,7	137	-333	-264
A14	-0,085	0,029	-0,013	133	106	172	5,4	2,4	5,1	281	314	454
A15	0,281	0,104	0,244	-142	62	-9	21,7	-3,4	7,4	184	810	902
A16	-0,415	-0,051	-0,258	790	158	553	27,7	-6,4	7,4	35	159	176
A17	-0,038	-0,066	-0,085	1510	553	1308	44,7	-1,7	20,6	2068	-1	1033
A18	-0,080	0,053	0,013	24	-155	-143	15,4	0,4	8,1	915	249	706
A19	0,114	-0,263	-0,206	-320	-51	-211	20,5	4,2	14,4	346	-300	-127
A20	-0,237	0,026	-0,092	16	426	434	18,4	-0,6	8,6	1211	-280	325
A21	0,556	-0,231	0,047	-606	183	-120	10,4	7,6	12,8	744	-383	-11
A22	-0,372	-0,107	-0,293	77	299	337	45,7	-8,3	13,5	-102	-758	-809
variância	0,022	0,011		88672	39902		37,468	16,86		199517	89782	
H1	-0,231	-0,001	-0,116	317	395	553	-3,9	-3,1	-5,1	-197	118	19
H2	0,591	-0,065	0,230	-942	-15	-486	-26,6	-0,6	-13,9	27	-72	-58
H3	-0,801	0,198	-0,202	738	84	453	8,1	3,6	7,6	556	9	287
H4	-0,497	0,015	-0,233	700	136	486	11,3	1,7	7,3	535	-29	238
H5	0,939	-0,148	0,321	-813	-601	-1007	11,3	-1,6	4,1	-922	-27	-488
variância	0,019	0,005		74316	21957		31,4	9,28		167214	49404	
$\hat{\mu}$		1,612			2682			227			4735	
$\hat{\delta}$		-0,498			528			20			48	
$\bar{h}$		-0,422			1244			2,5			1202	

Tabela 36: Estimativas de heterose específica (s_{ij}), sua respetiva variância, e heterose em percentagem da média dos pais (entre parênteses) detectadas para a variável PG nos materiais do Experimento 3, no local de Anhembi.

	H1	H2	H3	H4	H5
A1	-673 (10)	252 (40)	611 (1)	483 (42)	548 (24)
A2	278 (53)	108 (68)	-339 (36)	-82 (47)	591 (61)
A3	189 (53)	-317 (30)	-407 (21)	262 (49)	444 (39)
A4	-70 (51)	728 (82)	-511 (23)	-97 (38)	-49 (22)
A5	-455 (31)	2 (43)	106 (38)	269 (27)	616 (43)
A6	-452 (43)	16 (57)	119 (48)	-75 (43)	392 (46)
A7	-85 (42)	-355 (26)	438 (45)	-117 (31)	119 (21)
A8	-203 (32)	151 (38)	405 (39)	-331 (19)	-20 (9)
A9	699 (84)	-257 (47)	162 (51)	-306 (38)	-297 (19)
A10	442 (73)	27 (55)	-22 (41)	250 (52)	-696 (-7)
A11	-218 (46)	-730 (19)	443 (54)	1046 (75)	-540 (2)
A12	100 (75)	-137 (65)	356 (67)	275 (66)	-594 (9)
A13	51 (71)	361 (87)	-388 (40)	-65 (53)	41 (43)
A14	-41 (62)	366 (80)	-121 (45)	95 (54)	-299 (22)
A15	185 (68)	287 (73)	131 (51)	-511 (31)	-92 (28)
A16	51 (57)	-552 (32)	502 (58)	327 (54)	-329 (17)
A17	171 (65)	-246 (51)	-22 (48)	155 (55)	-58 (37)
A18	64 (54)	194 (57)	-497 (22)	285 (49)	-47 (19)
A19	-209 (51)	-87 (53)	455 (60)	-879 (15)	720 (61)
A20	366 (85)	878 (114)	-161 (52)	-515 (42)	-568 (22)
A21	138 (77)	-374 (54)	33 (56)	463 (74)	-260 (28)
A22	400 (81)	-313 (53)	-72 (50)	-393 (41)	379 (57)
variância (s_{ij}) = 140769					

Tabela 37: Estimativas de heterose específica (s_{ij}), sua respetiva variância, e heterose em percentagem da média dos pais (entre parênteses) detectadas para a variável PG nos materiais do Experimento 3, no local de Piracicaba.

	H1	H2	H3	H4	H5
A1	-216 (14)	-681 (1)	-137 (12)	572 (27)	462 (29)
A2	135 (38)	83 (31)	-368 (20)	54 (29)	95 (37)
A3	-194 (19)	-612 (4)	278 (26)	34 (19)	493 (36)
A4	884 (40)	905 (36)	78 1(3)	-62 (16)	-496 (11)
A5	-390 (23)	570 (40)	-635 (14)	-569 (14)	1024 (57)
A6	299 (36)	-76 (22)	-18 (24)	-359 (17)	154 (32)
A7	-1759 (29)	-306 (21)	270 (33)	429 (36)	-218 (27)
A8	-1849 (17)	-154 (14)	588 (28)	-654 (5)	405 (28)
A9	217 (38)	-613 (17)	1190 (52)	197 (32)	-992 (11)
A10	-62 (46)	-1073 (16)	175 (45)	417 (49)	542 (62)
A11	-779 (49)	-471 (51)	-964 (37)	783 (80)	1431 (119)
A12	-1330 (-2)	76 (22)	-13 (20)	1858 (56)	-590 (10)
A13	234 (25)	-133 (13)	63 (18)	-184 (12)	19 (19)
A14	248 (28)	-308 (11)	258 (23)	375 (25)	-573 (7)
A15	-327 (38)	629 (53)	210 (43)	47 (39)	-559 (33)
A16	-383 (23)	174 (30)	-58 (26)	-996 (7)	1263 (60)
A17	-355 (17)	527 (29)	-632 (9)	1003 (36)	-542 (11)
A18	549 (41)	293 (32)	387 (33)	-346 (19)	-883 (11)
A19	449 (30)	-32 (16)	809 (33)	-571 (5)	-654 (4)
A20	172 (23)	40 (17)	436 (24)	-436 (8)	-213 (14)
A21	1017 (40)	659 (27)	-528 (6)	-600 (4)	-548 (5)
A22	190 (16)	503 (19)	-531 (-20)	-991 (-11)	828 (30)
variância (s_{ij}) = 212244					

Tabela 38: Estimativas de parâmetros ⁽¹⁾ componentes de médias, suas respectivas variâncias, e capacidade geral de combinação ($\hat{g}_i$ e $\hat{g}_j$) dos materiais do Experimento 3 (dialelo parcial), para duas épocas de plantio (AMBIENTE 1- AMBIENTE 2) no local de Anhembi da variável PG.

	AMBIENTE 1			AMBIENTE 2		
	$\hat{v}_i$	$\hat{h}_i$	$\hat{g}_i$	$\hat{v}_i$	$\hat{h}_i$	$\hat{g}_i$
A1	-229	-829	-943	-980	-585	-1075
A2	-456	403	175	-240	-309	-429
A3	-765	-95	-477	-973	-636	-1122
A4	279	-118	21	19	-35	-25
A5	-180	-505	-595	-782	-226	-617
A6	191	-20	75	-272	59	-77
A7	83	120	161	1543	-486	285
A8	942	-497	-26	845	-208	214
A9	393	-19	7	-404	324	122
A10	-152	25	-51	-393	-225	-421
A11	353	189	365	69	-291	-256
A12	-152	187	-191	-667	61	-272
A13	-122	-60	-121	-313	577	420
A14	98	-42	215	168	254	338
A15	-334	119	-48	51	5	30
A16	237	352	470	1342	-33	638
A17	812	585	991	2208	522	1626
A18	-261	78	-52	311	-388	-232
A19	-246	-240	-363	-393	137	-59
A20	322	164	325	-292	688	542
A21	-179	-114	-203	-1032	481	-35
A22	-26	281	268	180	316	406
variância	86483	38919		265431	119446	
	$\hat{v}_j$	$\hat{h}_j$	$\hat{g}_j$	$\hat{v}_j$	$\hat{h}_j$	$\hat{g}_j$
H1	101	572	622	535	218	485
H2	-622	-173	-484	-1263	143	-488
H3	741	21	391	733	148	514
H4	519	115	374	883	157	598
H5	-739	-535	-904	-888	-667	-1111
variância	72485	21415		222453	65536	
$\hat{\mu}$		1791			3573	
$\hat{\delta}$		405			650	
$\bar{h}$		904			1583	

(1) Modelo do dialélico parcial (Miranda Filho & Geraldi, 1984)

Tabela 39: Estimativas de parâmetros ⁽¹⁾ componentes de médias, suas respectivas variâncias, e capacidade geral de combinação ($\hat{g}_j$) detectados na análise de “top-cross” dos materiais do Experimento 4 no local de Anhembi, para as variáveis GMA e PG, e Piracicaba para as variáveis AP e PG.

	ANHEMBI						PIRACICABA					
	GMA			PG			AP			PG		
	$\hat{v}_j$	$\hat{h}_j$	$\hat{g}_j$	$\hat{v}_j$	$\hat{h}_j$	$\hat{g}_j$	$\hat{v}_j$	$\hat{h}_j$	$\hat{g}_j$	$\hat{v}_j$	$\hat{h}_j$	$\hat{g}_j$
P1	-0,401	-0,221	-0,421	465	471	703	2,3	10,9	12,1	-654	517	190
P2	0,099	-0,132	-0,082	-260	-84	-214	-4,7	9,4	7,1	773	-869	-482
P3	0,389	0,071	0,265	-1004	-894	-1396	-11,7	17,2	11,5	-286	-555	-697
P4	-0,216	0,021	-0,087	-403	179	-22	24,3	-7,4	4,6	-1053	1226	700
P5	0,211	0,287	0,392	142	-693	-622	-10,7	-20,9	-26,3	-445	-129	-351
P6	0,127	-0,071	-0,007	385	214	406	20,3	-15,9	-5,8	-508	143	-110
P7	-0,023	-0,323	-0,334	555	286	563	-4,7	5,4	2,9	801	-860	-459
P8	-0,366	0,368	0,185	9	62	66	-17,7	-4,3	-13	-46	423	400
P9	0,253	0,049	0,175	-137	358	289	0,3	5,6	6,8	1322	189	850
P10	-0,068	-0,051	-0,085	246	100	223	2,3	0,1	1,3	93	292	338
variância	0,016	0,031		56725	110791		29,3	57,22		156400	305468	
$\hat{\mu}$		0,982			3596			223,5			5007	
$\bar{h}$		-0,086			338			9,7			681	

(1) Modelo de “top-cross” intragrupo (Chaves & Miranda Filho, 1997)

Tabela 40: Estimativas de parâmetros ⁽¹⁾ componentes de médias, suas respectivas variâncias, e capacidade geral de combinação ($\hat{g}_j$) detectados na análise de “top-cross” dos materiais do Experimento 5, no local de Anhembi para as variáveis GMA e PG, e no local de Piracicaba para as variáveis AP e PG.

	ANHEMBI						Piracicaba					
	GMA			PG			AP			PG		
	$\hat{v}_j$	$\hat{h}_j$	$\hat{g}_j$	$\hat{v}_j$	$\hat{h}_j$	$\hat{g}_j$	$\hat{v}_j$	$\hat{h}_j$	$\hat{g}_j$	$\hat{v}_j$	$\hat{h}_j$	$\hat{g}_j$
A1	0,135	0,003	0,070	-13	-98	-104	-12,9	-5,8	-12,2	-530	-594	-859
A2	-0,342	-0,011	-0,182	-232	96	-20	-4,9	-1,4	-3,8	-520	-302	-562
A3	0,221	0,093	0,203	-273	-233	-369	-25,4	-3,7	-16,4	-405	-170	-372
A4	-0,129	-0,141	-0,205	411	151	356	5,5	-17,7	-14,9	959	197	676
A5	0,251	0,276	0,401	-343	-657	-828	5,6	-2,9	-0,1	863	-240	191
A6	-0,191	-0,076	-0,171	324	316	478	-4,94	-3,8	-6,2	299	-205	-55
A7	0,057	-0,031	-0,002	-276	2	-136	28,5	5,5	19,7	-252	954	828
A8	-0,202	0,119	0,018	453	255	481	6,1	14,8	17,8	49	-21	3
A9	0,199	-0,235	-0,135	-49	169	144	2,5	9,3	10,5	-461	382	151
variância	0,019	0,04		34600	71494		31,75	65,62		136676	282416	
$\hat{\mu}$		1,437			2446			213,4			4406	
$\bar{h}$		-0,161			509			3,6			577	

(1) Modelo de “top-cross” intragrupo (Chaves & Miranda Filho, 1997)

Tabela 41: Estimativas de parâmetros ⁽¹⁾ componentes de médias, suas respectivas variâncias, e capacidade geral de combinação ($\hat{g}_j$) detectados na análise de “top-cross” dos materiais do Experimento 6, no local de Anhembi para as variáveis GMA e PG, e no local de Piracicaba para as variáveis AP e PG.

	ANHEMBI						Piracicaba					
	GMA			PG			AP			PG		
	$\hat{v}_j$	$\hat{h}_j$	$\hat{g}_j$	$\hat{v}_j$	$\hat{h}_j$	$\hat{g}_j$	$\hat{v}_j$	$\hat{h}_j$	$\hat{g}_j$	$\hat{v}_j$	$\hat{h}_j$	$\hat{g}_j$
A10	0,013	-0,062	-0,055	701	-566	-215	-14,8	6,8	-0,6	318	-172	-13
A11	0,312	0,165	0,321	-206	-689	-792	-18,4	8,9	-0,3	-524	-1897	-2159
A12	-0,319	0,121	-0,038	334	259	426	-17,8	1,6	-7,3	-753	1580	1203
A13	0,233	0,122	0,238	-718	319	-40	-10,4	-9,4	-14,6	-531	370	104
A14	0,036	-0,055	-0,037	-17	7	-1	3,4	-14,5	-12,8	-142	-445	-516
A15	0,059	-0,057	-0,027	-227	717	603	8,1	5,1	9,15	680	479	819
A16	-0,089	-0,241	-0,285	511	-181	74	-5,8	-6,1	-9	-233	-76	-192
A17	-0,213	0,037	-0,069	901	160	610	14,1	-23,2	-16,1	45	1684	1706
A18	-0,062	0,438	0,407	-448	-461	-685	-7,4	-14,1	-17,8	-122	-1000	-1061
A19	-0,305	0,186	0,033	-181	274	183	-4,8	33,3	30,9	166	1131	1214
A20	-0,124	-0,011	-0,073	-198	137	38	17,6	-12,9	-4,1	548	-354	-80
A21	0,554	-0,084	0,193	-438	915	696	3,1	18,1	19,6	475	-429	-191
A22	-0,095	-0,128	-0,175	-15	-893	-900	33,1	6,3	22,8	69	-873	-838
variân.	0,018	0,043		78727	137447		38,45	67,13		182462	318555	
$\hat{\mu}$		1,238			2553			223,5			4125	
$\bar{h}$		-0,077			422			9,6			507	

(1) Modelo de “top-cross” intragrupo (Chaves & Miranda Filho, 1997)

Tabela 42 : Predição de médias de compostos para as variáveis GMA e PG no Anhembi (média de duas épocas de plantio) e Piracicaba, para as variáveis AP e PG, para tamanhos variáveis de k, nos materiais do Experimento 4.

ANHEMBI			PIRACICABA		
Composto	GMA	PG #	Composto	AP	PG #
P1-P7	0,521	4756	P9-P10	234	6187
P1-P7-P6	0,704	4358	P9-P4-P8	231	6292
P1-P7-P6-P9	0,787	4396	P9-P4-P8-P10	233	6375
P1-P7-P6-P9-P10	0,750	4428	P9-P4-P8-P10-P1	237	6340
P1-P7-P6-P9-P10-P8	0,725	4402	P9-P4-P8-P10-P1-P6	236	6238
P1-P7-P6-P9-P10-P8-P4	0,728	4353	P9-P4-P8-P10-P1-P6-P5	229	6104
P1-P7-P6-P9-P10-P8-P4-P2	0,740	4277	P9-P4-P8-P10-P1-P6-P5-P7	230	5994
P1-P7-P6-P9-P10-P8-P4-P2-P5	0,848	4142	P9-P4-P8-P10-P1-P6-P5-P7-P2	232	5896
P1/P10	0,897	3884	P1/P10	234	5764

Média predita para o composto mais produtivo dentro de cada classe (tamanho)

Tabela 43 : Predição de médias de compostos para as variáveis GMA e PG no Anhembi (média de duas épocas de plantio) e Piracicaba para as variáveis AP e PG, para tamanhos variáveis de k, nos materiais do Experimento 5.

ANHEMBI			PIRACICABA		
Composto	GMA	PG #	Composto	AP	PG #
A8-A6	1,162	3442	A4-A7	227	5701
A8-A6-A4	1,085	3592	A4-A7-A5	226	5822
A8-A6-A4-A9	1,080	3548	A4-A7-A5-A9	228	5717
A8-A6-A4-A9-A2	1,033	3458	A4-A7-A5-A9-A8	232	5630
A8-A6-A4-A9-A2-A1	1,086	3378	A4-A7-A5-A9-A8-A6	228	5555
A8-A6-A4-A9-A2-A1-A7	1,105	3304	A4-A7-A5-A9-A8-A6-A3	222	5403
A8-A6-A4-A9-A2-A1-A7-A3	1,168	3196	A4-A7-A5-A9-A8-A6-A3-A1	220	5242
A1/A9	1,257	3018	A1/A9	218	5056

Média predita para o composto mais produtivo dentro de cada classe (tamanho)

Tabela 44 : Predição de médias de compostos para as variáveis GMA e PG no Anhembi (média de duas épocas de plantio) e Piracicaba para as variáveis AP e PG, para tamanhos variáveis de k, nos materiais do Experimento 6.

ANHEMBI				PIRACICABA		
Composto	GMA	PG #	Composto	AP	PG #	
A17-A12	1,004	3628	A17-A19	269	5937	
A17-A21-A15	1,086	3759	A17-A19-A12	262	6295	
A17-A21-A15-A12	1,045	3837	A17-A19-A12-A15	267	6435	
A17-A21-A15-A12-A19	1,056	3772	A17-A19-A12-A15-A13	261	6202	
A17-A21-A15-A12-A19-A-16	0,988	3712	A17-A19-A12-A15-A13-A10	261	6018	
A17-A21-A15-A12-A19-A-16-A20	0,987	3638	A17-A19-A12-A15-A13-A10-A20	260	5859	
A17-A21-A15-A12-A19-A-16-A20-A14	0,997	3573	A17-A19-A12-A15-A13-A10-A20-A21	265	5703	
A17-A21-A15-A12-A19-A-16-A20-A14-A13	1,062	3506	A17-A19-A12-A15-A13-A10-A20-A21-A16	263	5566	
A17-A21-A15-A12-A19-A-16-A20-A14-A13-A10	1,054	3434	A17-A19-A12-A15-A13-A10-A20-A21-A16-A14	261	5397	
A17-A21-A15-A12-A19-A-16-A20-A14-A13-A10-A18	1,129	3285	A17-A19-A12-A15-A13-A10-A20-A21-A16-A14-A22	265	5203	
A17-A21-A15-A12-A19-A-16-A20-A14-A13-A10-A18-A11	1,182	3145	A17-A19-A12-A15-A13-A10-A20-A21-A16-A14-A22-A18	262	5004	
A10/A22	1,153	3011	A10/A22	262	4674	

Média predita para o composto mais produtivo dentro de cada classe (tamanho)

Tabela 45. Contribuição relativa das fontes da variação (soma de quadrados) observadas nas ANAVAs das tabelas dialéticas (parciais), das variáveis GMA e PG, no local de Anhembi e AP e PG em Piracicaba, nos Experimentos Exp1, Exp2 e Exp3.

Exp. 1	ANHEMBI		PIRACICABA	
	GMA	PG	AP	PG
Populações	100,0	100,0	100,0	100,0
Variedades	95,3	89,1	87,5	78,8
Heterose	5,9	9,2	12,5	10,2
Het. média	54,2	1,0	19,1	35,9
Het. varietal	3,0	67,8	57,7	42,0
H. específica	42,8	31,2	23,2	22,1

Exp. 2	ANHEMBI		PIRACICABA	
	GMA	PG	AP	PG
Populações	100,0	100,0	100,0	100,0
Variedades	59,0	51,6	80,6	16,8
Heterose	40,9	48,4	19,4	83,2
Het. média	77,7	68,9	2,5	31,3
Het. varietal	8,1	16,2	21,6	15,3
H. específica	14,2	14,9	75,9	53,4

Exp. 3	ANHEMBI		PIRACICABA	
	GMA	PG	AP	PG
Populações	100,0	100,0	100,0	100,0
Variedades	68,8	62,5	85,4	45,3
Heterose	31,2	37,5	14,6	54,7
Het. média	39,2	50,7	1,1	29,8
Het. varietal	14,8	13,2	16,4	14,6
H. específica	46,0	36,1	82,5	55,6

FIGURAS

Figura 1. Distribuição de frequências da variável GMA na testemunha intercalar.

Figura 2. Distribuição de frequências da variável %I (incidência), na testemunha intercalar.