VALOR GENÉTICO E POTENCIAL HETERÓTICO DE POPULAÇÕES DE MILHO (*Zea mays* L.)

RICARDO MACHADO DA SILVA

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
Junho - 2001

ERRATA

Página	Parágrafo	onde se lê	leia-se
xvi	2 ^o	coeficiente de variação genético	coeficiente de variação genética
xviii	2 ^o	coefficient of variation (CV _g)	coefficient of genetic variation (CV _g)
4	2 ^o	tem-se utilizado com frequência famílias de meio irmãos	têm-se utilizado com frequência famílias de meios irmãos
16	2 ^o	cerca de 12.0000	cerca de 12.000
23	1 ^o	Tabela 4	Tabela 5
23	1 ^o	$\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2 = \hat{\sigma}_p^2 + \frac{\hat{\sigma}_e^2}{J}$	$\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2 = \hat{\sigma}_p^2 + \frac{\hat{\sigma}^2}{J}$
23	1 ^o	$\hat{h}_m^2 = \hat{\sigma}_p^2 / \hat{\sigma}_f^2$	$\hat{h}_m^2 = \hat{\sigma}_p^2 / \hat{\sigma}_{\bar{F}}^2$
30	1 ^o	efeito do tratamento i (i = 1, 2, ..., I), aleatório	efeito do tratamento i (i = 1, 2, ..., I), fixo
37	1 ^o	ambiental entre parcelas ($\hat{\sigma}^2$)	residual entre parcelas ($\hat{\sigma}^2$)
45	1 ^o	As maiores médias para CE envolveram a população GO-G	As maiores médias para CE envolveram a população GO-L
47	3 ^o	a segunda maior média	a terceira maior média
52	1 ^o	programas de melhoramento de milho no Brasil	programas de melhoramento de milho
55	1 ^o	GN-01 e GO-G X GN-03	GN-01 e GO-B X GN-03
56	2 ^o	populações oriundas de Goiás	populações selecionadas em Goiás
57	2 ^o	no intervalo de 0,4 a 0,6	com frequências intermediárias

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

Silva, Ricardo Machado

Valor genético e potencial heterótico populações de milho (*Zea mays* L.) / Ricardo Machado Silva. - Piracicaba, 2001.
121 p.

Tese (doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2001.
Bibliografia.

1. Cruzamento dialélico 2. Melhoramento genético vegetal 3. Milho 4. Parâmetro genético 5. Variabilidade genética I. Título

CDD 633.15

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

Aos meus queridos pais, José Machado e Terezinha e
aos meus irmãos, Marcelo e Flávia, pelo apoio
e ensinamentos da vida,

DEDICO

À Luciana, pelo inestimável prazer
de sua companhia e amor,
OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. José Branco de Miranda Filho pela orientação e atenção dispensadas durante estes anos, os quais contribuíram para o meu desenvolvimento profissional.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo, pela oportunidade da realização do curso;

A Luciano Lourenço Nass pela amizade, valiosas contribuições, e ensinamentos prestados;

Aos professores do Departamento de Genética da ESALQ/USP, pelos ensinamentos;

Aos amigos Marcelo, Camilo, Monalisa, Mariza, Elizabete, Ricardo, Maria Teresa, Heiko, Marlene, Rainério, Inês, Raimundo, Sandro, Alexandre Sebbenn, Alexandre Coelho, Américo, Aurélio, Andréa e Felix pelo convívio ao longo destes anos;

Aos meus colegas do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas);

Ao Conselho Nacional Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos;

Aos funcionários do Departamento de Genética (ESALQ) pela dedicação e auxílio nas atividades de campo;

Às bibliotecárias Silvana Oliveira, Eliana Sabino e Silvia pelo auxílio na organização das referências bibliográficas, a Léia pelos serviços burocráticos e ao Berdan pela encadernação da tese;

Aos que direta ou indiretamente me auxiliaram no presente trabalho e principalmente àqueles que torceram para que eu alcançasse mais esse objetivo.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	viii
RESUMO	xvi
SUMMARY	xviii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Componentes de variância.....	3
2.2 Cruzamentos dialélicos.....	7
2.3 Cruzamentos intervarietais e heterose.....	10
3 MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1 Avaliação <i>per se</i> das populações.....	16
3.1.1 Material.....	16
3.1.2 Execução experimental	17
3.1.3 Caracteres avaliados.....	19
3.1.4 Análises de variância.....	20
3.1.5 Estimativas do progresso genético	24
3.2 Avaliação das populações em cruzamentos.....	25
3.2.1 Material.....	25
3.2.2 Obtenção dos cruzamentos dialélicos	26
3.2.3 Execução experimental	27
3.2.4 Caracteres avaliados.....	28
3.2.5 Análises de variância.....	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35

4.1 Avaliação <i>per se</i> das populações	35
4.1.1 Análise dos valores médios das populações em estudo	35
4.1.2 Análises de variância.....	36
4.1.3 Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos.....	37
4.1.3.1 Peso de espigas	37
4.1.3.2 Altura de plantas.....	39
4.1.3.3 Altura de espigas	40
4.1.3.4 Progresso genético esperado por seleção	41
4.2 Avaliação das populações em cruzamento dialélico	42
4.2.1 Médias das variedades e híbridos.....	43
4.2.1.1 Altura da planta e altura da espiga	43
4.2.1.2 Comprimento e diâmetro da espiga	44
4.2.1.3 Peso de espiga e peso de grãos	45
4.2.2 Análises de variância.....	48
4.2.2.1 Análises de variâncias conjuntas.....	48
4.2.2.2 Análises de variâncias dos cruzamentos dialélicos.....	49
4.2.3 Estimativas dos parâmetros	51
4.3 Considerações finais.....	55
5 CONCLUSÕES	58
ANEXOS.....	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	111

LISTA DE FIGURAS

Página

1 Distribuição de médias do caráter peso de espigas das progênies de meios irmãos da população GO-DENTADO. Rio Verde – GO. Ano Agrícola de 1997/98.....	109
2 Distribuição de médias do caráter peso de espigas das progênies de meios irmãos da população GO-FLINT. Rio Verde – GO. Ano Agrícola de 1997/98.....	109
3 Distribuição de médias do caráter peso de espigas das progênies de meios irmãos da população GO-BRANCO. Rio Verde - GO. Ano Agrícola de 1997/98.....	110
4 Distribuição de médias do caráter peso de espigas das progênies de meios irmãos da população GO-AMARELO. Rio Verde - GO. Ano Agrícola de 1997/98.....	110
5 Distribuição de médias do caráter peso de espigas das progênies de meios irmãos da população GO-GROSSO. Rio Verde - GO. Ano Agrícola de 1997/98.....	111
6 Distribuição de médias do caráter peso de espigas das progênies de meios irmãos da população GO-LONGO. Rio Verde – GO. Ano Agrícola de 1997/98.....	111

LISTA DE TABELAS

	Página
1 Estimativas da variância genética aditiva para produtividade (g/planta) ² , em diversas populações de milho no Brasil.....	6
2 Populações avaliadas, experimentos por populações e progênes por experimento	18
3 Esquema da análise de variância individual para cada experimento de acordo com o delineamento em blocos casualizados.....	21
4 Esquema da análise de variância agrupada para o modelo em blocos casualizados.....	22
5 Esperança matemática dos quadrados médios [E (QM)] da análise de variância agrupada, para as fontes de interesse, ao nível de totais de parcelas para o caráter peso de espigas (PE).....	22
6 Identificação das populações parentais dos compostos GN-01, GN-02, GN-03 e GN-04.....	26
7 Resumo da análise de variância preliminar individual para os experimentos de cruzamentos dialélicos segundo delineamento em blocos ao acaso.....	29

8	Resumo da análise de variância conjunta preliminar dos experimentos de cruzamentos dialélicos segundo delineamento de blocos ao acaso.....	30
9	Resumo da análise de variância de experimentos em cruzamentos dialélicos de acordo com o modelo de Gardner & Eberhart (1966).....	31
10	Expressões para os cálculos das estimativas dos parâmetros componentes do modelo proposto por Gardner & Eberhart (1966) de análise dialélica.....	32
11	Valores médios obtidos para os caracteres peso de espigas (PE), altura de plantas (AP) e altura da espiga (AE) em seis populações de milho e desempenho em relação à testemunha ¹ . Rio Verde – GO. 1997/98.....	61
12	Quadrados médios obtidos na análise de variância agrupada, média geral ($\bar{Y}$) e coeficiente de variação experimental ($CV_e \%$), para os caracteres peso de espigas (PE), altura de planta (AP) e altura de espiga (AE), na população GO-D. Rio Verde – GO. 1997/98.....	62
13	Quadrados médios obtidos na análise de variância agrupada, média geral ($\bar{Y}$) e coeficiente de variação experimental ($CV_e \%$), para os caracteres peso de espigas (PE), altura de planta (AP) e altura de espiga (AE), na população GO-B. Rio Verde – GO. 1997/98.....	63
14	Quadrados médios obtidos na análise de variância agrupada, média geral ($\bar{Y}$) e coeficiente de variação experimental ($CV_e \%$), para os caracteres peso de espigas (PE), altura de planta (AP) e altura de espiga (AE), na população GO-G. Rio Verde – GO. 1997/98.....	64

15	Quadrados médios obtidos na análise de variância agrupada, média geral ($\bar{Y}$) e coeficiente de variação experimental ($CV_e \%$), para os caracteres peso de espigas (PE), altura de planta (AP) e altura de espiga (AE), na população GO-A. Rio Verde – GO. 1997/98	65
16	Quadrados médios obtidos na análise de variância agrupada, média geral ($\bar{Y}$) e coeficiente de variação experimental ($CV_e \%$), para os caracteres peso de espigas (PE), altura de planta (AP) e altura de espiga (AE), na população GO-L. Rio Verde – GO. 1997/98.....	66
17	Quadrados médios obtidos na análise de variância agrupada, média geral ($\bar{Y}$) e coeficiente de variação experimental ($CV_e \%$), para os caracteres peso de espigas (PE), altura de planta (AP) e altura de espiga (AE), na população GO-F. Rio Verde – GO. 1997/98.....	67
18	Estimativas de parâmetros genéticos nas populações GO-D, GO-B, GO-G, GO-A, GO-L e GO-F, para o caráter peso de espigas. Rio Verde – GO. 1997/98.....	68
19	Estimativas de parâmetros genéticos nas populações GO-D, GO-B, GO-G, GO-A, GO-L e GO-F, para o caráter altura da planta. Rio Verde – GO. 1997/98.....	69
20	Estimativas de parâmetros genéticos nas populações GO-D, GO-B, GO-G, GO-A, GO-L e GO-F, para o caráter altura da espiga. Rio Verde – GO. 1997/98.....	70

21	Progresso genético esperado para os caracteres peso de espiga (PE), altura da planta (AP) e altura da espiga (AE), nas populações GO-D, GO-B, GO-G, GO-A, GO-L e GO-F. Rio Verde – GO. 1997/98.....	71
22	Médias das populações e híbridos para altura da planta (AP), altura da espiga (AE), comprimento de espiga (CE), diâmetro da espiga (DE), peso de espigas (PE), média geral ($\bar{X}$) e coeficientes de variação experimental [CV(%)]. Experimento 1. Anhembi – SP. 1998/99.....	72
23	Médias das populações e híbridos para altura da planta (AP), altura da espiga (AE), comprimento de espiga (CE), diâmetro da espiga (DE), peso de espigas (PE) e peso de grãos (PG), média geral ($\bar{X}$) e coeficientes de variação experimental [CV(%)]. Experimento 2. Anhembi – SP. Safrinha de 1999.....	74
24	Médias das populações e híbridos para altura da planta (AP), altura da espiga (AE) e peso de espigas (PE), média geral ($\bar{X}$) e coeficientes de variação experimental [CV(%)]. Experimento 3. Rio Verde – GO. 1998/99.	76
25	Médias das populações e híbridos para altura da planta (AP), altura da espiga (AE), comprimento de espiga (CE), diâmetro da espiga (DE), peso de espigas (PE) e peso de grãos (PG), média geral ($\bar{X}$) e coeficientes de variação experimental [CV(%)]. Experimento 4. Piracicaba – SP. Safrinha de 1999.....	78

26 Médias das populações e híbridos para altura da planta (AP) e altura da espiga envolvendo os ambientes 1, 2, 3 e 4, em cm; peso de espiga (PE) envolvendo os experimentos 1, 3 e 4, em t/ha e diâmetro da espiga (DE) envolvendo os experimentos 1, 2 e 4, em cm.....	80
27 Quadrados médios, coeficiente de variação experimental [CV(%)] e média geral ($\bar{Y}$) obtidos na análise de variância conjunta preliminar dos dialélicos para os caracteres altura da planta (AP), altura da espiga (AE), e peso de espigas (PE) de acordo com o delineamento em blocos casualizados com seis repetições.....	82
28 Quadrados médios, coeficiente de variação experimental [CV(%)] e média geral ($\bar{Y}$) obtidos na análise de variância conjunta preliminar dos dialélicos para os caracteres comprimento de espiga (CE) e diâmetro da espiga(DE) de acordo com o delineamento em blocos casualizados com seis repetições.....	83
29 Quadrados médios, coeficiente de variação experimental [CV(%)] e média geral ($\bar{Y}$) obtidos na análise de variância conjunta preliminar dos dialélicos para o caráter peso de grãos (PG) de acordo com o delineamento em blocos casualizados com seis repetições.....	84
30 Resumo das análises de variância conjuntas de cruzamentos dialélicos de acordo com o modelo de Gardner & Eberhart (1966) modificado para mais de um ambiente proposto por Moraes (1991) para altura da planta (AP) e altura da espiga (AE), em cm.....	85

31	Resumo das análises de variância conjuntas de cruzamentos dialélicos de acordo com o modelo de Gardner & Eberhart (1966) modificado para mais de um ambiente proposto por Moraes (1991) para diâmetro da espiga (DE) envolvendo os experimentos 1, 2 e 4, em cm ; e para peso de espigas (PE) envolvendo os experimentos 1, 3 e 4, em t/ha.....	86
32	Resumo das análises de variância de cruzamentos dialélicos de acordo com o modelo de Gardner & Eberhart (1966) para peso de espigas (PE), peso de grãos (PG), em t/ha e comprimento de espiga (CE), em cm. Experimento 2, Anhembi – SP. Safrinha de 1999.....	87
33	Resumo das análises de variância de cruzamentos dialélicos de acordo com o modelo de Gardner & Eberhart (1966) para peso de grãos (PG), em t/ha. Experimento 4, Piracicaba – SP. Safrinha de 1999.....	87
34	Resumo das análises de variância individuais de cruzamentos dialélicos segundo o modelo de Gardener & Eberhart (1966) para o caráter comprimento da espiga (CE) nos experimentos 1, 2 e 4.....	88
35	Estimativas conjuntas dos efeitos de populações (v_i) e heterose de populações (h_i) para altura da planta (AP) e altura da espiga (AE) envolvendo os experimentos 1, 2, 3 e 4, em cm; peso de espigas (PE) envolvendo os experimentos 1, 3 e 4, em t/ha e diâmetro da espiga (DE) envolvendo os experimentos 1, 2 e 4, em cm.....	89
36	Estimativas dos efeitos de populações (v_i) e de heterose de populações (h_i) para o caráter peso de espigas (PE), em t/ha. Experimento 2.....	90

37 Estimativas dos efeitos de populações (v_i) e heterose de populações (h_i) para o caráter peso de grãos (PG), em t/ha . Experimento 2 e 4.....	90
38 Estimativas dos efeitos de populações (v_i) e heterose de populações (h_i) para o caráter comprimento de espiga (CE), em cm. Experimentos 1, 2 e 4...	92
39 Estimativas conjuntas dos efeitos de heterose específica ($s_{ii'}$) para altura da planta (AP) e altura da espiga (AE) envolvendo os experimentos 1, 2, 3 e 4, em cm; para peso da espiga (PE) envolvendo os experimentos 1, 3 e 4, em t/ha e para diâmetro da espiga (DE) envolvendo os experimentos 1, 2 e 4 , em cm.....	92
40 Estimativas dos efeitos de heterose específica ($s_{ii'}$) para o caráter peso de espigas (PE), em t/ha. Experimentos 2.....	94
41 Estimativas dos efeitos de heterose específica ($s_{ii'}$) para o caráter peso de grãos (PG), em t/ha. Experimentos 2 e 4.....	96
42 Estimativas dos efeitos de heterose específica ($s_{ii'}$) para o caráter comprimento de espiga (CE) em cm. Experimentos 1, 2 e 4.....	98
43 Estimativas conjuntas de heterose (h_{ij}) e percentual de heterose (%h) em relação a média das populações genitoras para altura da planta (AP) e altura da espiga (AE) envolvendo os experimentos 1, 2, 3 e 4, em cm; para peso de espiga (PE) envolvendo os experimentos 1, 3 e 4, em t/ha e para diâmetro da espiga (DE) envolvendo os experimentos 1, 2 e 4, em cm.....	100
44 Estimativas de heterose (h_{ij}) e percentual de heterose (%h) em relação a média das populações genitoras para o caráter peso de espiga (PE), em t/ha, para o experimento 2. Anhembi – SP. Safrinha de 1999.....	102

45 Estimativas de heterose (h_{ij}) e percentual de heterose (%h) em relação a média das populações genitoras para o caráter peso de grãos (PG), em t/ha, nos experimentos 2 e 4.....	104
46 Estimativas de heterose (h_{ij}) e percentual de heterose (%h) em relação a média das populações genitoras para o caráter comprimento de espiga (CE), em cm nos experimentos 1, 2 e 4.....	106

VALOR GENÉTICO E POTENCIAL HETERÓTICO DE POPULAÇÕES DE MILHO (*Zea mays* L.)

Autor: RICARDO MACHADO DA SILVA

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ BRANCO DE MIRANDA FILHO

RESUMO

Seis populações, sintetizadas a partir de seleção fenotípica de espigas de polinização aberta em Rio Verde (GO), foram designadas por: GO-DENTADO, GO-FLINT, GO-AMARELO, GO-BRANCO, GO-LONGO e GO-GROSSO, as quais são simbolizadas por GO-D, GO-F, GO-A, GO-B, GO-L e GO-G, respectivamente. As populações foram estudadas quanto ao seu valor genético (estudo intrapopulacional) e seu potencial heterótico em cruzamento dialélico completo envolvendo as populações GO e outras quatro populações do Departamento de Genética (ESALQ/USP): GN-01, GN-02, GN-03 e GN-04.

No estudo intrapopulacional, foram avaliadas 1639 progênies de meios irmãos, assim distribuídas: 264 (GO-D), 273 (GO-F), 297 (GO-A), 297 (GO-B), 287 (GO-L) e 221 (GO-G). As progênies foram avaliadas em blocos casualizados com três repetições em Rio Verde (GO), usando-se o híbrido G-85 como testemunha intercalada a cada dez parcelas em todas as repetições. Foram avaliados os caracteres: PE- peso total de espigas, AP- altura da planta e AE- altura da espiga. Para todos os caracteres foram estimados: variância genética aditiva (σ_A^2), coeficiente de herdabilidade (h_m^2 , para médias de progênies), coeficiente de variação genético (CVg) e índice de variação (b). O nível de produtividade das populações esteve no intervalo de 7,21 t/ha (GO-B) a 8,54 t/ha (GO-F) equivalentes a 89,5% e 90,6% da produtividade da testemunha,

respectivamente. As estimativas de σ_A^2 em $(g/planta)^2$, h_m^2 , $CVg(\%)$ e b para produtividade variaram de 199,83 (GO-B) a 306,05 (GO-D), 0,326 (GO-B) a 0,443 (GO-D), 5,39% (GO-L) a 6,35% (GO-D) e 0,40 (GO-B) a 0,51 (GO-D), respectivamente. Um alto padrão de variabilidade também foi detectado para os caracteres AP e AE.

No estudo de padrão heterótico com base no cruzamento dialélico completo (10 x 10), segundo o modelo de Gardner & Eberhart (1966), as avaliações experimentais foram realizadas em quatro ambientes: Experimento 1 (Anhembi, SP; safra normal), Experimento 2 (Anhembi, SP; safrinha), Experimento 3 (Rio Verde, GO; safra normal) e Experimento 4 (Piracicaba, SP; safrinha). Além dos caracteres já mencionados (PE, AP e AE) foram incluídos CE- comprimento da espiga e DE- diâmetro da espiga. Para PE, a maior expressão de heterose verificada nas condições ambientais dos experimentos 1, 3 e 4 foram obtidas pelo híbrido GO-L X GN-01 e para o híbrido GN-03 X GN-04 nas condições do experimento 2. A heterose média foi maior nas condições dos experimentos 1, 3 e 4 que nas condições do experimento 2. As maiores estimativas de heterose específica foram observadas para o híbrido GO-B x GN-3 nas condições dos Experimentos 1, 3 e 4 e GO-D x GO-A no Experimento 2. Quanto ao potencial das populações *per se* para PE e PG, as populações GN-03 e GN-04 se sobressaíram nas condições dos experimentos 1, 3 e 4 e a população GO-D se sobressaiu nas condições do experimento 2. De um modo geral, as expressões de heterose para PE e PG foram relativamente baixas e atribuídas ao fato de todas as populações genitoras serem de base genética ampla e polinização aberta, próximas do equilíbrio em condições de panmixia. Provavelmente, nessas populações, a maioria dos locos devem estar com frequência alélica intermediária e com baixa frequência de alelos fixados (frequência 0 ou 1). A heterose para os demais caracteres também apresentaram baixa magnitude.

GENETIC VALUE AND HETEROTIC POTENTIAL OF MAIZE (*Zea mays* L.) POPULATIONS

Author: RICARDO MACHADO DA SILVA

Adviser: Prof. Dr. JOSÉ BRANCO DE MIRANDA FILHO

SUMMARY

Six maize (*Zea mays* L.) populations, obtained through phenotypic selection of open-pollinated ears in Rio Verde (GO), were designated by: GO-DENTADO, GO-FLINT, GO-AMARELO, GO-BRANCO, GO-LONGO e GO-GROSSO, which were symbolized by GO-D, GO-F, GO-A, GO-B, GO-L e GO-G, respectively. This set of populations were studied in relation to their genetic value (intrapopulation study) and their heterotic potential in a complete diallel including the GO populations and other four populations from the Department of Genetics (ESALQ/USP): GN-1, GN-2, GN-3 e GN-4.

In the intrapopulation study 1639 half-sib progenies were evaluated, which were distributed in: 264 (GO-D), 273 (GO-F), 297 (GO-A), 297 (GO-B), 287 (GO-L) e 221 (GO-G). All progenies were evaluated in completely randomized blocks with three replications in Rio Verde (GO), including the commercial hybrid G-85 as check, intercalated at ten plots in all replications. The following traits were analysed: PE- total ear weight, AP- plant height and AE- ear height. Parameters estimates were obtained for: additive genetic variance (σ_A^2), coefficient of heritability (h_m^2 , for progeny means), coefficient of variation (CVg) and index of variation (b). Yield level of populations were in the range of 7,21 t/ha (GO-B) to 8,54 t/ha (GO-F) which are equivalent to 89,5% and 90,6% of the check yield, respectively. Estimates of σ_A^2 in (g/planta)², h_m^2 , CVg(%) and

b for yield ranged from 199,83 (GO-B) to 306,05 (GO-D), 0,326 (GO-B) to 0,443 (GO-D), 5,39% (GO-L) to 6,35% (GO-D) and 0,40 (GO-B) to 0,51 (GO-D), respectively. A high pattern of variability also was detected for AP and AE

In the study of heterotic pattern based on the diallel cross (10 x 10), according to the model of Gardner & Eberhart (1966), experimental evaluations were carried out in four environments: Experiment 1 (Anhembi, SP; normal season), Experiment 2 (Anhembi, SP; off-season or “safrinha”), Experiment 3 (Rio Verde, GO; normal season) and Experiment 4 (Piracicaba, SP; off-season). Besides the traits already mentioned (PE, AP e AE), two additional traits were included: CE- ear length and DE- ear diameter. For PE, the highest heterosis expression was for the cross GO-L X GN-01 in the conditions of experiments 1, 3 and 4 and for the cross GN-03 X GN-04 in the conditions of experiment 2. The average heterosis was higher in the conditions of experiments 1, 3 and 4 as compared with the estimate in the conditions of experiment 2. The highest estimated for specific heterosis were for the cross GO-B x GN-3 in the conditions of Experiments 1, 3 and 4, and GO-D x GO-A in Experiment 2. Among the parental populations, outstanding yield was observed for GN-3 and GN-4 in the conditions of experimentos 1, 3 e 4 and for population GO-D in the conditions of experimento 2. In general, heterosis for PE was relatively low and was attributed to the fact that all the parental populations are open-pollinated with broad genetic base, near the equilibrium under the condition of panmixy. Probably, in this set of populations the higher proportion of loci have intermediated allele frequencies with a low proportion of fixed alleles (frequency 0 or 1). The heterosis for the other traits also were of low magnitude.

1 INTRODUÇÃO

O milho é uma das plantas cultivadas que mais contribuiu na alimentação humana, direta e indiretamente. Portanto, é uma cultura onde os processos de melhoramento genético têm sido utilizados extensivamente e, mesmo assim, ainda demonstra um alto potencial genético para a melhoria de suas características de interesse agrônomo.

Provavelmente, *Zea mays* L. está entre as espécies que atingiram o maior grau de domesticação e que apresenta a maior variabilidade natural. Existem aproximadamente 300 raças de milho adaptadas às diferentes condições climáticas como também a vários usos. As diferenças fisiológicas e morfológicas existentes entre as diversas raças são de natureza gênica, não se observando grandes variações estruturais ou numéricas nos cromossomos associados à variabilidade, o que permite ampla possibilidade de cruzamentos entre os diversos materiais genéticos. De acordo com Paterniani (1993), praticamente, toda a variabilidade genética encontrada em populações é fruto da seleção ao longo das gerações.

Em programas de melhoramento de milho, a avaliação e o conhecimento detalhado de parâmetros genéticos de populações constitui um ponto importante e merece grande atenção dos melhoristas. Através destes dados, o melhorista pode escolher dentre as populações disponíveis, aquelas que apresentam maior potencial, definindo com maior segurança a estratégia a ser seguida no programa, garantindo o sucesso do mesmo. A escolha da população base é fundamental para o sucesso de qualquer programa de melhoramento (Hallauer & Miranda Filho, 1995).

Em programas de empresas comerciais, nas quais os objetivos devem ser alcançados em curto prazo, a utilização de populações mais promissoras parece ser uma

boa estratégia. Sabe-se que a obtenção de híbridos de milho superiores depende em grande parte das populações das quais serão extraídas as linhagens.

Paterniani & Miranda Filho (1987), ressaltaram a dupla finalidade de uma população melhorada, a qual pode ser útil não apenas para a obtenção de híbridos mas também de muita importância em plantios comerciais em áreas onde a utilização de sementes híbridas é inviável.

O estudo das populações do ponto de vista genético pode ser realizado por várias metodologias. As duas metodologias mais utilizadas são a estimação dos componentes de variância genética e os cruzamentos dialélicos. A primeira permite estimar entre outros, o coeficiente de herdabilidade e o progresso esperado por seleção, os quais auxiliam os melhoristas a utilizar os métodos de melhoramento de forma mais adequada. A segunda metodologia, pelo estudo da capacidade de combinação entre populações e a obtenção de seus componentes, permite a escolha das populações mais promissoras para a formação de compostos, isto é, materiais originados a partir do inter cruzamento de diferentes populações.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial genético de seis compostos de milho (Composto GO-Flint; Composto GO-Dentado; Composto GO-Longo; Composto GO-Grosso; Composto GO-Amarelo; Composto GO-Branco) desenvolvidos pelo Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”- USP. O potencial genético destes materiais foi avaliado por meio da determinação das estimativas de parâmetros genéticos resultantes dos componentes de variância e da metodologia de cruzamentos dialélicos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Componentes de variância

O sucesso em um programa de melhoramento depende fundamentalmente da variabilidade genética das populações escolhidas. Esta variabilidade somente pode ser verificada através de estudos prévios que visam a estimação de parâmetros genéticos, os quais se constituem em indicadores da magnitude dessa variabilidade. Dessa forma, a obtenção da estimativa da variância genética entre progênies, variância genética aditiva, coeficiente de variação genético, ganho genético esperado e coeficiente de herdabilidade, se constituem em informações importantes para os programas de melhoramento de milho.

Fischer (1918) foi o primeiro pesquisador que procurou fazer uma partição da variância genotípica em três componentes: (1) aditiva, relacionada com o efeito médio do alelo; (2) dominante, originada da interação entre alelos do mesmo loco; e (3) epistático, resultante da interação entre genes (interações não alélicas ou epistáticas). Esta partição é muito útil no melhoramento para conhecer o tipo de ação gênica predominante no controle de um dado caráter.

Segundo Vencovsky & Barriga (1992), os parâmetros componentes da variação fenotípica de um caráter podem ser estimados a partir de quadrados médios, isto é, a partir da análise de variância de dados experimentais, provenientes de ensaios com duas ou mais repetições. Após a obtenção dos quadrados médios, são estabelecidas as suas esperanças matemáticas de acordo com o modelo que rege o delineamento. Finalmente são resolvidas as equações resultantes. Esse resultado fornece as estimativas dos

componentes de variação, segundo a metodologia conhecida como "Método dos Momentos" (Kempthorne, 1975).

As estimativas dos componentes de variância genética são obtidas através de delineamentos genéticos apropriados e a quantidade de variância explorada depende do tipo de progênie utilizada (Hallauer & Miranda Filho, 1995).

No Brasil, tem-se utilizado com frequência famílias de meio irmãos para a estimação da variância genética aditiva ao nível intrapopulacional (Vencovsky et al. , 1988).

Vencovsky et al. (1988) realizaram um amplo levantamento das estimativas das variâncias genéticas aditivas a nível intrapopulacional em populações brasileiras para produção. Dando sequência a esse levantamento, Nass (1992) e Cunha (1996) realizaram uma revisão das estimativas de parâmetros genéticos obtidos em diferentes populações de milho no Brasil. Algumas estimativas recentes da variância genética aditiva para produtividade, são apresentadas na Tabela 1 referentes aos trabalhos abaixo descritos.

Cunha (1996) utilizando progênies de meios-irmãos, estudou o potencial genético de populações de milho obtidas a partir de germoplasma exótico na região de Ponta Grossa (PR) e Rio Verde (GO). Em face dos resultados obtidos, o autor afirma que a utilização de materiais exóticos constitui-se em uma maneira eficiente de se obter populações base com ampla variabilidade genética para uso em programas de melhoramento.

Com o objetivo de elevar a frequência de alelos favoráveis e estimar os parâmetros genéticos de algumas características agronômicas, Pacheco et al. (1998) submeteram as populações CMS-42 e CMS-43 de milho pipoca ao segundo ciclo de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos. Para a característica peso de espigas, os resultados mostraram que a população CMS-43 possui maior potencial genético do que a população CMS-42.

Carvalho et al. (2000a) visando a obtenção de um material mais produtivo, com altos teores de triptofano e lisina na proteína e melhor adaptado às condições do Nordeste brasileiro, avaliaram a população CMS-453 em três ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos (ciclo 0, ciclo 1 e ciclo 2). Segundo os autores, a

magnitude dos parâmetros genéticos obtidos, evidenciam o potencial dessa população para ser utilizada em programas de melhoramento.

Costa et al. (2000) avaliaram o valor genético do composto NAP-PM selecionado para resistência a *Phaeosphaeria maydis*. Para esse objetivo foram avaliadas 300 progênies de meios-irmãos na região de Rio Verde (GO). Segundo os autores, o elevado coeficiente de variação experimental e a alta incidência de doenças contribuíram no sentido de mascarar a real estimativa da variabilidade genética contida nesse material.

Com o objetivo de se avaliar o potencial genético de populações para uso em programas de melhoramento, Paterniani et al. (2000), Mesquita et al. (2000), e Anjos & Andrade (2000) avaliaram, respectivamente, as populações IAC V3, Caraíba e Samambaia, e Composto Flintisa. Através das estimativas dos parâmetros genéticos apresentadas nesses trabalhos, os autores afirmaram que essas populações possuem variabilidade genética suficiente para serem utilizadas em programas de melhoramento.

Carvalho et al. (2000b) avaliaram o potencial genético da cultivar Br 5011 Sertanejo nos tabuleiros costeiros do nordeste brasileiro em cinco ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos. Os resultados obtidos no presente estudo demonstraram um grande potencial genético desse material acreditando-se que substanciais progressos serão obtidos com a continuidade do programa de seleção.

Com base nos resultados apresentados por Cunha (1996), e nos trabalhos desenvolvidos por Carvalho et al. (2000a, 2000b) verifica-se que o intervalo referente ao coeficiente de herdabilidade, coeficiente de variação genético e índice de variação genético, para produtividade, foram respectivamente, de 17,6% a 57,5%, 4,4% a 12% e 0,4 a 1,0.

Tabela 1. Estimativas da variância genética aditiva para produtividade (g/planta)², em diversas populações de milho no Brasil.

População	Variância Aditiva	Referências
CEX-1, CEX-2, CEX-3, CEX-4	146,64 a 970,48	Cunha (1996)
CMS-42	180,97	Pacheco et al. (1998)
CMS-43	486,85	Pacheco et al. (1998)
CMS-453	103,38 a 398,16	Carvalho et al. (2000a)
NAP-PM	91,11	Costa et al. (2000)
IAC V3	623,30	Paterniani et al. (2000)
CARAÍBA	278,28	Mesquita et al. (2000)
SAMAMBAIA	283,58	Mesquita et al. (2000)
BR 5011 SERTANEJO	171,80 a 865,00	Carvalho et al. (2000b)
COMPOSTO FLINTISA	595,92	Anjos & Andrade (2000)
Pop (s). brasileiras	41,00 a 753,00	Vencovsky et al. (1988)
Pop (s). brasileiras (revisão)	85,94 a 316,00	Nass (1992)
Pop (s). brasileiras (revisão)	73,40 a 677,38	Cunha (1996)

As estimativas médias das variâncias aditivas, obtidas de vários trabalhos por Hallauer & Miranda Filho (1995), para altura de planta e altura de espiga, foram respectivamente, 212,90 (cm/planta)² e 152,70 (cm/planta)². Em diversas populações brasileiras, Santos (1985) constatou que as estimativas de variância genética aditiva, para altura de plantas e altura da espiga, oscilaram entre 176,56 (cm/planta)² a 668,00 (cm/planta)², respectivamente. Cunha (1996), Anjos & Andrade (2000) e Paterniani et al. (2000), em seus respectivos estudos, também apresentaram essas estimativas dentro desse intervalo.

2.2 Cruzamentos dialélicos

Os cruzamentos dialélicos têm sido amplamente utilizados na avaliação de genótipos (linhagens, sintéticos , variedades, populações), existindo várias metodologias envolvendo este tipo de cruzamento. Essas metodologias servem tanto para a avaliação do potencial do material em cruzamentos como para predição de compostos que podem ser sintetizados a partir desses materiais.

Cruzamentos dialélicos compreendem todos os cruzamentos possíveis entre um grupo de n materiais dois a dois, e a análise é feita a partir da construção de uma tabela dialélica que contém todos os $n\left(\frac{n-1}{2}\right)$ híbridos possíveis, podendo ou não conter os parentais e os híbridos recíprocos.

Sprague & Tatum (1942) apresentaram os conceitos de capacidade geral e específica de combinação que são termos muito utilizados atualmente no melhoramento de plantas. Esses autores definiram capacidade geral de combinação como sendo o comportamento médio de um genitor em combinações híbridas. A capacidade específica de combinação foi definida para aqueles casos em que certas combinações híbridas são relativamente melhores ou piores do que o esperado com base no comportamento médio dos genitores envolvidos. A capacidade geral de combinação foi relacionada a efeitos genéticos aditivos enquanto a capacidade específica de combinação, a efeitos genéticos não aditivos (dominância e epistasia).

Na cultura do milho, os métodos que têm sido mais utilizados para a avaliação de linhagens e de populações, são os propostos por Griffing (1956) e por Gardner & Eberhart (1966).

Griffing (1956) apresentou uma metodologia onde são estimados os efeitos e as somas de quadrados da capacidade geral e específica de combinação em genótipos parentais. Essa metodologia pode ser utilizada em quatro situações diferentes: (1) com p linhagens parentais, um grupo de híbridos F_1 e seus recíprocos, obtendo todas as p^2 combinações; (2) com as linhagens parentais e um grupo de híbridos F_1 , faltando

seus recíprocos obtendo-se $\left[p \left(\frac{p+1}{2} \right) \right]$ combinações; (3) com híbridos F_1 e seus recíprocos, faltando as linhagens paternas obtendo-se $p(p-1)$ combinações e (4) com apenas o grupo de híbridos F_1 , faltando tanto seus recíprocos como as linhagens parentais obtendo-se $\left[p \left(\frac{p-1}{2} \right) \right]$ combinações. Essa metodologia era bastante utilizada em linhagens endogâmicas, pois visava avaliar e discutir as qualidades das linhagens em combinações híbridas. Com a tendência de se usar cada vez mais variedades de polinização livre em programas de melhoramento de milho, houve a necessidade de obter uma metodologia para a análise de dialélicos em populações. Assim, Gardner & Eberhart (1966) apresentaram esquemas de análise de dialelos para um conjunto de variedades de polinização livre. O método I, fornece informações mais detalhadas dos efeitos genéticos, onde são testados os efeitos aditivos, de dominância e de heterose. A utilização desse método somente é possível quando se tem as gerações de autofecundação dos parentais e de seus possíveis híbridos. No método II, onde estão incluídos apenas o grupo de variedades e seus híbridos, são avaliados os efeitos de variedades e os efeitos de heterose. Em ambos os métodos acima mencionados, a heterose total é desmembrada em heterose média, heterose de variedades e heterose específica. O método III refere-se apenas à avaliação dos cruzamentos entre o respectivo grupo de variedades. Nesse método, o modelo é decomposto em efeitos de capacidade geral e específica de combinação, à semelhança do método 4 de Griffing (1956).

A utilização desses métodos pode se tornar inviável à medida que o número de parentais envolvidos é aumentado. Com isso, o número de combinações possíveis aumenta demasiadamente dificultando a avaliação experimental, (Hallauer & Miranda Filho, 1995). Uma alternativa para esse problema foi o desenvolvimento de esquemas de cruzamentos dialélicos parciais, em que apenas uma parte dos cruzamentos possíveis são realizados. Assim, se torna possível a avaliação de um maior número de parentais.

Miranda Filho & Geraldi (1984) apresentaram uma metodologia de cruzamentos dialélicos parciais na qual são empregados dois grupos fixos de variedades e seus cruzamentos. Assim, grupos de materiais com características distintas e de

importância para o melhoramento, podem ser estudados quanto aos seus comportamentos em cruzamentos, (Morello, 2000). Ainda utilizando esquema de cruzamento dialélico parcial, Geraldi & Miranda Filho (1988) propuseram dois esquemas para avaliar a capacidade combinatória de variedades. O primeiro esquema refere-se a uma adaptação ao método 2 de Griffing (1956), enquanto o segundo esquema, foi desenvolvido com base no modelo de Sprague & Tatum (1942).

Kempthorne & Curnow (1961) apresentaram a metodologia conhecida por cruzamento dialélico parcial circulante. Nesse método apenas uma parte dos cruzamentos possíveis entre um conjunto n de linhagens é obtida. Desse modo, de um total de $\frac{n(n-1)}{2}$ cruzamentos, será avaliado apenas $\frac{1}{2}ns$ cruzamentos. Uma restrição sobre esse método é que ele foi proposto para apenas um conjunto aleatório de linhagens. Utilizando progênies de duas populações distintas, Miranda Filho & Vencovsky (1999) apresentaram a metodologia de cruzamentos dialélicos parciais circulantes ao nível interpopulacional. Nessa metodologia são utilizados n genótipos de cada uma das duas populações. São realizados ns cruzamentos, sendo s o número de vezes que cada genótipo é cruzado com genótipos da população contrastante.

No melhoramento de plantas, existem espécies que possuem uma grande dificuldade na produção de sementes F_1 para a realização de avaliações. Assim, Miranda Filho & Chaves (1996) empregando a metodologia original de Gardner & Eberhart (1966) apresentaram um método onde se utiliza apenas as variedades parentais e as gerações F_2 dos cruzamentos entre essas, para se obter as estimativas dos efeitos genéticos.

Cruz & Regazzi (1994) relataram ainda outros métodos propostos para a análise de cruzamentos dialélicos como por exemplo, os dialélicos desbalanceados onde todas as combinações estão representadas, mas em frequência variável devido a diferentes repetições por tratamento e os dialélicos incompletos nos quais os genitores são representados por um número variável de cruzamentos.

2.3 Cruzamentos intervarietais e heterose

Um dos maiores acontecimentos na história do melhoramento de plantas foi a descoberta do fenômeno da heterose, também conhecido como vigor híbrido.

Os trabalhos de Beal (1880) envolvendo hibridações entre variedades de polinização livre, despertaram o interesse pela hibridação como um método para aumentar a produtividade do milho devido a superioridade do híbrido intervarietal em relação às variedades parentais. Impacto maior foi causado com o entendimento dos mecanismos de depressão endogâmica e da heterose nos cruzamentos envolvendo linhagens endogâmicas propiciados pelos trabalhos de Shull e East (Miranda Filho & Viégas, 1987).

Em geral, o termo heterose refere-se ao aumento de tamanho, vigor, crescimento, rendimento, entre outros caracteres quantitativos observados nos híbridos em relação a seus pais (Shull, 1948).

A heterose é função dos efeitos de dominância dos genes, para um caráter em questão, do quadrado da diferença das frequências gênicas dos genitores e dos efeitos epistáticos que, geralmente, são negligenciados (Falconer & Mackay, 1996). Pode ser expressa como a percentagem de aumento da geração F_1 em relação ao valor médio dos pais, e como percentagem de aumento em relação ao pai mais desejável.

As bases genéticas do fenômeno da heterose ainda hoje são discutidas sendo que as duas principais hipóteses propostas para explicar esse fenômeno foram, a hipótese da dominância e a hipótese da sobredominância. A hipótese da dominância relata que o vigor de híbrido seria devido ao acúmulo de genes dominantes que existem separadamente nos pais (Davenport, 1908; Bruce, 1910). A hipótese da sobredominância proposta por East (1908) e Shull (1908) considera a condição heterozigótica como desejável para conferir maior vigor do que qualquer uma das condições homozigóticas.

A utilização da heterose como meio de aumentar a produtividade pelo uso de combinações híbridas, conforme sugerido por Shull (1908), não apresentou os resultados esperados devido a limitação na produção de sementes usando linhagens endogâmicas como genitoras.

Jones (1918) apresentou a sugestão de cruzamentos entre dois híbridos simples, resultando no híbrido duplo amenizando os problemas de custo de produção de sementes e viabilizando a adoção comercial de sementes de milho híbrido.

Griffe (1922) e Richey (1922), citados por Souza Júnior (1981), apresentaram resultados contundentes de experimentos realizados, nos quais ressaltam a expressão da heterose em cruzamentos intervarietais.

Através do conhecimento do fenômeno da heterose, muitos programas de melhoramento de milho foram orientados para a obtenção de híbridos, de tal forma que, em 1939, 75% da área de milho plantada na região do “Corn Belt” americano utilizava sementes híbridas (Miranda Filho & Viégas, 1987).

Entretanto, a partir da década de 40, os progressos obtidos com novos híbridos começaram a ser muitos baixos, fato que alertou os melhoristas da necessidade de retomar os estudos de cruzamentos intervarietais. Embora os resultados dos cruzamentos varietais mostraram-se satisfatórios, foram desprezados devido ao impacto causado pelo sucesso das hibridações entre linhagens endogâmicas. Os pequenos progressos a partir dessa época podem ser entendidos pelo fato de que as autofecundações contínuas apresentam relativa ineficiência em aproveitar a grande variabilidade genética disponível pelo milho em consequência da fixação aleatória dos genes (Paterniani, 1965).

O melhoramento de populações tornou-se de grande importância para os programas de obtenção de híbridos. As populações melhoradas apresentam maior frequência de alelos favoráveis e, a partir dessas, maiores serão as chances de se extrair linhagens com maior potencial para a utilização como progenitores de híbridos superiores (Moll et al., 1977; Paterniani, 1980; Paterniani & Miranda Filho, 1987).

Para a obtenção de populações melhoradas, com alta frequência de alelos favoráveis, pode-se utilizar cruzamentos e recombinação de genitores contrastantes que possuam alta capacidade combinatória, ou simplesmente realizar o melhoramento de uma população base utilizando sucessivas seleções e recombinações de tipos desejáveis (Russel, 1976; Paterniani & Miranda Filho, 1987).

O estudo de cruzamentos intervarietais possibilita a investigação da heterose e sua utilização na seleção dos melhores cruzamentos, como também, uma orientação na

síntese de novos compostos e a determinação do grau de relacionamento entre as variedades genitoras.

Os cruzamentos envolvendo tipos geneticamente divergentes apresentam, normalmente, altos valores de heterose para produção. Assim, Paterniani & Lonnquist (1963) encontraram uma heterose média de 33% em cruzamentos envolvendo 12 raças das Américas Central e do Sul. Em cruzamentos envolvendo raças mexicanas, Wellhausen (1965) observou uma heterose média de 64%. Paterniani (1968) relatou valores médios de heterose da ordem de 68% e 33% em dois experimentos envolvendo cruzamentos entre diversas raças e variedades. Em um estudo com cinco variedades de milho, cada uma representativa de um grupo racial diferente, Castro et al. (1968) obtiveram heterose média de 24,8%.

Entretanto, baixos valores de heterose para produção de milho também são encontrados na literatura. Lonnquist & Gardner (1961) encontraram heterose de 8,5% em relação à média dos pais e 2,8% em relação ao pai mais produtivo. No cruzamento entre duas variedades, Compton et al. (1965) encontraram 10% de heterose. Hallauer & Eberhart (1966) e Hallauer & Sears (1968) numa primeira e segunda fase de avaliação de variedades sintéticas em cruzamentos dialélicos, encontraram valores de 11% e 9% de heterose média, respectivamente.

Num estudo envolvendo seis variedades de milho, Gardner & Paterniani (1967) utilizando a metodologia de cruzamentos dialélicos, encontraram uma heterose média de 7,6% para o caráter produção.

Paterniani (1970) detectou uma heterose média de apenas 2,5% em cruzamentos entre populações de milho de grãos duros e populações de grãos dentados. Miranda Filho & Vencovsky (1984) em um estudo envolvendo variedades de polinização livre em cruzamento dialélico, verificou uma heterose de -0,5% entre as populações ESALQ-VD2 e ESALQ-VF1, de ampla base genética e com grãos tipo dente e grãos tipo flint, respectivamente.

Nos dados relatados na literatura pode-se observar que os valores mais altos de heterose estão relacionados nos trabalhos que envolvem cruzamentos interraciais enquanto valores médios e baixos, nos trabalhos envolvendo cruzamentos intervarietais.

De acordo com Miranda Filho (1999) é conveniente especificar a população de referência (população base) quando se trata da heterose, da mesma forma que se procede, quando se refere à endogamia. Assim, h_o , pode ser empregada para a heterose expressa no cruzamento entre populações não endogâmicas (população base). Qualquer efeito de endogamia, isto é, depressão por endogamia (I) nas populações base, aumentará a heterose na mesma quantidade. Este efeito (I) representa parte da heterose devida exclusivamente a recuperação da depressão por endogamia dos genitores, enquanto h_o , é a verdadeira heterose referente às populações base não endogâmicas. Sabe-se que a média de uma população sob endogamia (m_1) é expressa por $m_1 = m_0 - Fd$, na qual, m_0 é a média da população em panmixia (população base), F , o coeficiente de endogamia e d , os desvios de dominância. Considerando duas populações diferentes, 1 e 2, têm-se, respectivamente, $d_1 = \sum_i p_i q_i d_i$ e $d_2 = \sum_i r_i s_i d_i$ na qual, $p_i q_i$ e $r_i s_i$ referem-se as frequências dos alelos p e q na população 1 e r e s na população 2, respectivamente, para o loco i . No cruzamento entre duas populações endogâmicas, com um coeficiente de endogamia F , a heterose é dada pela expressão $h_I = h_o + F \sum_i (p_i q_i + r_i s_i) d_i$ ou de forma sintética por $h_I = h_o + \bar{I}$, na qual, $\bar{I}$ é a depressão média por endogamia. No caso do genitores apresentarem diferentes níveis de endogamia ($F_{(1)}$ e $F_{(2)}$), têm-se $h_1 = h_o + F_{(1)} d_1 + F_{(2)} d_2$ ou $h_F = h_o + \left(\frac{1}{2}\right)(I_1 + I_2) = h_o + \bar{I}$. O cruzamento de duas linhagens endogâmicas ($F = 1$) proporciona uma heterose atribuída em sua maior parte ao efeito (I), o que limita a interpretação da heterose como uma medida de divergência genética entre os genitores. Neste contexto, a heterose irá variar consideravelmente conforme o grau de endogamia dos genitores, isto é, genitores endogâmicos ou não endogâmicos. A deriva genética, proporciona tanto um aumento da homozigose como também a dispersão imprevisível das frequências alélicas e a diferenciação entre subpopulações para a expressão da heterose.

Paterniani (1980) em um estudo envolvendo seis populações de milho, verificou que a heterose em relação à média dos parentais variaram de 5,6% a 36,8%. A maior expressão da heterose foi obtida pelo cruzamento da população Piracar (base genética restrita) com Cristal (grãos tipo flint). Segundo a teoria de Miranda Filho (1999), esse resultado indica que pelo menos uma população parental possui uma grande quantidade de homozigossidade e suficiente divergência genética para essa expressão da heterose ter ocorrido.

Vasal et al. (1992) estudou sete populações mexicanas tardias de milho em cruzamento dialélico. Esses autores verificaram que a heterose em relação à média dos parentais variaram de 2,2% a 17,7%. Resultados semelhantes foram obtidos por Beck et al. (1990) e Crossa et al. (1990) envolvendo populações mexicanas de ciclo precoce e intermediário. Esses resultados indicam que populações representativas do germoplasma tropical possui, provavelmente, uma grande quantidade de heterozigossidade e uma baixa depressão endogâmica.

Trabalhando com milho, Moll et al. (1962) relacionaram heterose com diversidade genética. Utilizando cruzamentos intervartais envolvendo variedades dos Estados Unidos e de Porto Rico, os autores detectaram que a maior heterose era observada nos cruzamentos entre variedades de diferentes regiões do que dentro da mesma região. Com esses resultados, concluíram que as variedades de uma mesma região estariam mais relacionadas e, portanto, seriam geneticamente mais próximas que as variedades que se desenvolveram em ambientes ou regiões diferentes. Moll et al. (1965) coletaram duas variedades de quatro diferentes regiões e estudaram o comportamento das variedades, dos 28 híbridos possíveis entre elas e das 28 populações F_2 correspondentes. Os cruzamentos foram classificados em vários níveis de divergência genética dos pais. Os autores verificaram que a heterose para produção de grãos foi maximizada até um determinado nível. Nos níveis seguintes de divergência, a heterose começou a cair. Tais relatos sugerem a existência de um nível ótimo de divergência genética entre os genitores para maximizar a heterose, na medida que esta diminui em cruzamentos muito divergentes.

A presença de heterose indica que existe divergência gênica entre os genitores, mas a ausência de heterose não implica, necessariamente, na falta de divergência gênica, pois os efeitos de dominância podem ser bidirecionais. (Cress, 1966)

Lamkey & Edwards (1998) em um estudo sobre a teoria e estimação da heterose, apresentaram alguns conceitos de heterose relacionados com populações panmíticas e populações parcialmente ou completamente endogâmicas. A heterose originada do cruzamento de duas populações panmíticas (“Panmitic-midparent heterosis”) é definida como a diferença entre a média do híbrido F_1 e a média das duas populações panmíticas parentais. Do mesmo modo, a heterose expressada na geração F_2 (“Panmitic-midparent F_2 heterosis”) é definida como a diferença entre a média da geração F_2 e a média das duas populações panmíticas parentais. Ainda relacionado com populações panmíticas, a heterose de uma população F_1 autofecundada (“Panmitic-midparent F_1 -selfed heterosis”) é definida como a diferença entre a média dessa população F_1 autofecundada e a média das duas populações panmíticas parentais. Estes mesmos conceitos de heterose foram apresentados utilizando populações endogâmicas com coeficiente de endogamia igual a unidade, $F = 1$, (“Inbred-midparent heterosis”). Quando utilizamos populações endogâmicas, o vigor perdido durante o processo de endogamia é restaurado no cruzamento F_1 . Essa heterose foi denominada “Baseline heterosis”. Assim, a heterose originada do cruzamento entre duas populações endogâmicas ($F = 1$) é igual a soma da “baseline heterosis” com a heterose originada do cruzamento das duas populações panmíticas. Algebricamente, os autores demonstraram que a heterose é dependente de dominância direcional e de divergência gênica entre as populações consideradas como parentais. Quando são utilizadas populações endogâmicas, além desses dois fatores, a heterose também está em função da depressão por endogamia.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Avaliação *per se* das populações

3.1.1 Material

No presente estudo foram utilizadas seis populações designadas como População GO-D, População GO-B, População GO-A, População GO-G, População GO-L e População GO-F.

No ano de 1994/95 foram instalados, na região de Rio Verde (GO), experimentos (blocos casualizados com três repetições envolvendo avaliação de famílias de meios-irmãos e irmãos germanos e híbridos provenientes de *testcrosses* e cruzamentos envolvendo linhagens S_1). O total de parcelas (4m com estande de 20 plantas) de tratamentos foi cerca de 12.0000. O híbrido triplo G-85 (Novartis Seeds) foi incluído como testemunha, plantado de maneira intercalar a cada 10 parcelas de tratamentos em todas as repetições. Considerando um estande médio de 15 a 16 plantas por parcela, o conjunto total de plantas representando tratamentos compreendia cerca de 200.000, mais 10% (20.000 plantas) da testemunha.

Durante a pesagem dos experimentos de todo o conjunto foram escolhidas 52 espigas, com base em seu aspecto visual (comprimento, diâmetro, sanidade, coloração e

densidade), as quais foram debulhadas individualmente. De cada uma das 52 espigas, uma amostra de 10 sementes foi tomada, misturando-as de acordo com o tipo de endosperma: dentado (D) e flint (F), representada por 27 e 25 espigas, respectivamente. Uma segunda amostragem foi feita de acordo com o comprimento e diâmetro da espiga: espiga longa (L) e espiga grossa (G), representada por 20 e 17 espigas respectivamente. Uma terceira amostragem baseou-se na coloração do endosperma: amarelo (A) e branco (B); neste caso a amostragem foi bastante diferenciada; sendo 40 espigas amarelas e 12 espigas segregantes para a coloração ou com grão amarelo-claro indicando heterozigose para os genes que controlam a cor do endosperma.

As 6 amostras foram recombinaadas individualmente através de coleta de pólen e polinização manual, obtendo-se entre 100 e 200 espigas em cada lote. As populações resultantes foram designadas de GO-D, GO-F, GO-L, GO-G, GO-A e GO-B, respectivamente, sendo GO designativo da origem das espigas (Goiás) e a letra após o hífen indicativo do tipo de seleção já realizada.

Foram conduzidos 6 lotes isolados, uma para cada população em Rio Verde (GO), de onde foram obtidas as famílias de meios-irmãos que se constituíram no material experimental desse trabalho. Como testemunha foi utilizado o híbrido G-85 de grãos duro, ciclo precoce e boa estabilidade de produção. O número de famílias de cada população e sua distribuição nos diversos experimentos são mostrados na Tabela 2.

3.1.2 Execução experimental

Os experimentos foram instalados em outubro de 1997 na região de Rio Verde (GO). O delineamento utilizado foi em blocos casualizados com três repetições. O número total de progênies avaliadas foi de 1639.

Tabela 2. Populações avaliadas, experimentos por populações e progênes por experimento

Populações	Identificação dos Experimentos	Nº progênes por Experimento
GO – D	01	49
GO – D	02	49
GO – D	03	49
GO – D	04	47
GO – D	05	70
Total	05	264
GO – B	06	49
GO – B	07	49
GO – B	08	50
GO – B	09	50
GO – B	10	49
GO – B	11	50
Total	06	297
GO – G	12	48
GO – G	13	49
GO – G	14	46
GO – G	15	50
GO – G	16	47
GO – G	17	47
Total	06	287
GO – A	18	50
GO – A	19	49
GO – A	20	50
GO – A	21	50
GO – A	22	49
GO – A	23	49
Total	06	297
GO – L	24	46
GO – L	25	48
GO – L	26	48
GO – L	27	48
GO – L	28	31
Total	05	221
GO – F	29	50
GO – F	30	45
GO – F	31	48
GO – F	32	47
GO – F	33	42
GO – F	34	41
Total	06	273

Em todos experimentos as parcelas foram constituídas de uma fileira de quatro metros de comprimento. A distância entre covas foi de vinte centímetros, deixando-se uma planta por cova. O espaçamento entre linhas foi de noventa centímetros.

De acordo com esses dados, o estande ideal equivale a 55.555 plantas/ha. A testemunha foi plantada em parcelas extras intercaladas a cada dez parcelas de tratamentos. A adubação e os tratos culturais foram realizados de acordo com o que recomenda o sistema de produção para a região de Rio Verde (GO) onde os experimentos foram conduzidos.

3.1.3 Caracteres avaliados

Para cada uma das populações foram mensurados três caracteres conforme exposto a seguir:

- Peso de espigas (PE): todas as espigas da parcela foram pesadas conjuntamente obtendo-se então o seu peso total, em kg/parcela;
- Altura da planta (AP): a altura de cinco plantas por parcela foi medida em centímetros, do nível do solo até o ponto de inserção da última folha (folha bandeira) com o auxílio de uma régua de três metros, graduada de cinco em cinco centímetros;
- Altura da espiga (AE): as mensurações foram feitas nas mesmas plantas em que se tomou a altura de plantas; medindo-se em centímetros do nível do solo até o nó de inserção da espiga mais alta;

O estande foi avaliado no momento da colheita, visando-se apenas a correção do caráter peso de espigas para o estande ideal de vinte plantas. A correção foi efetuada ao nível de total de parcela para cada repetição, segundo a equação:

$$P_c = P + b (20 - X), \text{ onde:}$$

P_c = peso corrigido de espigas;

P = peso observado de espigas;

b = coeficiente de regressão linear do peso de espigas em relação ao estande;

X = estande observado.

O coeficiente de regressão linear foi obtido através das análises de variância e covariância para o estande (X) e $PE(Y)$, respeitando-se a estrutura do delineamento em blocos casualizados, utilizando-se a seguinte fórmula: $b = SP_{xy}/SQ_x$, onde SP_{xy} corresponde à soma de produtos residual da análise de covariância estande x produção e SQ_x , à soma de quadrados residual da análise de variância do estande.

3.1.4 Análises de variância

Para cada uma das populações foram realizadas análises dos experimentos em blocos casualizados individual e agrupada. Para todos os caracteres avaliados, os modelos estatísticos empregados foram:

- Análise individual:

$$Y_{ij} = \mu + p_i + b_j + \varepsilon_{ij}, \text{ onde:}$$

Y_{ij} = valor observado da progênie i , no bloco j ;

μ = média geral;

p_i = efeito aleatório da progênie i ($i = 1, 2, \dots, I$);

b_j = efeito aleatório do bloco j ($j = 1, 2, \dots, J$);

ε_{ij} = erro experimental associado à progênie i , no bloco j , admitindo-se $\varepsilon_{ij} \cap N(0, \sigma^2)$.

- Análise agrupada:

$Y_{ijk} = \mu + p_{i(k)} + b_{j(k)} + e_k + \varepsilon_{ijk}$, onde:

Y_{ijk} = valor observado da progênie i , no bloco j e experimento k ;

μ = média geral;

$p_{i(k)}$ = efeito da progênie i ($i = 1, 2, \dots, I$) dentro do experimento k , aleatório;

$b_{j(k)}$ = efeito do bloco j ($j = 1, 2, \dots, J$) dentro do experimento k , aleatório;

e_k = efeito do experimento k ($k = 1, 2, \dots, K$), aleatório;

ε_{ijk} = erro experimental associado à progênie i , no bloco j e experimento k , admitindo-se

$\varepsilon_{ij} \cap N(0, \sigma^2)$.

As Tabelas 3 e 4 a seguir, apresentam o esquema da análise de variância individual e agrupada, respectivamente, para os caracteres avaliados.

Tabela 3. Esquema da análise de variância individual para cada experimento de acordo com o delineamento em blocos casualizados.

Fonte de Variação	GL	QM	F
Blocos	$b - 1$	QM1	QM1/QM3
Progênies	$p - 1$	QM2	QM2/QM3
Erro Médio	$(b - 1)(p - 1)$	QM3	-
Total	$bp - 1$		

Tabela 4. Esquema da análise de variância agrupada para o modelo em blocos casualizados.

F. V	Graus de Liberdade						QM	F
	POP 1	POP 2	POP 3	POP 4	POP 5	POP 6		
Bloco/Exp.	10	12	12	12	10	12	QM1	...
Prog./Exp.	259	291	281	291	216	267	QM2	QM2/QM4
Exp.	4	5	5	5	4	5	QM3	QM3+QM4/QM1+QM2
Erro Médio	518	582	562	582	432	534	QM4	—
Total	791	890	860	890	662	818		

POP 1 = População GO – D

POP 2 = População GO – B

POP 3 = População GO – G

POP 4 = População GO – A

POP 5 = População GO – L

POP 6 = População GO – F

O caráter peso de espigas foi analisado ao nível de totais de parcela enquanto que os caracteres altura da planta e altura da espiga, foram analisados ao nível de médias de parcelas. Na sequência, apresenta-se a Tabela 5 com as esperanças matemáticas dos quadrados médios da análise de variância agrupada ao nível de totais e de médias de parcelas, para os caracteres sob análise.

Tabela 5. Esperança matemática dos quadrados médios [E (QM)] da análise de variância agrupada, para as fontes de interesse, ao nível de totais de parcelas para o caráter peso de espigas (PE).

Fonte de Variação	QM	E (QM)
Bloco/Exp.		
Prog./Exp.	QM1	$\sigma^2 + J\sigma_p^2$
Exp.		
Erro Médio	QM2	σ^2

Na qual:

σ^2 = variância do erro experimental ao nível de totais de parcela;

σ_p^2 = variância genética entre progênies ao nível de totais de parcelas;

J = número de repetições.

Para o caráter peso de espigas foram obtidas as seguintes estimativas de parâmetros genéticos, de acordo com o exposto na Tabela 4:

$\hat{\sigma}_p^2 = (QM1 - QM2) / J$: estimativa da variância genética entre progênies ao nível de totais de parcela.

$\hat{\sigma}_A^2 = 4 \hat{\sigma}_p^2$: estimativa da variância genética aditiva ao nível de totais de parcela

$\hat{\sigma}_F^2 = \hat{\sigma}_p^2 + \frac{\hat{\sigma}_e^2}{J}$: estimativa da variância fenotípica entre médias de famílias

$\hat{h}_m^2 = \hat{\sigma}_p^2 / \hat{\sigma}_f^2$: estimativa da herdabilidade ao nível de médias de famílias

C. $V_e (\%) = (\sqrt{QM2} / \bar{Y}) \times 100$: coeficiente de variação experimental, sendo

$\bar{Y}$ a média da população

C. $V_g (\%) = (\sqrt{\hat{\sigma}_p^2} / \bar{Y}) \times 100$: coeficiente de variação genética

$\hat{b} = C.V_g / C.V_e$: índice de variação genética.

Os mesmos parâmetros foram estimados para os caracteres altura da planta e altura da espiga levando em consideração que os parâmetros agora se encontram ao nível de médias de parcela.

Os erros associados às estimativas dos parâmetros foram calculadas somente para $\hat{\sigma}_p^2$ e $\hat{\sigma}_A^2$, através das seguintes expressões (Vencovsky & Barriga, 1992):

- Erro associado à estimativa da variância genética entre progênieis ($s(\hat{\sigma}_p^2)$):

$$s(\hat{\sigma}_p^2) = \sqrt{\hat{V}\hat{A}R(\hat{\sigma}_p^2)}$$

$$\text{na qual: } \hat{V}\hat{A}R(\hat{\sigma}_p^2) \cong \frac{2}{J^2} \left(\frac{QM1^2}{gl_1 + 2} + \frac{QM2^2}{gl_2 + 2} \right)$$

QM1 e QM2: quadrados médios entre progênieis e do erro, respectivamente; gl_1 e gl_2 : graus de liberdade de progênieis e do erro, respectivamente; J: número de repetições.

- Erro associado à estimativa da $\hat{\sigma}_A^2$ ($s(\hat{\sigma}_A^2)$):

$$s(\hat{\sigma}_A^2) = 4 \cdot s(\hat{\sigma}_p^2).$$

3.1.5 Estimativas do progresso genético

As estimativas dos ganhos genéticos com a seleção de progênieis superiores dentro de cada população foram obtidas para os caracteres peso de espigas (PE), altura da planta (AP) e altura da espiga (AE). Essas estimativas foram obtidas através da expressão fornecida por Vencovsky & Barriga (1992), a seguir:

$$\hat{\Delta}G = \frac{k_1(1/4)\hat{\sigma}_A^2}{\sqrt{\hat{\sigma}_p^2 + \frac{\hat{\sigma}^2}{J}}}$$

Onde:

$\hat{\Delta}G$ = estimativa do ganho genético com seleção entre progênieis de meios irmãos, em ambos os sexos.

k_1 = diferencial de seleção padronizado para uma seleção de 10% de progênies de meios irmãos. O valor de k_1 corresponde a 1,76.

Deve-se ressaltar que os resultados obtidos foram expressos em porcentagem da média da população.

3.2 AVALIAÇÃO DAS POPULAÇÕES EM CRUZAMENTOS

3.2.1 Material

Nesta etapa foram utilizadas as mesmas 6 populações descritas no item 3.1.1 e mais 4 populações (compostos) denominadas de GN-01, GN-02, GN-03, GN-04, as quais são descritas por Nass & Miranda Filho (1999). As populações GN-01 e GN-02 foram sintetizadas a partir do inter cruzamento de 5 populações em cada uma, após seleção para capacidade de combinação e padrão heterótico com base dos resultados de avaliação de um cruzamento dialélico entre 18 população (Naspolini Filho et al., 1981). As populações GN-03 e GN-04 foram sintetizadas a partir do inter cruzamento de 5 populações em cada uma, após seleção para capacidade de combinação e padrão heterótico com base nos dados de avaliação de um cruzamento dialélico completo entre 28 populações (Santos et al. 1994). As populações que entraram na formação de cada um dos 4 compostos são identificadas na Tabela 6.

Tabela 6. Identificação das populações parentais dos compostos GN-01, GN-02, GN-03 e GN-04.

Populações	Nome Original
Composto GN-01	
CMS 05	Suwan-1 DMR (BR 105)
CMS 10	Mezcla Tropical Blanco
CMS 11	Pool 21
CMS 14	Pool 25
CMS 24	Amarillo Subtropical
Composto GN-02	
CMS 03	Amarillo Cristalino
CMS 04	Amarillo Dentado
CMS 06	Composto Planta Baixa Dentado (BR 106)
CMS 12	Pool 22
CMS 15	Pool 26
Composto GN-03	
CMS 14C	Pool 25
CMS 28	Tuxpeño Seleção para Amarelo
CMS 39	Composto Nacional
BR 105	Suwan-1 DMR
NITRODENT	CMS 58
Composto GN-04	
CMS 50	Composto Vega Precoce
BR 106	Composto Planta Baixa Dentado
CUNHA	Cunha
SINTÉTICO ELITE	CMS 59
SARACURA	CMS 54 (BRS 154)

Fonte: Nass & Miranda Filho (1999).

Os dois pares de compostos (GN-01/GN-02 e GN-03/GN-04) representam dois grupos heteróticos, sendo esperada uma boa expressão de heterose no cruzamento entre as populações de cada grupo (Nass & Miranda Filho, 1999).

3.2.2 Obtenção dos cruzamentos dialélicos

O lote para obtenção do dialélico 10x10 foi plantado em novembro de 1997 na área experimental do Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura “Luiz

“Luiz de Queiroz” em Piracicaba -SP. Os 55 tratamentos (10 populações genitoras e 45 híbridos F₁) foram obtidos pelo cruzamento manual de pares de fileiras de populações arranjadas lado a lado no campo de polinização. Foram realizadas cerca de 50 polinizações em cada par de fileiras.

3.2.3 Execução experimental

Os ensaios representando os cruzamentos dialélicos foram instalados em quatro ambientes: Anhembi-SP durante o ano agrícola de 1998/99 (Experimento 1) e na safrinha de 1999 (Experimento 2), Rio Verde-GO durante o ano agrícola de 1998/99 (Experimento 3) e Piracicaba-SP durante a safrinha de 1999 (Experimento 4). Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, com seis repetições, com parcelas de fileiras duplas de quatro metros de comprimento, no espaçamento de 0,90 m entre fileiras e 0,20m entre plantas. Em cada fileira foram semeadas 30 sementes distribuídas ao longo do sulco de semeadura, com duas e uma semente por cova, de forma alternada. Cerca de 30 dias após a germinação, foi realizado o desbaste para estande ideal de 20 plantas por fileira (40 plantas por parcela). Dentro das repetições foram semeadas testemunhas intercalares a cada 10 tratamentos como referência para comparação de desempenho. A testemunha utilizada foi o híbrido G-85 já descrito anteriormente.

A adubação de plantio, desbaste, adubação de cobertura e controle de plantas daninhas foram realizados de acordo com o que se recomenda para o sistema de produção dos ambientes em estudo.

3.2.4 Caracteres avaliados

Os caracteres avaliados visando o conhecimento do comportamento das populações em cruzamentos, encontram-se descritos a seguir:

- Altura de plantas (AP) e Altura de espigas (AE): foram medidas amostras de 10 plantas competitivas da parcela conforme descrito no item 3.1.3.
- Peso de espigas por parcela (PE): efetuado em espigas despalhadas provenientes de cada parcela conforme descrito no item 3.1.3.
- Os caracteres altura da planta (AP), altura da espiga(AE) e Peso de espigas (PE) foram avaliados em todos os experimentos.
- Comprimento de espiga (CE): foi mensurado o comprimento de dez espigas despalhadas por parcela, em centímetros.
- Diâmetro da espiga (DE): foi mensurado o diâmetro de dez espigas despalhadas por parcela, em centímetros.

Os caracteres comprimento de espigas (CE) e diâmetro de espigas (DE) foram avaliados apenas nos experimentos 1, 2 e 3.

- Peso de grãos por parcela (PG): Cada parcela foi debulhada individualmente e os grãos pesados em balanças eletrônicas com etiquetas, em g/parcela.

Esse caráter foi avaliado apenas nos experimentos 2 e 4.

A correção do caráter peso de espigas (PE) e peso de grãos (PG) foi realizada conforme descrito no item 3.1.3 sendo que nesta etapa, foi considerado o estande ideal de 40 plantas.

A partir dos caracteres peso de espigas (PE) e peso de grãos (PG) corrigidos, foi estimado a produtividade em t/hectare, para um estande efetivo de 55.555 plantas /ha.

3.2.5 Análises de variância

Foram realizadas as análises de variância preliminares individuais para todos os caracteres em estudo segundo o delineamento de blocos ao acaso, cujo modelo matemático é:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + b_j + e_{ij}$$

Na qual :

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

μ = média geral ;

t_i = efeito do tratamento i (i = 1,2,..., I) ;

b_j = efeito do bloco j (j = 1,2,..., J) ;

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

O resumo desse tipo de análise de variância encontra-se na Tabela 7.

Tabela 7. Resumo da análise de variância preliminar individual para os experimentos de cruzamentos dialélicos segundo delineamento em blocos ao acaso.

Fonte de Variação	G.L.	Q.M.	F
Blocos	5		
Tratamentos	(54)	Q1	Q1/Q5
Populações (P)	9	Q2	Q2/Q5
Híbridos (H)	44	Q3	Q3/Q5
P vs H	1	Q4	Q4/Q5
Erro Médio	270	Q5	

A partir dos resultados obtidos em cada ambiente, foram realizadas análises de variância conjuntas de experimentos para todos os caracteres em estudo, levando em consideração, é claro, os ambientes em que estes foram avaliados. A análise de variância conjunta foi realizada segundo o modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + l_k + (tl)_{ik} + b_{j(k)} + e_{ijk}$$

Na qual::

Y_{ijk} = observação relativa ao tratamento i no bloco j ;

μ = média geral ;

t_i = efeito do tratamento i ($i = 1, 2, \dots, I$), aleatório ;

l_k = efeito de local k ($k = 1, 2, \dots, K$), fixo, por representar ambientes contrastantes;

$(tl)_{ik}$ = efeito da interação do local k com o tratamento i , aleatório ;

$b_{j(k)}$ = efeito do bloco j ($j = 1, 2, \dots, J$) dentro do local k ($k = 1, 2, \dots, K$), aleatório ;

e_{ijk} = erro experimental associado ao tratamento i no bloco j dentro do local k , sendo $e_{ij} \sim N(0, \sigma_e^2)$.

O esquema da análise de variância conjunta preliminar dos experimentos de cruzamentos dialélicos está apresentado na Tabela 8.

Tabela 8. Resumo da análise de variância conjunta preliminar dos experimentos de cruzamentos dialélicos segundo delineamento de blocos ao acaso.

Fontes de Variação	G.L.	Q.M.	F
Ambientes (A)	K-1	Q1	Q1/Q5
Repetições / Ambientes	K (J-1)	Q2	Q2/Q5
Tratamentos (T)	I-1	Q3	Q3/Q5
A x T	(K-1) (I-1)	Q4	Q4/Q5
Erro médio	K (I-1) (J-1)	Q5	

As análises dialélicas desses experimentos, constituídos pelas populações genitoras e seus híbridos, foi segundo o modelo de Gardner & Eberhart (1966), conforme apresentado a seguir:

$$Y_{ii'} = \mu + \frac{1}{2}(v_i + v_{i'}) + \theta(\bar{h} + h_i + h_{i'} + s_{ii'}) + \bar{e}_{ii'}$$

Na qual:

$Y_{ii'}$ = valor médio observado no híbrido entre a população i e a população i' ou, para populações genitoras, Y_{ii} é o valor médio observado das populações genitoras “per se” ;

μ = média das populações genitoras ;

v_i e $v_{i'}$ = efeito da população genitora i ou i' ;

θ = é um coeficiente condicional, de valor 0 (zero) para populações genitoras ($i=i'$) e 1 para híbridos ($i \neq i'$);

$\bar{h}$ = heterose média de todos os híbridos;

h_i e $h_{i'}$ = heterose da população genitora i ou i' , que é a contribuição da população genitora i ou i' para o efeito da heterose $h_{ii'}$;

$s_{ii'}$ = heterose específica do híbrido entre a população genitora i e a população genitora i' ;

$\bar{e}_{ii'}$ = erro experimental médio associado a observação $Y_{ii'}$ ou Y_{ii} .

A análise de variância de acordo com o modelo acima apresentado está apresentada na Tabela 9.

Tabela 9. Resumo da análise de variância de experimentos em cruzamentos dialélicos de acordo com o modelo de Gardner & Eberhart (1966).

Fontes de Variação	G.L.	Q.M.	F
Tratamentos	54	Q1	Q1/Q7
Populações	9	Q2	Q2/Q7
Heterose	45	Q3	Q3/Q7
Heterose média	1	Q4	Q4/Q7
Heterose de populações	9	Q5	Q5/Q7
Heterose específica	35	Q6	Q6/Q7
Erro médio *	270	Q7	

* Obtido do quadrado médio do erro experimental da análise de variância preliminar dividido pelo número de repetições.

O cálculo das estimativas dos parâmetros componentes das médias estão apresentados na Tabela 10 a seguir.

Tabela 10. Expressões para os cálculos das estimativas dos parâmetros componentes do modelo proposto por Gardner & Eberhart (1966) de análise dialélica.

Parâmetros	Estimadores
Média	$\hat{\mu} = Y_v / n = \bar{Y}_v$
Efeito de populações	$\hat{v}_i = Y_{ii} - Y_v / n$
Heterose média	$\hat{h} = \bar{Y}_H - \bar{Y}_v$
Heterose de populações	$\hat{h}_i = \frac{n-1}{n-2}(\bar{Y}_h - \bar{Y}_H) + 1/2(Y_{ii} - \bar{Y}_v)$
Heterose específica	$\hat{s}_{ii'} = [Y_{ii'} - 1/2(Y_{ii} + Y_{i'i'})] - \hat{h} - \hat{h}_i - \hat{h}_{i'}$

As expressões da Tabela 10 seguem a notação:

n : número de variedades genitoras;

$Y_{ii'}$: é a média de um híbrido, com $i \neq i'$;

Y_{ii} : é a média da população genitora i , com $i=i'$;

Y_v : é a soma das médias das variedades genitoras ou a soma dos termos da diagonal da tabela dialélica;

Y_H : é a soma das médias de todos os híbridos ou soma dos valores acima da diagonal da tabela dialélica;

$\bar{Y}_h$: é a média dos híbridos em que participa a população genitora i.

Para as análises dialélicas conjuntas foram realizadas conforme o modelo de Gardner & Eberhart (1966), adaptado para mais de um ambiente por Moraes *et al.* (1991), conforme apresentado abaixo.

$$Y_{iij} = \mu + \frac{1}{2}(v_i + v_{i'}) + e_j + \frac{1}{2}[(ve)_{ij} + (ve)_{i'j}] + \theta[h_{ii'} + (he)_{ii'}] + \bar{e}_{ii'j}$$

Na qual:

Y_{iij} : é o valor médio observado no híbrido entre a variedade i e a variedade i' no experimento j ou, para populações genitoras, Y_{iij} é o valor médio observado das populações genitoras “per se” no experimento j ;

μ : é a média das populações genitoras ;

v_i e $v_{i'}$: é o efeito da população genitora i ou i' ;

e_j : é o efeito do experimento j;

$(ve)_{ij}$ e $(ve)_{i'j}$: é o efeito da interação entre o efeito da população genitora i e o efeito do ambiente j, e o efeito da interação entre o efeito da população genitora i' e o efeito do ambiente j, respectivamente;

θ : é um coeficiente condicional, de valor 0 (zero) para populações genitoras ($i = i'$) e 1 para híbridos ($i \neq i'$);

$h_{ii'}$: é o efeito da heterose no híbrido entre a população genitora i e a população genitora i' ;

$(he)_{ii'j}$: é o efeito da interação entre o efeito de heterose $h_{ii'}$ e o efeito do experimento j;

$\bar{e}_{ii'j}$: é o erro experimental médio associado a observação $Y_{ii'j}$ ou Y_{ij} ;

O efeito da heterose tem a seguinte composição:

$$h_{ii'} = \bar{h} + h_i + h_{i'} + s_{ii'} , \text{ onde:}$$

$\bar{h}$: é a heterose média de todos os híbridos;

h_i e $h_{i'}$: é a heterose da população genitora i ou i' , que é a contribuição da população genitora i ou i' para o efeito da heterose $h_{ii'}$;

$s_{ii'}$: é a heterose específica do híbrido entre a população genitora i e a população genitora i' ;

O efeito da interação heterose x experimento tem a seguinte composição:

$$he_{ii'j} = \bar{h}e_j + (he)_{ij} + (he)_{i'j} + (se)_{ii'j} , \text{ onde:}$$

$\bar{h}e_j$: é o efeito da interação entre o efeito da heterose média e o efeito do experimento j ;

$(he)_{ij}$ e $(he)_{i'j}$: é o efeito da interação entre o efeito da heterose da população genitora i ou i' e o efeito do experimento j ;

$(se)_{ii'j}$: é o efeito da interação entre o efeito da heterose específica e o efeito do experimento j .

As análises dialélicas conjuntas de experimentos e os cálculos das estimativas dos parâmetros componentes de médias foram conforme as expressões apresentadas por Moraes *et al.* (1991).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliação *per se* das populações

4.1.1 Análise dos valores médios das populações em estudo.

Na Tabela 11 estão apresentados os valores médios obtidos em Rio Verde – GO para os caracteres peso de espigas (PE), altura de plantas (AP) e altura de espigas (AE).

Para PE, as médias variaram de 7,21 t/ha (GO-B) a 8,54 t/ha (GO-F). Esses valores obtidos em relação à testemunha em comum (híbrido G-85) oscilaram de 89,4% para a população GO-A a 98,3 % para a população GO-D. Observa-se portanto, que apesar da população GO-F ter sido a mais produtiva, foi a população GO-D que apresentou um melhor desempenho em relação à testemunha. Cunha (1996) utilizando progênies de meios irmãos para avaliar o potencial genético de populações de milho obtidas a partir de germoplasma exótico, obteve neste mesmo local, valores oscilando entre 4775 a 6175 kg/ha para o caráter peso de espigas.

As médias para AP oscilaram de 188,8 cm (GO-B) a 196,0 cm (GO-L). Em relação à média da testemunha, todas populações apresentaram valores ligeiramente superiores, sendo que a população que apresentou a maior média, foi a GO-L superando a testemunha em 9,4 % (Tabela 11).

Para AE, as médias variaram de 95,2 cm (GO-L) até 102,0 cm (GO-G). Esses valores podem ser considerados satisfatórios visto que situam-se, em média, apenas 7 % acima quando comparados com os valores referentes à testemunha. Apesar da população GO-L ter obtido o menor valor médio para esse caráter, foi quem mais superou a testemunha. Esta população superou a testemunha em 10% (Tabela 11).

Nas Figuras 01 a 06 estão apresentadas as distribuições das médias do caráter PE das progênes de meios irmãos para as seis populações. Devido a testemunha estar presente a cada dez tratamentos nos experimentos de avaliação, o comportamento da testemunha foi obtido através da média dos valores médios da mesma apresentados em cada população e as médias das progênes de cada população foi ajustada em relação a este valor. Com os gráficos padronizados, verifica-se que a distribuição das progênes de meios irmãos são bastante parecidas nas seis populações, e que, a população GO-D apresenta o maior potencial genético por apresentar uma maior frequência de progênes acima da testemunha.

4.1.2 Análises de variância.

As Tabelas 12 a 17 apresentam, por população, os quadrados médios, nível de significância através do teste F, valores médios e coeficiente de variação (CV%) da análise de variância agrupada para os caracteres peso de espigas (PE), altura de plantas (AP) e altura de espigas (AE). Por não ser de interesse, não foi calculado o nível de significância para o efeito de blocos dentro de tratamentos.

Para os três caracteres, observa-se que houve significância para a variação entre progênes na maioria dos experimentos individuais e em todas as análises agrupadas. Para PE, os coeficientes de variação experimental variaram de 11,39 % nas populações GO-L e GO-F até 13,57 % na população GO-B. Em relação a AP, esses valores estiveram entre 4,54 % (GO-A) a 6,09 % (GO-F). Para AE, os CV% variaram de 7,06 % (GO-D) a 8,60 % (GO-F). Esses valores revelam uma alta precisão experimental garantindo a validade das conclusões daí inferidas.

4.1.3 Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos

4.1.3.1 Peso de espigas

A Tabela 18 apresenta para as seis populações em estudo, as seguintes estimativas de parâmetros para o caráter peso de espigas: variâncias genéticas entre progênes ($\hat{\sigma}_p^2$), ambiental entre parcelas ($\hat{\sigma}^2$), genética aditiva ($\hat{\sigma}_A^2$), fenotípica ao nível de médias de totais de progênes ($\hat{\sigma}_F^2$), herdabilidade ao nível de médias de totais de progênes ($\hat{h}_m^2$), coeficiente de variação genético (CV_g) em percentagem e índice de variação genético ($\hat{b}$).

Verifica-se que o maior valor para a $\hat{\sigma}_p^2$ e consequentemente para $\hat{\sigma}_A^2$ foi apresentado pela população GO-D, enquanto que o menor, foi apresentado pela população GO-B. Focalizando as estimativas de $\hat{\sigma}_A^2$ e seus respectivos erros, pode-se afirmar que todas elas estão na mesma ordem de magnitude. É possível que a menor estimativa para GO-B seja consequência do menor número de espigas (12) que entraram na sua formação. De fato, tem sido relatado que populações de base genética estreita resultam em menor expressão de variabilidade (Miranda Filho, 1974; Miranda Filho & Chaves, 1992).

Em relação às estimativas da variância ambiental entre parcelas, observa-se que não houve diferenças muito acentuadas entre as populações. O maior valor encontrado foi 310,13 (g/planta)² para a população GO-B, e o menor, 279,30 (g/planta)² para a população GO-A.

O maior valor encontrado para $\hat{\sigma}_A^2$ foi na população GO-D (306,05(g/planta)²) e o menor para a população GO-B (199,83(g/planta)²). Ainda observa-se que as populações GO-F e GO-G apresentam esses valores quase de mesma magnitude. Através da comparação desses resultados com os encontrados na literatura, pode-se observar que os valores obtidos para todas as populações nesse estudo foram de mesma magnitude aos apresentados por Carvalho (2000a), Vencovsky et al. (1988), Souza

Júnior & Miranda Filho (1989), Santos & Miranda Filho (1992), Lima & Paterniani (1977), Canton (1988) e Mesquita et al. (2000).

Para $\hat{\sigma}_F^2$, observa-se que não houve diferenças muito acentuadas entre todas as populações. O intervalo de variação para esse parâmetro foi de 151,70 (g/planta)² na população GO-A até 175,32 (g/planta)² obtido pela população GO-F.

As estimativas dos coeficientes de herdabilidade também não apresentaram grandes diferenças entre as populações, com exceção da população GO-B que revelou um valor cerca de 32 % inferior aos demais. A maior estimativa foi para a população GO-D com um valor de 44,3 %. A menor estimativa de h^2 para a população GO-B também pode ser atribuída à sua base genética mais estreita, conforme já comentado.

Através das estimativas de CV_g (%) observa-se uma maior variabilidade na população GO-D (6,35%), seguida pela população GO-G (6,01%). No geral, pode-se verificar que os resultados apresentados para cada uma das populações são apenas ligeiramente diferentes. Comparando-se esses resultados com os de outros autores, observa-se que são ligeiramente inferiores aos encontrados por Canton (1988), Vencovsky (1988), Carvalho et al. (2000a) e Mesquita et al. (2000).

As estimativas obtidas referentes ao índice de variação genético (b), para todas as populações, não apresentaram diferenças acentuadas. A maior e a menor estimativa foram respectivamente, 0,51 para a população GO-D e 0,40 para a população GO-B, apresentando portanto, um padrão de variação semelhante às estimativas da variância aditiva e do coeficiente de herdabilidade. Tal similaridade nas estimativas de parâmetros é esperada na maioria das situações. De acordo com Vencovsky & Barriga (1992), a estimativa “b”, na experimentação com progênies de meios irmãos, ao atingir o valor um, ou mais, indica uma situação muito favorável para a seleção. Neste estudo, nenhuma população alcançou esse valor. Entretanto, Vencovsky et al. (1988) relatam um valor médio sob as condições brasileiras de 0,45. Observa-se portanto, que todas as populações envolvidas nesse estudo apresentaram valores equiparáveis ou superiores a este valor com exceção da população GO-B que foi ligeiramente inferior. Portanto, esses resultados mostram o grande potencial de variabilidade genética desses materiais e suas possibilidades de exploração em programas de melhoramento.

4.1.3.2 Altura de plantas

A Tabela 19 apresenta as mesmas estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos já referidas para o caráter peso de espigas no item anterior.

Observa-se que para esse caráter, a população que obteve o maior valor para a variância genética entre progênes foi a GO-G ($99,57 \text{ (cm/pl)}^2$). A população GO-F que apresentou um dos maiores valores dessa estimativa para o caráter peso de espigas, foi a que apresentou o menor valor para o caráter altura de plantas ($43,54 \text{ (cm/pl)}^2$).

Com exceção da população GO-F, que obteve uma estimativa de $136,45 \text{ (cm/planta)}^2$, todas as populações apresentaram valores próximos de estimativas das variâncias ambientais entre parcelas.

Quanto às estimativas da variância genética aditiva, observa-se que a maior e a menor estimativa foram obtidas, respectivamente, pelas populações GO-G ($398,28 \text{ (cm/planta)}^2$) e GO-F ($174,16 \text{ (cm/planta)}^2$). Observa-se ainda que as populações GO-B e GO-A apresentam praticamente a mesma magnitude dessa estimativa. Esses resultados mostram-se equiparáveis ou superiores aos relatados por Santos (1985), Souza Júnior & Miranda Filho (1989), Lemos et al. (1992), Hallauer & Miranda Filho (1995), Anjos & Andrade (2000) e Paterniani et al. (2000).

Para as estimativas das variâncias fenotípicas, ao nível de médias de progênes, verifica-se que a população que obteve a maior estimativa foi a GO-G ($126,18 \text{ (cm/planta)}^2$) seguida da população GO-D ($105,61 \text{ (cm/planta)}^2$).

As estimativas dos coeficientes de herdabilidade apresentaram valores relativamente altos para todas as populações, com exceção da GO-F, que mostrou um valor de 48,9%. Comparando-se esses resultados com os reportados na literatura, constata-se que são equivalentes aos encontrados por Sampaio (1986), Lordelo & Miranda Filho (1981) e que são superiores aos encontrados por Santos (1985).

Em relação aos coeficientes de variação genético, observa-se que não houve grandes diferenças entre as populações, sendo que a população que apresentou uma maior variabilidade para esse caráter foi a GO-G (5,21%) e a que apresentou a menor foi

a GO-F (3,44%). Esses valores são equivalentes e superiores aos encontrados por Souza Júnior et al. (1980), Lordelo & Miranda Filho (1981) e Santos (1985).

Os valores encontrados para o índice de variação genético, para todas as populações, indicam a existência de variabilidade genética entre progênes relativamente alta, com algumas populações apresentando valores próximos a um, ou superando-o, como é o caso da população GO-G (1,12). Esses valores foram superiores quando comparados com os obtidos por Santos (1985).

4.1.3.3 Altura de espigas

Os valores das estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos para o caráter altura de espigas estão apresentados na Tabela 20.

Observando-se as estimativas de variâncias entre progênes, verifica-se de maneira semelhante ao já ocorrido para o caráter altura de plantas, que as populações GO-G e GO-D, apresentaram os maiores valores. A população GO-F apresentou um valor desprezível de $13,03 \text{ (cm/planta)}^2$ para esse caráter.

Com relação às estimativas das variâncias do erro experimental, todas as populações apresentaram estimativas praticamente de mesma magnitude, com exceção da GO-F que apresentou um valor superior ($75,41 \text{ (cm/planta)}^2$).

Em consequência aos valores obtidos para as variâncias entre progênes, as populações GO-G e GO-D também apresentaram as maiores estimativas para as variâncias genéticas aditivas. Esses valores foram, respectivamente, 297,16 e 256,00 (cm/planta)^2 . Esses resultados são equivalentes aos encontrados na literatura (Santos, 1985; Sampaio, 1986; Hallauer & Miranda Filho, 1995; Souza Júnior & Miranda Filho, 1989; Lemos et al., 1992).

Observando-se as estimativas da variância fenotípica, ao nível de médias, contata-se que as populações que apresentaram uma maior variabilidade foram as GO-G e GO-D. A menor variabilidade foi apresentada pela população GO-F.

Os valores das estimativas dos coeficientes de herdabilidade podem ser considerados altos para todas as populações, à exceção da GO-F que obteve um valor de

34,2 %. Esses valores se mostraram equivalentes aos obtidos por Sampaio (1986) e superiores aos encontrados por Santos (1985).

Em concordância às estimativas obtidas para variância genética aditiva, as populações que apresentaram os valores mais altos de coeficiente de variação genético foram as populações GO-G e GO-D. Esses valores foram, respectivamente, 8,45 % e 7,88 %. Comparando-se esses valores aos encontrados na literatura, verifica-se que são equiparáveis ou superiores (Lordelo & Miranda Filho, 1981; Santos, 1985).

Quanto aos valores referentes aos índices de variação genética, com exceção da população GO-F que apresentou um valor de 0,42, pode-se observar que todas as populações possuem suficiente variabilidade genética para serem utilizadas em programas de melhoramento desse caráter. Verifica-se que as populações GO-G e GO-D, apresentam valores superiores ao valor um. Segundo Vencovsky & Barriga (1992), estes valores indicam uma situação muito favorável para a seleção.

4.1.3.4 Progresso genético esperado por seleção

As estimativas do progresso genético, expressas em percentagem da média, relativas aos caracteres em estudo, encontram-se na Tabela 21.

Convém ressaltar que foi considerado uma seleção de 10 % das progênes de meios irmãos superiores. O valor do diferencial de seleção estandarizado (k) correspondente a esta percentagem de seleção é 1,76, conforme já referido na metodologia.

Para o caráter peso de espigas, verificou-se que as populações GO-D, GO-G e GO-F, apresentaram os maiores progressos. Esses valores foram, respectivamente, 7,44 % e 6,92 % e 6,33 %. Um maior ganho genético nessas populações já era esperada visto que elas também apresentam os maiores valores de variância aditiva. A diferença entre a população GO-G e GO-F pode ser explicada pelo fato desta última, apresentar um valor mais alto de variância fenotípica ao nível de médias de totais de parcela interferindo diretamente na magnitude do progresso genético percentual. Em valores médios absolutos, esses resultados permitem antever a elevação da produtividade, em kg/ha, das

populações GO-D, GO-G e GO-F, de 7650, 7890 e 8540, para 8219, 8436 e 9081, respectivamente. Esses valores equivalem a 107,3 %, 106,4 % e 105,7 % em relação à testemunha.

Em relação aos caracteres altura de plantas e altura de espigas, observou-se que a população que apresentou os maiores progressos foi a GO-G. Os valores em percentuais foram, respectivamente, 8,15% e 13,29% para altura de plantas e altura de espigas. A superioridade dessa população já era esperada visto que ela apresenta a maior estimativa de variância genética aditiva para os dois caracteres.

É importante ressaltar que esses resultados dizem respeito somente à seleção entre progênies, devendo-se obter um ganho adicional ao se proceder à seleção dentro de progênies, onde estão contidos 3/4 da variância genética aditiva.

4.2 AVALIAÇÃO DAS POPULAÇÕES EM CRUZAMENTO DIALÉLICO

As dez populações já previamente apresentadas na metodologia, foram avaliadas em cruzamento dialélico, conforme o modelo de Gardner & Eberhart (1966). Essa avaliação foi realizada em quatro ambientes: Anhembi – SP durante o ano agrícola de 1998/99 (Experimento 1), Anhembi – SP na safrinha de 1999 (Experimento 2), Rio Verde – GO durante o ano agrícola de 1998/99 (Experimento 3) e Piracicaba – SP na safrinha de 1999 (Experimento 4). Nesta avaliação, foi utilizado o híbrido G-85 como testemunha.

Os resultados da avaliação das populações e seus respectivos híbridos estão apresentados a seguir em termos de médias, análises dialélicas e estimativas de parâmetros abordando os caracteres peso de espigas (PE), peso de grãos (PG), altura da planta (AP), altura da espiga (AE), diâmetro da espiga (DE) e comprimento da espiga (CE).

Os valores coeficientes de variação experimental obtidos para todos os caracteres estudados e, em todos experimentos, correspondem a precisões experimentais em níveis satisfatórios para a cultura do milho.

4.2.1 Médias das variedades e híbridos

4.2.1.1 Altura da planta e Altura da espiga

O comportamento das populações e seus híbridos com relação aos caracteres AP e AE é de interesse para o aproveitamento destes materiais como população base nos programas de melhoramento. Além de variabilidade genética na população base, para tais caracteres, é altamente desejável que estes materiais apresentem uma arquitetura de planta próxima dos materiais disponíveis no mercado. Nesse sentido, a posição relativa da espiga na planta, avaliada pela relação entre AE/AP constitui-se em um parâmetro de interesse para o melhoramento de milho em áreas tropicais. Os caracteres AP e AE também estão diretamente relacionados com a colheita mecânica, onde uma adequada arquitetura de planta é condição fundamental para evitar perdas nessa etapa.

De maneira geral, as cultivares tropicais de milho apresentam plantas altas e as espigas situam-se na metade superior da planta (Miranda Filho, 1985; Paterniani, 1990). Tais características tornam esses materiais suscetíveis ao acamamento.

As médias de AP e AE nos experimentos 1, 2, 3 e 4, são apresentadas nas Tabelas 22, 23, 24 e 25, respectivamente. Os intervalos de variação para AP foram de 188 cm (GN-01) a 228 cm (GO-A X GN-02), 167 cm (GO-G X GO-B) a 193 cm (GO-G), 228 cm (GN-01) a 248 cm (GO-G X GO-L, GO-D X GO-F e GO-B X GO-A) e 184 cm (GN-01) a 203 cm (GO-G X GO-L), respectivamente. A população GN-01 apresentou a menor média de AP em três ambientes. Nass & Miranda Filho (1999) avaliando o potencial genético dos quatro compostos GN na região de Rio Verde – GO, verificaram que o composto GN-01 também apresentou o melhor desempenho com relação à altura da planta.

Para o caráter AE, os intervalos observados nos experimentos 1, 2, 3 e 4, foram de 97 cm (GN-01) a 119 cm (GO-A), 82cm (GO-G X GO-B, GO-G X GN-02 e GO-L X GO-F) a 104 cm (GO-D X GN-02), 131 cm (GN-01 e GO-G X GN-01) a 147 cm (GO-D X GO-F) e 98 cm (GN-01 X GN-02) a 112 cm (GO-G X GO-L), respectivamente. O

composto GN-01 também foi promissor para AE, tanto *per se* quanto em cruzamentos. Desse modo, deve-se ressaltar o desempenho do composto GN-01 com relação aos caracteres AP e AE. Na média dos quatro experimentos a relação AE/AP observada foi de 0,54. Esse resultado corrobora com Nass & Miranda Filho (1999), os quais verificaram a mesma tendência para essa população, com média de 0,49 para a relação AE/AP.

Considerando a análise conjunta, as médias de AP e AE variaram de 195 cm a 209 cm e 105 cm a 117 cm, respectivamente (Tabela 26). GN-01 apresentou os menores valores, enquanto as maiores médias foram observadas nas populações GN-03 e GN-04 e nos híbridos GO-G X GN-04 e o GO-B X GN-04. Tanto as populações quanto os híbridos apresentaram médias superiores em relação à testemunha que obteve 193 cm para AP e 103 cm para AE.

Comparando-se os resultados obtidos nos quatro experimentos, observa-se que os ambientes em condições de safinha, apresentaram as menores médias para AP e AE. Isso pode ser explicado pelo menor fotoperíodo nessa época de cultivo, uma vez que o ciclo da cultura desenvolve-se praticamente durante o outono, no qual os dias têm menos horas de luz solar que no período de cultivo normal.

O cultivo de safinha surgiu, inicialmente, no estado do Paraná e, atualmente, é prática comum nos estados do Paraná, São Paulo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás. De maneira geral, os fatores mais limitantes do cultivo em safinha são a temperatura e a precipitação. Fancelli & Dourado Neto (2000) enfatizaram que, nessa época, o milho não apresenta desempenho satisfatório devido à escassez de água e temperatura desfavoráveis, se comparado com a época recomendada. Todavia, esta prática tem contribuído para o incremento da renda do produtor.

4.2.1.2 Comprimento e diâmetro da espiga

Os caracteres comprimento de espiga (CE) e diâmetro de espiga (DE) também são importantes na caracterização de populações e seus híbridos por estarem

relacionados aos componentes de produção, mais especificamente, o número de grãos por fileira e o número de fileiras na espiga, respectivamente. Além disso, as populações GO-L e GO-G foram obtidas por seleção divergente, para espigas longas e grossas, respectivamente, a partir de um conjunto original de 52 espigas. Por este motivo, o comportamento da população GO-L e GO-G para CE e DE, comparativamente às demais populações, tem interesse especial no presente estudo.

As médias de CE e DE dos experimentos 1, 2 e 4, são apresentadas nas Tabelas 22, 23 e 25, respectivamente. Considerando-se os três experimentos, o intervalo de variação para CE e DE foram de 13,4 cm a 17,3 cm e 4,02 cm a 5,48 cm, respectivamente. As maiores médias para CE envolveram a população GO-G. Por sua vez, a população GO-G participou das combinações híbridas que apresentaram as médias mais expressivas para DE. Desta forma, verifica-se que a contribuição de ambas as populações, GO-L e GO-G, foram no sentido de aumentar o comprimento e o diâmetro da espiga, respectivamente. Tais resultados evidenciam que a seleção inicial realizada para a síntese destas populações foi eficiente. Pode-se inferir que essas populações concentram alelos favoráveis que contribuem no sentido de aumentar os caracteres CE e DE.

Na Tabela 26 encontram-se as médias dos três experimentos para o caráter DE. Os tratamentos que apresentaram os maiores valores foram o híbrido GO-G X GN-04 e as populações GO-D e GO-G. O híbrido G-85 utilizado como testemunha obteve um valor médio de 4,34 cm. Deve-se destacar o desempenho da população GO-G, a qual participou dos híbridos com os maiores valores médios.

4.2.1.3 Peso de espiga e Peso de grãos

Para que uma população seja utilizada como população base em programas de melhoramento, há necessidade dela apresentar variabilidade genética e médias elevadas para os caracteres de interesse. Caso o programa seja voltado para o desenvolvimento de híbridos, então, é de fundamental importância conhecer seu comportamento em combinações híbridas específicas.

É comum nos programas de melhoramento a avaliação de inúmeros caracteres, entretanto, a produtividade é reconhecidamente o de maior importância. No estudo para caracterização de populações e seus híbridos, a produtividade, mensurada pelo peso de espigas (PE) e/ou peso de grãos (PG), merece atenção especial. De fato, a produtividade permite não só diferenciar as populações *per se*, como também o seu comportamento em combinações híbridas. Além disso, possibilita quantificar os efeitos de ambientes e as interações populações x ambientes.

As médias das populações e dos respectivos híbridos para o caráter PE são apresentadas nas Tabelas 22 a 25.

No experimento 1 (Tabela 22), o intervalo de variação oscilou de 4,125 t/ha (GN-01) a 5,789 t/ha (GO-L X GN-01). Dentre as populações, a maior média foi obtida por GN-04 (5,641 t/ha). Esse valor foi equivalente à média apresentada pela testemunha. Para o experimento 2 (Tabela 23), conduzido em condições de safrinha, as médias variaram de 4,059 t/ha (GO-L X GN-01) a 5,740 t/ha (GN-03 X GN-04). GO-D foi a população com maior média *per se* (5,657 t/ha). Na Tabela 24 são apresentadas as médias obtidas no experimento 3, no qual foi observado o melhor desempenho para PE tanto das populações *per se* como dos híbridos. O intervalo de variação observado nesse experimento foi de 7,148 t/ha (GO-B) a 8,799 t/ha (GO-G X GN-04). Vale ressaltar o desempenho *per se* da GN-03 (8,619 t/ha), o qual correspondeu a 91% da média da testemunha. No experimento 4 (Tabela 25), a média mais expressiva foi observada no cruzamento GO-B X GN-03 (6,370 t/ha), a qual foi equivalente à média apresentada pela testemunha.

Nass & Miranda Filho (1999) apresentaram as estimativas para PE dos compostos GN-01, GN-02, GN-03 e GN-04. As médias observadas para PE seguiram a seguinte ordem decrescente: GN-04, GN-03, GN-02 e GN-01. Os resultados obtidos no experimento 1 apresentaram essa mesma tendência. Entretanto, nos experimentos 3 e 4, a população GN-03 foi superior às demais. No experimento 2 (Tabela 23), merece destaque o desempenho do híbrido GN-03 X GN-04, o qual foi 16% mais produtivo que a testemunha. Tal comportamento era esperado uma vez que na síntese das populações

GN-03 e GN-04, ênfase foi dada no sentido destas populações se constituírem em um padrão heterótico (Nass & Miranda Filho, 1999).

Com relação ao caráter PG, no experimento 2 (Tabela 23), a menor e a maior média foram obtidas GO-F (2,799 t/ha) e GO-D (4,156 t/ha), respectivamente. No experimento 4 (Tabela 25) esses valores foram de 4,865 t/ha (GN-01) e 6,392 t/ha (GN-02 X GN-04), respectivamente. Percebe-se claramente a diferença entre as médias dos dois experimentos, sendo que a menor média do experimento 4 foi superior à maior média do experimento 2. Ambos experimentos foram conduzidos em condições de safrinha no estado de São Paulo. O experimento 2, que apresentou menor produtividade foi realizado em Anhembi – SP. Vale ressaltar que as condições edafoclimáticas nesse local são desfavoráveis ao cultivo do milho em safrinha, uma vez que apresenta elevada incidência de doenças foliares e predominância de solo com menor fertilidade.

Fancelli & Dourado Neto (2000) ressaltaram que, para condições de safrinha, há necessidade de genótipos com elevado vigor de sementes e plântulas (arranque), curto período para enchimento de grãos e comprovada resistência e/ou tolerância a doenças foliares.

Entre as populações *per se*, o desempenho da população GN-03 foi bastante promissor, particularmente no experimento 4, no qual apresentou a segunda maior média do ensaio. Basso (1999) estudando o desempenho de compostos de milho em relação ao complexo do enfezamento, também destacou essa população como sendo a mais produtiva em dois locais. O autor concluiu que os compostos GN-03 e GN-04 são fontes importantes de germoplasma para a seleção de genótipos resistentes ao complexo do enfezamento com boa produtividade. Na avaliação do segundo ciclo de seleção recorrente intrapopulacional dos quatro compostos GN, o melhor desempenho foi obtido por GN-03 (Nass L. L. – comunicação pessoal).

4.2.2 Análises de variância

4.2.2.1 Análises de variâncias conjuntas

Os valores e significâncias dos quadrados médios obtidos nas análises de variâncias conjuntas para os seis caracteres em estudo (AP, AE, CE, DE, PE e PG), juntamente com os respectivos coeficientes de variação, encontram-se nas Tabelas 27 a 29.

Para todos os caracteres em estudo, foi detectada significância ($P < 0,01$) para os efeitos de repetições/ambientes e tratamentos, com exceção do DE que não apresentou significância para repetições/ambientes.

Em relação à interação ambientes x tratamentos, observa-se que os caracteres AP, AE e DE, não apresentaram significância, enquanto PE e PG, foram significativos ao nível de 5% de probabilidade. Somente o caráter CE apresentou interação altamente significativa, (Tabela 28). Através dessas informações, os resultados referentes às avaliações de AP, AE e DE, nos experimentos dialélicos, serão discutidos com base nas médias dos experimentos e análises conjuntas. Para os caracteres CE e PG, que apresentaram significância para a interação ambientes x tratamentos, os resultados serão apresentados e discutidos com base nas análises individuais dos locais em que esses caracteres foram avaliados. Para o caráter PE, os resultados referentes ao experimento 2 serão apresentados e discutidos individualmente, enquanto que, para os experimentos 1, 3 e 4, os resultados serão apresentados com base nas análises conjuntas. Tal procedimento foi adotado pelo fato de que ao se retirar o experimento 2 da análise conjunta envolvendo os quatro experimentos, a fonte de variação ambientes x tratamentos deixa de ser significativa.

4.2.2.2 Análises de variâncias dos cruzamentos dialélicos

Nas análises conjuntas para os caracteres AP, AE, PE e DE, não houve interações significativas (Tabelas 30 e 31). Conseqüentemente, pode-se inferir sobre o desempenho das populações com base nas médias dos ambientes. Para todos os caracteres acima, foram detectados diferenças altamente significativas para tratamentos e para seu desdobramento (populações e heterose), com exceção para a heterose no caráter DE, o qual foi não significativo. A significância dos efeitos de populações é indicativa de que existe um comportamento médio diferenciado entre as populações. Por sua vez, a existência de divergência genética entre este conjunto de populações pode ser constatada pela significância dos efeitos de heterose total.

Para o caráter PE, observou-se significância ($P < 0,01$) para todos os componentes de heterose. Pode-se afirmar que houve uma distinção entre a média das populações e a média dos híbridos e ainda, que existe diferentes potenciais heteróticos entre as populações. Além disso, existe a possibilidade de se explorar combinações específicas promissoras entre essas populações. Em geral, não é muito comum a ocorrência de heterose específica significativa em cruzamentos envolvendo populações e/ou variedades. Este fato é mais observado quando são utilizadas linhagens elites. Entretanto, na literatura existem relatos de ocorrência de heterose específica significativa para produtividade em híbridos intervarietais avaliados em solos ácidos (Pandey et al., 1994). Este efeito também mostrou-se significativo para produtividade e altura da planta em avaliações utilizando germoplasma exótico e raças mexicanas de milho (Crossa et al., 1987; Crossa et al., 1990). Pérez-Velasquez et al. (1995) obtiveram resultados semelhantes para produtividade, dias para o florescimento e número de espigas por planta. No presente estudo, além do caráter PE, detectou-se heterose específica significativa para AP e AE. Tais resultados corroboram com os relatados por Morello (2000) envolvendo uma ampla avaliação de germoplasma visando a síntese de compostos com adaptação a solos ácidos.

A análise de variância referente aos caracteres PE e PG, no experimento 2 (Tabela 32), detectou diferenças entre os tratamentos ($P < 0,05$). Este resultado é devido

às diferenças observadas entre as populações, isto é, os valores intrínsecos das populações é que interessam, uma vez que a heterose total não apresentou significância em ambos os casos. Na decomposição dos efeitos de heterose, verificou-se significância apenas para heterose de populações. Este resultado não é comumente observado na prática, entretanto pode ocorrer quando o ambiente é desfavorável. Nesse caso, pode-se inferir que a média dos híbridos deve ser muito próxima da média das populações. De fato, no caso de PG, observou-se que as populações e os híbridos apresentaram médias de 3,479 t/ha e 3,536 t/ha, respectivamente. No caso específico desse experimento, os resultados observados na análise de variância estão de acordo com o esperado, pois esse experimento foi conduzido no município de Anhembi – SP em condições de safrinha. Como já comentado anteriormente, este ambiente apresenta elevada incidência de doenças foliares e condições de fertilidade aquém do desejado para um desenvolvimento adequado da cultura do milho, particularmente em cultivo fora da época recomendada. Desta forma, os híbridos não conseguem expressar todo o seu potencial genético e, portanto, não apresentam diferenças expressivas em relação às populações *per se*.

O caráter PG no experimento 4 (Tabela 33) apresentou resultados comumente observados nas análises de variância segundo o modelo proposto por Gardner & Eberhart (1966). Nesse caso, apenas a heterose específica não apresentou significância. Para esse ambiente, em média, as heteroses diferem entre si, sendo umas maiores e outras menores. Em resumo, significa que a contribuição heterótica de cada variedade é diferente.

Na Tabela 34 são apresentadas as análises de variância para o caráter CE nos experimentos 1, 2 e 4. Verificou-se diferenças altamente significativas para tratamentos em todos os casos. Esse resultado foi devido às diferenças existentes entre as populações, haja vista que o efeito de heterose total somente apresentou significância no experimento 4, sendo função direta da significância da heterose específica. No experimento 1, também foi detectada significância ($P < 0,05$) para a heterose específica, porém este valor deve estar muito próximo do limite (Teste F a 5%).

4.2.3 Estimativas dos parâmetros

Para o caráter AP, os efeitos de populações (v_i) foram entre -9,5 cm a 5,0 cm referentes às populações GN-01 e GN-03, respectivamente. Para AE, a população GN-01 também expressou a menor estimativa (-6,5 cm) e a maior estimativa (5,1 cm) foi obtida em GO-A (Tabela 35). A maior estimativa de v_i para DE foi de 0,26 cm para a população GO-D, enquanto o menor efeito foi verificado na população GO-L com uma estimativa de -0,15 cm. Considerando a análise conjunta, as estimativas de v_i para PE variaram de -0,637 t/ha a 0,746 t/ha, em GN-01 e GN-03, respectivamente (Tabela 35).

Em relação ao experimento 2, sob condições de safrinha no município de Anhembi-SP, a população que obteve a menor estimativa de v_i para PE foi a GO-F (-0,758 t/ha) e a maior foi GO-D (0,835t/ha) (Tabela 36).

Verifica-se na Tabela 37, que a maior estimativa de v_i no experimento 2 em relação ao caráter PG foi obtida pela população GO-D enquanto no experimento 4 a maior estimativa foi obtida por GN-03.

Para o caráter CE, a população GN-01 apresentou as menores estimativas nos experimentos 1 e 4. As populações que apresentaram as maiores estimativas nos experimentos 1, 2 e 4, foram respectivamente, GN-04, GO-A e GO-F (Tabela 38).

Entre as populações avaliadas per se, GN-03 foi a mais promissora quanto aos efeitos de populações, sendo indicada para utilização em programas de seleção recorrente intrapopulacional em condições ambientais similares aos experimentos 1, 3 e 4. Essa população obteve estimativas de v_i positivas para todos os caracteres estudados nesses ambientes. O desempenho da população GN-03 também foi enfatizado por BASSO (1999). Porém, deve-se ter cautela em relação aos caracteres AP e AE devido suas estimativas serem positivas possibilitando um acréscimo na altura da planta e da espiga. A existência de correlação positiva entre produtividade e altura de planta (0,26) e altura de espiga (0,31), baseadas em 23 trabalhos, foi relatada por Hallauer & Miranda Filho (1995). Também, a população GN-04 possui boas estimativas em relação aos caracteres estudados e pode ser outra opção para programas de seleção recorrente intrapopulacional. Nass & Miranda Filho (1999) após o primeiro ciclo de seleção

recorrente com progênies de meios-irmãos nos compostos GN, recomendaram a utilização dos compostos GN-03 e GN-04 como populações base para os programas de melhoramento de milho do Brasil.

Para as condições ambientais do experimento 2, a população que se mostrou mais promissora quanto aos efeitos de populações foi a GO-D. Essa população obteve estimativas negativas para os caracteres AP e AE e positivas para os caracteres PE, PG, DE e CE.

As estimativas de heterose média ($\bar{h}$) para os caracteres AP, AE, PE e DE foram de 0,0 cm, -0,2 cm, 0,248 t/ha e 0,00 cm (Tabela 35). A heterose média obtida no experimento 2 para o caráter PE foi de 0,077 t/ha (Tabela 36). Para PG, as heteroses médias obtidas no experimento 2 e 4 foram respectivamente, 0,057 t/ha e 0,177 t/ha (Tabela 37). As heteroses médias encontradas para o caráter CE nos experimentos 1, 2 e 4 foram respectivamente, -0,1 cm, 0,2 cm e 0,2 cm (Tabela 38). Por esses valores apresentados, percebe-se que a média dos cruzamentos não diferiu muito em relação à média das populações parentais para todos os caracteres avaliados.

As estimativas de heterose de populações para AP, foram entre -2,1 cm a 2,8 cm verificadas nas populações GN-04 e GN-02, respectivamente. Para AE, os efeitos de h_i foram entre -1,9 cm a 2,3 cm referentes às populações GN-03 e GO-D, respectivamente (Tabela 35). O maior efeito de h_i para o caráter DE observado na Tabela 35 envolvendo os experimentos 1, 2 e 4, foi para a população GN-02. Já para o caráter CE, os maiores efeitos de h_i encontrados, foram para as populações GN-03 no experimento 2, e para GN-01, nos experimentos 1 e 4 (Tabela 38). Considerando as estimativas referentes aos experimentos 1, 3 e 4, a população que se mostrou mais heterótica em relação ao presente grupo de populações para o caráter PE foi a GN-01 com uma estimativa h_i de 0,263 t/ha. A população menos heterótica em relação ao grupo foi a GO-G com uma estimativa h_i de -0,230 t/ha (Tabela 35).

Segundo Vencovsky (1970) existem três situações em que variedades apresentam um alto valor de heterose de variedades: 1) as variedades que tiverem muitos locos com altas frequências de genes dominantes; 2) as que tiverem muitos locos com baixas frequências de genes dominantes e 3) as que apresentarem uma maior dispersão

das frequências gênicas em relação às frequências gênicas médias do conjunto. De acordo com essa interpretação, a população GN-01 foi a que apresentou, para PE, o menor valor do efeito de variedade (-0,637 t/ha) e o maior valor do efeito de heterose de populações (0,263 t/ha) do conjunto, assim, esta população é a mais divergente geneticamente em relação às demais, devido ao fato das suas frequências dos genes favoráveis, com algum grau de dominância, estarem bem abaixo das frequências gênicas médias das outras populações.

Em relação ao experimento 2 (Tabela 36), no município de Anhembi-SP e sob condições de safrinha, as populações que obtiveram a maior e a menor estimativas de h_i para o caráter PE, foram respectivamente, GN-03 (0,352 t/ha) e GO-D com (-0,488 t/ha).

Do mesmo modo que o ocorrido para o caráter PE, no experimento 2, a população que obteve a maior estimativa de h_i para PG foi a GN-03 apresentando um valor de 0,254 t/ha. Já em relação ao experimento 4, a população com maior estimativa para esse caráter foi a GN-02 com um valor de 0,325 t/ha (Tabela 37).

As estimativas de heterose específica ($s_{ii'}$) oscilaram entre -8,0 cm a 7,0 cm para AP; -6,5 cm a 5,2 cm para AE; -0,321 t/ha a 0,547 t/ha para PE e -0,09 cm a 0,19 cm para DE (Tabela 39). Os híbridos GO-G X GO-B, GO-L X GO-F, GO-A X GN-04 e GN-01 X GN-02, com as menores estimativas de $s_{ii'}$ para o caráter AP, também apresentaram as menores estimativas para AE. Entretanto, os híbridos GO-A X GN-02 e GO-G X GN-04 estando entre aqueles com as maiores estimativas de $s_{ii'}$ para AP, não apresentaram as maiores estimativas para AE. Os híbridos que apresentaram estimativas altas para esse caráter são GO-G X GO-L, GO-B X GN-04, GO-L X GN-01 e GO-A X GN-01. O híbrido GO-B X GN-03 (0,547 t/ha) apresentou a maior estimativa de $s_{ii'}$ para PE. Outros híbridos como GO-G X GN-01, GO-G X GN-04, GO-L X GN-01, também apresentaram estimativas superiores a 0,300 t/ha. Em relação ao caráter DE, os cruzamentos que apresentaram as maiores estimativas de $s_{ii'}$ foram GO-G X GO-D, GO-G X GN-04, GO-B X GN-03 e GO-A X GN-01 (Tabela 39). Para o caráter PE, sob as condições ambientais do experimento 2, os híbridos que tiveram as maiores estimativas

para o efeito de heterose específica foram GO-D X GO-A, GO-L X GN-03, GO-L X GO-D, GO-G X GO-B e GN-03 X GN-04 (Tabela 40).

Na Tabela 41, pode-se verificar que para PG, os híbridos que apresentaram as maiores estimativas de s_{ij} nos experimentos 2 e 4, foram respectivamente, GO-D X GO-A (0,491 t/ha) e GO-B X GN-03 (0,576 t/ha).

As estimativas do efeito de s_{ij} para o caráter CE, nos experimentos 1, 2 e 4, estão apresentadas na Tabela 42. Observa-se que para o experimento 1, o cruzamento GO-L X GO-B, apresentou a maior estimativa enquanto que nos experimentos 2 e 4, as estimativas mais expressivas foram observadas nos cruzamentos GO-G X GN-03 e GO-L X GN-01.

Para PE, considerando as estimativas referentes aos experimentos 1, 3 e 4, a percentagem de heterose em relação à média dos pais (%h) variaram entre -4,3 % a 17,3 % para os híbridos GO-G X GN-03 e GO-L X GN-01, respectivamente (Tabela 43). No experimento 2, mesmo com a análise de variância não apresentando significância para o efeito de heterose, verifica-se na Tabela 44 alguns cruzamentos que apresentaram estimativas acima de 20 %, como por exemplo, os híbridos GO-L X GN-03, GO-F X GN-04 e GN-03 X GN-04. Esses mesmos cruzamentos também apresentaram os maiores valores de heterose (%) para o caráter PG nesse experimento. Entretanto, verifica-se que no experimento 4, os cruzamentos com estimativas mais expressivas de heterose em relação à média dos pais foram GO-L X GN-01, GO-A X GN-01 e GO-A X GN-02 (Tabela 45).

Para o caráter DE e CE (Tabelas 43 e 46) os híbridos não apresentaram valores elevados para heterose (%). Os únicos valores acima de 10 % foram encontrados para o caráter CE referentes aos híbridos GO-G X GN-03 no experimento 2 e GO-L X GN-01 no experimento 4.

A magnitude da heterose (h_{ij}) é diretamente proporcional às diferenças nas frequências alélicas das populações nos locos onde há algum grau de dominância (Falconer & Mackay, 1996). Considerando caracteres com dominância direcional, os materiais que se mostrarem mais divergentes geneticamente, deverão apresentar um maior nível de heterose. Desse modo, as populações que constituem os híbridos GO-L x

GN-01 e GO-G X GN-03 envolvendo os ambientes dos experimentos 1, 3 e 4 e GO-L X GN-03, GO-F X GN-04 e GN-03 X GN-04 para as condições ambientais do experimento 2, podem ser consideradas as mais divergentes geneticamente para os caracteres de produção.

Em populações com ampla base genética em que não se tem grande influência da endogamia, os valores de heterose em relação à média dos pais para produção de grãos podem chegar a 20 ou até 25%, na maioria dos casos (Miranda Filho, 1999). Este autor mostrou teoricamente que a expressão final da heterose é dependente da divergência entre as populações base e da endogamia acumulada ao longo do processo evolutivo. Desta forma, quando populações contrastantes, porém com base genética muito estreita são cruzadas, a expressão final da heterose é função da divergência entre elas e da recuperação da depressão endogâmica acumulada. Os dados reportados por Paterniani & Lonnquist (1963) envolvendo o inter cruzamento de 12 raças tropicais de milho são bastante ilustrativos e exemplificam tal situação. Nesse trabalho, os autores verificaram estimativas variando de -11% a 101% (com média de 33%) para a heterose em relação à média dos pais. Considerando cruzamentos envolvendo populações com ampla base genética como no presente trabalho, Vasal et al. (1992) utilizando sete populações mexicanas tardias de milho, verificou uma média da heterose em relação à média dos parentais de 8,5%. Resultados similares foram relatados em estudos envolvendo populações tropicais precoces e intermediárias do CIMMYT (Beck et al., 1990; Crossa et al., 1990) indicando que, populações representando germoplasma tropical possuem provavelmente uma grande quantidade de heterozigosidade e uma pequena quantidade de depressão endogâmica.

4.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da enorme variabilidade genética existente no milho, apenas uma pequena porção do germoplasma disponível foi explorada. Nesse sentido, o desenvolvimento de novas alternativas para serem utilizadas como populações base nos

programas de melhoramento continuam sendo atividades rotineiras, principalmente em instituições públicas.

É sabido que a opção por uma determinada população base, ou mais de uma no caso de seleção recorrente recíproca, é fator decisivo para o sucesso de qualquer programa de melhoramento. Assim, trabalhos no sentido de caracterizar as populações para fins de melhoramento, constituem-se em importante contribuição da pesquisa básica. Esforços na área de pré-melhoramento (“pre-breeding”) vêm sendo realizados em diversas culturas, sendo uma alternativa promissora para aumentar a utilização dos recursos genéticos disponíveis nos bancos de germoplasma.

O presente trabalho concentrou esforços no sentido de caracterizar novas populações de milho e seus respectivos híbridos para fins de melhoramento. Os resultados obtidos para o conjunto de populações oriundas de Goiás (Compostos GO) permitem inferir que o esquema utilizado na síntese das seis populações foi bastante eficiente. Tais populações apresentaram boas médias e ampla variabilidade genética para os caracteres estudados. Apesar da seleção ter sido baseada somente em aspectos fenotípicos, a altíssima intensidade de seleção praticada possibilitou a obtenção de populações promissoras para serem utilizadas como população base.

Outra constatação importante foi a determinação do potencial genético para fins de melhoramento das populações GN-03 e GN-04 para produtividade, as quais já haviam sido indicadas como fontes promissoras para programas de resistência a doenças.

Vale ressaltar que a avaliação das populações *per se* utilizando progênies de meios-irmãos aliado ao esquema de cruzamento dialélico permitiram discriminar o potencial genético das populações individualmente, como também seus desempenhos em cruzamentos específicos.

A exploração da heterose em plantas tem no milho, um dos seus exemplos mais significativos. A heterose pode ser expressa pela fórmula: $h = \sum_i (p_i - r_i)^2 d_i$, no qual p_i e r_i são as frequências do alelo favorável nas respectivas populações e d_i corresponde aos desvios dados pela dominância. Portanto, através dessa fórmula, observa-se que para se

obter uma expressão da heterose considerável, há necessidade de dominância e divergência gênica nos locos que condicionam o caráter em consideração.

Ao cruzar populações de base genética estreita, como por exemplo, raças locais e indígenas, as quais sofreram deriva genética e conseqüentemente apresentam um certo grau de endogamia, verifica-se uma alta expressão da heterose. Isso se dá pelo fato desses materiais apresentarem alta divergência gênica, pois através do processo dispersivo ao longo do tempo, os alelos tendem a ser fixados, perdidos ou bastante diferenciados em suas frequências alélicas.

No presente estudo foram utilizadas populações que apresentam base genética ampla. A probabilidade dessas populações apresentarem alelos fixados é pequena. Assim, espera-se que nesses materiais, as frequências gênicas para os caracteres estudados estejam, em sua maioria, no intervalo de 0,4 a 0,6. Desse modo, pode-se inferir que essas populações não apresentam divergência gênica suficiente para uma forte expressão da heterose.

Com base nos resultados obtidos e apresentados, pode-se concluir que os objetivos inicialmente propostos nesse trabalho foram alcançados.

5 CONCLUSÕES

As interpretações dos resultados do presente trabalho, permitiram as seguintes conclusões:

- A prática de seleção fenotípica de espigas realizada para originar as populações designadas GO-D, GO-B, GO-G, GO-A, GO-L e GO-F, mostrou-se eficiente no sentido de se obter populações base com ampla variabilidade genética para uso em programas de melhoramento. A produtividade das seis populações estudadas pode ser considerada satisfatória, haja vista os valores percentuais elevados em relação à média da testemunha.

- As populações GO-D e GO-G foram as que apresentaram o maior potencial genético para o melhoramento considerando-se os caracteres avaliados. Essas populações expressaram os maiores valores de coeficientes de variação genética e herdabilidade, índices de variação genética e também os maiores progressos estimados com a seleção entre progêies de meios-irmãos.

- As dez populações utilizadas não apresentaram cruzamentos com fortes expressões de heterose atestando que elas não apresentam divergência gênica suficiente para os caracteres avaliados.

- Na avaliação em cruzamento dialélico, as populações GN-03 e GN-04, com os maiores valores para os efeitos de populações nas condições ambientais dos experimentos 1, 3 e 4 destacam-se com elevado potencial para emprego em programas

de seleção recorrente intrapopulacional. Nas condições ambientais do experimento 2, a população que apresentou esse potencial foi a GO-D.

- Os cruzamentos GO-B X GN-03 e GO-D X GO-A, que apresentam respectivamente, as maiores estimativas de heterose específica para os caracteres peso de espigas e peso de grãos, nas condições ambientais dos experimentos 1,3 e 4 e nas condições ambientais do experimento 2, são possibilidades de padrões heteróticos para emprego em programas de seleção recorrente interpopulacional.

ANEXOS

TABELA 11. Valores médios obtidos para os caracteres peso de espigas (PE), altura de plantas (AP) e altura da espiga (AE) em seis populações de milho e desempenho em relação à testemunha¹. Rio Verde – GO. 1997/98.

Populações	PE		AP		AE	
	t/ha	%	Cm	%	cm	%
GO-D	7,65	98,3	193,0	107,3	101,5	107,8
TESTEMUNHA	7,78	100	179,9	100	94,2	100
GO-B	7,21	89,5	188,8	103,4	99,3	104,7
TESTEMUNHA	8,06	100	182,6	100	94,9	100
GO-G	7,89	91,7	191,5	104,3	102,0	107,0
TESTEMUNHA	8,60	100	183,6	100	95,4	100
GO-A	7,70	89,4	190,0	104,0	98,8	107,9
TESTEMUNHA	8,61	100	182,7	100	91,6	100
GO-L	8,24	94,00	196,0	109,4	95,2	110,0
TESTEMUNHA	8,77	100	179,2	100	86,6	100
GO-F	8,54	90,6	191,9	103,8	101,0	104,3
TESTEMUNHA	9,43	100	184,8	100	96,8	100

¹ – Média do híbrido G-85.

TABELA 12. Quadrados médios obtidos na análise de variância agrupada, média geral ($\bar{Y}$) e coeficiente de variação experimental ($CV_e \%$), para os caracteres peso de espigas (PE), altura de planta (AP) e altura de espiga (AE), na população GO-D. Rio Verde – GO. 1997/98.

Fontes de Variação	Quadrados Médios			
	GL	PE ¹	AP	AE
		g/parcela	cm	cm
Bloco/Exp	10	1,9306	140,300	169,688
Prog./Exp	259	2,0732**	316,822**	243,389**
Prog/Exp.1	48	1,5218 ns	350,708**	216,688**
Prog/Exp.2	48	2,7480**	341,500**	265,247*
Prog/Exp.3	48	2,5566**	216,667**	197,951**
Prog/Exp.4	46	1,4262ns	248,207**	198,818**
Prog/ Exp.5	69	2,0823**	391,500**	308,080**
Exp.	4	288,6403	31648,375	22838,282
Erro Médio	518	1,1550	83,269	51,387
$\bar{Y}$		2753,892	193	102
$CV_e \%$		12,34	4,73	7,06

*, ** - Significativo a 5% e 1%, respectivamente

ns - não significativo

¹ - valor x 10^{-5}

TABELA 13. Quadrados médios obtidos na análise de variância agrupada, média geral ($\bar{Y}$) e coeficiente de variação experimental ($CV_e \%$), para os caracteres peso de espigas (PE), altura de planta (AP) e altura de espiga (AE), na população GO-B. Rio Verde – GO. 1997/98.

Fontes de Variação	Quadrados Médios			
	GL	PE ¹	AP	AE
		g/parcela	cm	cm
Bloco/Exp	12	4,3342	218,417	88,281
Prog./Exp	291	1,8400**	247,368**	176,052**
Prog/Exp.1	48	2,0014ns	326,479**	192,091**
Prog/Exp.2	48	1,8302*	203,125**	150,961**
Prog/Exp.3	49	1,7572**	299,908**	178,128**
Prog/Exp.4	49	1,7679*	236,133**	174,156**
Prog/Exp.5	48	1,5957*	140,438ns	174,776**
Prog/Exp.6	49	2,0856ns	282,163**	185,987**
Exp.	5	261,8848	24332,200	17154,400
Erro Médio	582	1,2405	80,388	57,527
$\bar{Y}$		2595,350	189	99
$CV_e \%$		13,57	4,75	7,64

*, ** - Significativo a 5% e 1%, respectivamente

ns - não significativo

¹ - valor x 10^{-5}

TABELA 14. Quadrados médios obtidos na análise de variância agrupada, média geral ($\bar{Y}$) e coeficiente de variação experimental ($CV_e \%$), para os caracteres peso de espigas (PE), altura de planta (AP) e altura de espiga (AE), na população GO-G. Rio Verde – GO. 1997/98.

Fontes de Variação	Quadrados Médios			
	GL	PE ¹	AP	AE
		g/parcela	cm	cm
Bloco/Exp	12	2,4252	296,583	197,177
Prog./Exp	281	2,0491**	378,541**	278,999**
Prog/Exp.1	47	1,9760ns	289,085**	263,285**
Prog/Exp.2	48	2,1514**	378,938**	227,826**
Prog/Exp.3	45	2,0315*	465,389**	328,800**
Prog/Exp.4	49	1,6519ns	257,797**	172,862**
Prog/Exp.5	46	2,2307*	444,967**	371,677**
Prog/Exp.6	46	2,2756**	446,761**	320,114**
Exp.	5	252,8708	30959,800	22459,303
Erro Médio	562	1,1734	79,840	56,106
$\bar{Y}$		2840,417	191	102
$CV_e \%$		12,06	4,67	7,34

*, ** - Significativo a 5% e 1%, respectivamente

ns - não significativo

¹ - valor x 10⁻⁵

TABELA 15. Quadrados médios obtidos na análise de variância agrupada, média geral ($\bar{Y}$) e coeficiente de variação experimental ($CV_e \%$), para os caracteres peso de espigas (PE), altura de planta (AP) e altura de espiga (AE), na população GO-A. Rio Verde – GO. 1997/98.

Fontes de Variação	Quadrados Médios			
	GL	PE ¹	AP	AE
		g/parcela	Cm	cm
Bloco/Exp	12	2,3909	118,792	96,667
Prog./Exp	291	1,8203**	241,588**	161,125**
Prog/Exp.1	49	1,8641ns	346,969**	180,903**
Prog/Exp.2	48	1,8430ns	240,760**	213,151**
Prog/Exp.3	49	1,7819*	191,184**	132,689**
Prog/Exp.4	49	1,7340**	204,082**	213,199**
Prog/ Exp.5	48	2,0251**	237,938**	108,401**
Prog/Exp.6	48	1,6757**	228,229**	117,503**
Exp.	5	241,72422	23016,200	15378,125
Erro Médio	582	1,1172	74,491	49,559
$\bar{Y}$		2773,126	190	99
$CV_e \%$		12,05	4,54	7,12

*, ** - Significativo a 5% e 1%, respectivamente

ns - não significativo

¹ - valor x 10⁻⁵

TABELA 16. Quadrados médios obtidos na análise de variância agrupada, média geral ($\bar{Y}$) e coeficiente de variação experimental ($CV_e \%$), para os caracteres peso de espigas (PE), altura de planta (AP) e altura de espiga (AE), na população GO-L. Rio Verde – GO. 1997/98.

Fontes de Variação	Quadrados Médios			
	GL	PE ¹	AP	AE
		g/parcela	cm	cm
Bloco/Exp	10	1,7568	190,625	97,706
Prog./Exp	216	1,9104**	289,133**	165,819**
Prog/Exp.1	45	1,6286ns	399,145**	171,117**
Prog/Exp.2	47	1,4182ns	255,649**	120,285**
Prog/Exp.3	47	3,0105**	205,075*	176,141**
Prog/Exp.4	47	2,2404**	329,936**	222,226**
Prog/Exp.5	30	0,8637ns	244,342**	124,667**
Exp.	4	230,8669	25630,938	14621,923
Erro Médio	432	1,1418	88,344	50,217
$\bar{Y}$		2967,643	196	95
$CV_e \%$		11,39	4,80	7,44

*, ** - Significativo a 5% e 1%, respectivamente

ns - não significativo

¹ - valor x 10^{-5}

TABELA 17. Quadrados médios obtidos na análise de variância agrupada, média geral ($\bar{Y}$) e coeficiente de variação experimental ($CV_e \%$), para os caracteres peso de espigas (PE), altura de planta (AP) e altura de espiga (AE), na população GO-F. Rio Verde – GO. 1997/98.

Fontes de Variação	Quadrados Médios			
	GL	PE ¹	AP	AE
		g/parcela	cm	cm
Bloco/Exp	12	3,5710	380,000	205,229
Prog./Exp	267	2,1038**	267,064**	114,518**
Prog/Exp.1	49	2,7522**	135,786 *	61,457*
Prog/Exp.2	44	2,7254**	214,318**	121,014**
Prog/Exp.3	47	2,3393**	253,266**	134,618ns
Prog/Exp.4	46	1,2612ns	307,533*	99,269ns
Prog/Exp.5	41	1,5676*	289,183 *	97,567*
Prog/Exp.6	40	1,8678**	432,900**	183,675*
Exp.	5	251,7471	29746,000	14661,401
Erro Médio	534	1,2250	136,449	75,408
$\bar{Y}$		3073,370	191	101
$CV_e \%$		11,39	6,09	8,60

*, ** - Significativo a 5% e 1%, respectivamente

ns - não significativo

¹ - valor x 10⁻⁵

TABELA 18. Estimativas de parâmetros genéticos nas populações GO-D, GO-B, GO-G, GO-A, GO-L e GO-F, para o caráter peso de espigas. Rio Verde – GO. 1997/98.

Estimativas ¹	Populações					
	GO-D.	GO-B	GO-G	GO-A.	GO-L	GO-F
$\hat{\sigma}_p^2$	76,51±16,26	49,96±14,04	72,97±15,49	58,60±13,67	64,05±16,56	73,24±16,35
$\hat{\sigma}^2$	288,76	310,13	293,36	279,30	285,45	306,25
$\hat{\sigma}_A^2$	306,05±65,04	199,83±56,16	291,88±61,96	234,38±54,68	256,20±66,24	292,94±65,40
$\hat{\sigma}_F^2$	172,76	153,34	170,76	151,70	159,20	175,32
$\hat{h}_m^2$	0,443	0,326	0,427	0,386	0,402	0,418
CV _g (%)	6,35	5,45	6,01	5,52	5,39	5,57
$\hat{b}$	0,51	0,40	0,50	0,46	0,47	0,49

1 – A unidade das variâncias é (g/pl.)².

TABELA 19. Estimativas de parâmetros genéticos nas populações GO-D, GO-B, GO-G, GO-A, GO-L e GO-F, para o caráter altura da planta. Rio Verde – GO. 1997/98.

Estimativas ¹	Populações					
	GO-D.	GO-B	GO-G	GO-A.	GO-L	GO-F
$\hat{\sigma}_p^2$	77,85±9,40	55,66±6,99	99,57±10,73	55,70±6,81	66,93±9,45	43,54±8,16
$\hat{\sigma}^2$	83,27	80,39	79,84	74,49	88,34	136,45
$\hat{\sigma}_A^2$	311,40±37,60	222,64±27,96	398,28±42,92	222,80±27,24	267,72±37,80	174,16±32,64
$\hat{\sigma}_F^2$	105,61	82,46	126,18	80,53	96,38	89,02
$\hat{h}_m^2$	0,737	0,675	0,789	0,692	0,694	0,489
CV _g (%)	4,57	3,95	5,21	3,93	4,17	3,44
$\hat{b}$	0,97	0,83	1,12	0,86	0,87	0,56

1 - A unidade das variâncias é (cm/pl.)².

TABELA 20. Estimativas de parâmetros genéticos nas populações GO-D, GO-B, GO-G, GO-A, GO-L e GO-F, para o caráter altura da espiga. Rio Verde – GO. 1997/98.

Estimativas ¹	Populações					
	GO-D.	GO-B	GO-G	GO-AMAR.	GO-L	GO-F
$\hat{\sigma}_p^2$	64,00±7,18	39,51±4,98	74,29±7,90	37,19±4,54	38,53±5,41	13,03±3,63
$\hat{\sigma}^2$	51,39	57,53	56,11	49,56	50,22	75,41
$\hat{\sigma}_A^2$	256,00±28,72	158,04±19,92	297,16±31,60	148,76±18,16	154,12±21,64	52,12±14,52
$\hat{\sigma}_F^2$	81,13	58,69	92,99	53,71	55,27	38,17
$\hat{h}_m^2$	0,789	0,673	0,799	0,692	0,697	0,342
CV _g (%)	7,88	6,32	8,45	6,17	6,52	3,58
$\hat{b}$	1,12	0,83	1,15	0,87	0,88	0,42

1 - A unidade das variâncias é (cm/pl.)².

TABELA 21. Progresso genético esperado para os caracteres peso de espiga (PE), altura da planta (AP) e altura da espiga (AE), nas populações GO-D, GO-B, GO-G, GO-A, GO-L e GO-F. Rio Verde – GO. 1997/98.

Populações	Progresso genético esperado (%)		
	PE	AP	AE
GO-D	7,44	6,91	12,32
GO-B	5,47	5,71	9,14
GO-G	6,92	8,15	13,29
GO-A	6,04	5,75	9,04
GO-L	6,02	6,12	9,58
GO-F	6,33	4,23	3,68

TABELA 22. Médias das populações e híbridos para altura da planta (AP), altura da espiga (AE), comprimento de espiga (CE), diâmetro da espiga (DE), peso de espigas (PE), média geral ($\bar{x}$) e coeficientes de variação experimental [CV(%)]. Experimento 1. Anhembi – SP. 1998/99.

Tratamentos	AP	AE	CE	D	PE
GO-G	195	107	13,8	4,51	5,069
GO-L	200	107	14,2	4,13	4,355
GO-D	195	102	14,3	4,42	4,937
GO-F	206	113	14,4	4,23	5,129
GO-B	193	104	14,8	4,06	4,318
GO-A	204	119	14,4	4,18	5,023
GN-01	188	97	13,5	4,18	4,125
GN-02	201	110	14,2	4,22	5,250
GN-03	210	116	15,0	4,35	5,492
GN-04	207	111	15,3	4,38	5,641
GO-G X GO-L	201	112	13,6	4,23	4,372
GO-G X GO-D	199	108	13,9	4,45	4,672
GO-G X GO-F	202	111	13,7	4,30	4,750
GO-G X GO-B	190	100	13,4	4,22	4,228
GO-G X GO-A	198	109	13,8	4,32	4,910
GO-G X GN-01	205	109	14,5	4,35	5,223
GO-G X GN-02	203	111	14,2	4,46	5,597
GO-G X GN-03	198	109	14,8	4,46	5,222
GO-G X GN-04	206	112	13,9	4,33	5,571
GO-L X GO-D	200	105	14,2	4,26	5,266
GO-L X GO-F	194	108	14,0	4,08	4,555
GO-L X GO-B	198	107	15,6	4,22	4,834
GO-L X GO-A	200	110	15,0	4,12	5,305
GO-L X GN-01	207	116	14,5	4,26	5,789
GO-L X GN-02	198	108	14,6	4,25	5,315
GO-L X GN-03	202	109	14,4	4,16	5,077
GO-L X GN-04	201	108	13,5	4,12	4,809
GO-D X GO-F	208	112	14,6	4,16	4,969
GO-D X GO-B	199	110	14,5	4,20	4,947
GO-D X GO-A	196	109	14,0	4,23	4,856
GO-D X GN-01	199	108	14,3	4,18	4,848
GO-D X GN-02	204	110	14,3	4,40	5,466
GO-D X GN-03	202	110	13,9	4,28	5,290
GO-D X GN-04	200	109	14,7	4,20	5,408
GO-F X GO-B	209	113	14,9	4,25	5,264
GO-F X GO-A	199	108	14,3	4,15	4,667
GO-F X GN-01	201	113	13,8	4,26	4,876
GO-F X GN-02	199	107	14,3	4,18	5,277
GO-F X GN-03	201	109	14,8	4,08	5,064
GO-F X GN-04	203	107	14,7	4,33	5,091

TABELA 22. Médias das populações e híbridos para altura da planta (AP), altura da espiga (AE), comprimento de espiga (CE), diâmetro da espiga (DE) peso de espigas (PE), média geral ($\bar{x}$) e coeficientes de variação experimental [CV(%)]. Experimento 1. Anhembi – SP. 1998/99. (Continuação)

Tratamentos	AP	AE	CE	DE	PE
GO-B X GO-A	199	113	14,1	4,23	4,883
GO-B X GN-01	200	108	14,2	4,15	4,716
GO-B X GN-02	200	104	14,3	4,33	5,138
GO-B X GN-03	197	108	14,4	4,30	5,753
GO-B X GN-04	206	117	15,1	4,32	5,652
GO-A X GN-01	202	112	14,0	4,28	5,061
GO-A X GN-02	228	111	14,0	4,13	5,176
GO-A X GN-03	203	111	14,2	4,22	4,922
GO-A X GN-04	194	103	14,0	4,18	4,421
GN-01 X GN-02	195	104	13,8	4,28	5,039
GN-01 X GN-03	193	104	14,6	4,22	4,932
GN-01 X GN-04	203	106	14,5	4,22	5,259
GN-02 X GN-03	199	106	14,6	4,23	5,574
GN-02 X GN-04	205	116	14,4	4,46	5,566
GN-03 X GN-04	196	104	14,4	4,33	5,392
Média T1	191	102	13,9	4,38	5,599
$\bar{x}$	201	109	14,3	4,26	5,061
CV (%)	5,99	6,85	5,8	3,68	12,83

T1 – Híbrido G-85

TABELA 23. Médias das populações e híbridos para altura da planta (AP), altura da espiga (AE), comprimento de espiga (CE), diâmetro da espiga (DE), peso de espigas (PE) e peso de grãos (PG), média geral ($\bar{X}$) e coeficientes de variação experimental [CV(%)]. Experimento 2. Anhembi – SP. Safinha de 1999.

Tratamentos	AP	AE	CE	DE	PE	PG
GO-G	193	98	13,4	4,56	5,355	3,908
GO-L	176	86	13,7	4,06	4,319	3,151
GO-D	183	94	14,4	4,62	5,657	4,156
GO-F	180	91	13,6	4,20	4,063	2,799
GO-B	180	92	14,4	4,26	5,138	3,696
GO-A	188	101	15,1	4,16	4,665	3,351
GN-01	179	92	14,2	4,23	4,838	3,536
GN-02	172	86	13,9	4,25	4,831	3,468
GN-03	182	96	14,4	4,25	4,800	3,446
GN-04	184	92	14,2	4,10	4,550	3,281
GO-G X GO-L	179	94	13,9	4,28	4,178	2,984
GO-G X GO-D	178	90	14,4	4,55	4,669	3,352
GO-G X GO-F	185	96	14,0	4,25	4,628	3,274
GO-G X GO-B	167	82	14,2	4,40	5,132	3,780
GO-G X GO-A	179	92	13,4	4,28	4,332	3,159
GO-G X GN-01	173	88	13,8	4,20	4,666	3,376
GO-G X GN-02	171	82	13,5	4,26	4,867	3,500
GO-G X GN-03	192	99	15,4	4,36	5,407	3,926
GO-G X GN-04	182	93	13,7	4,23	4,854	3,488
GO-L X GO-D	176	89	14,4	4,25	5,117	3,714
GO-L X GO-F	171	82	14,4	4,40	4,715	3,395
GO-L X GO-B	184	93	14,4	4,20	4,755	3,476
GO-L X GO-A	180	95	14,4	4,13	4,750	3,327
GO-L X GN-1	171	82	14,3	4,10	4,059	2,916
GO-L X GN-2	178	92	14,0	4,36	5,376	3,808
GO-L X GN-3	184	97	15,2	4,20	5,526	4,036
GO-L X GN-4	168	86	13,8	4,16	4,414	3,204
GO-D X GO-F	175	90	14,1	4,15	4,675	3,430
GO-D X GO-B	181	93	14,1	4,10	4,166	3,008
GO-D X GO-A	186	96	14,7	4,42	5,568	4,002
GO-D X GN-01	173	86	13,5	4,25	4,365	3,223
GO-D X GN-02	191	104	13,6	4,33	5,128	3,750
GO-D X GN-03	180	97	14,0	4,18	4,579	3,315
GO-D X GN-04	183	93	14,8	4,40	5,258	3,815
GO-F X GO-B	179	94	14,7	4,13	4,505	3,192
GO-F X GO-A	176	91	14,8	4,16	4,822	3,497
GO-F X GN-01	178	89	14,2	4,23	4,780	3,479
GO-F X GN-02	181	93	14,0	4,22	4,881	3,434
GO-F X GN-03	181	94	14,6	4,25	4,744	3,390
GO-F X GN-04	185	96	14,2	4,18	5,221	3,694

TABELA 23. Médias das populações e híbridos para altura da planta (AP), altura da espiga (AE), comprimento de espiga (CE), diâmetro da espiga (DE), peso de espigas (PE) e peso de grãos (PG), média geral ($\bar{x}$) e coeficientes de variação experimental [CV(%)]. Experimento 2. Anhembi – SP. Safrinha de 1999. (Continuação)

Tratamentos	AP	AE	CE	DE	PE	PG
GO-B X GO-A	172	87	14,4	4,22	4,654	3,306
GO-B X GN-01	176	89	14,8	4,18	4,840	3,488
GO-B X GN-02	190	94	14,4	4,42	5,392	3,895
GO-B X GN-03	184	91	14,8	4,35	5,412	3,850
GO-B X GN-04	181	95	14,4	4,02	4,946	3,584
GO-A X GN-01	188	98	14,7	4,23	5,062	3,783
GO-A X GN-02	183	95	14,8	4,36	5,519	3,929
GO-A X GN-03	190	101	14,6	4,30	5,300	3,745
GO-A X GN-04	168	85	14,4	4,10	4,343	3,097
GN-01 X GN-02	179	90	14,2	4,32	5,096	3,819
GN-01 X GN-03	177	84	14,8	4,20	4,916	3,587
GN-01 X GN-04	171	85	14,1	4,22	4,944	3,650
GN-02 X GN-03	187	96	14,2	4,33	5,197	3,745
GN-02 X GN-04	178	94	14,7	4,30	4,945	3,583
GN-03 X GN-04	183	95	15,1	4,26	5,740	4,131
Média T1	164	79	14,0	4,10	4,938	3,713
$\bar{x}$	180	92	14,3	4,26	4,885	3,526
CV (%)	7,28	11,34	6,46	4,11	17,41	17,88

T1 – Híbrido G-85

TABELA 24. Médias das populações e híbridos para altura da planta (AP), altura da espiga (AE) e peso de espigas (PE), média geral ($\bar{X}$) e coeficientes de variação experimental [CV(%)]. Experimento 3. Rio Verde - GO. 1998/99.

Tratamentos	AP	AE	PE
GO-G	239	136	7,617
GO-L	239	143	7,960
GO-D	239	135	8,328
GO-F	244	144	7,991
GO-B	245	146	7,148
GO-A	241	140	7,458
GN-01	228	131	7,646
GN-02	244	139	8,146
GN-03	246	144	8,619
GN-04	245	140	7,987
GO-G X GO-L	248	145	7,762
GO-G X GO-D	242	145	7,863
GO-G X GO-F	243	143	7,871
GO-G X GO-B	237	136	8,165
GO-G X GO-A	239	137	7,403
GO-G X GN-01	235	131	8,637
GO-G X GN-02	247	144	7,927
GO-G X GN-03	243	142	7,918
GO-G X GN-04	246	142	8,799
GO-L X GO-D	245	140	7,984
GO-L X GO-F	241	139	7,971
GO-L X GO-B	241	137	8,253
GO-L X GO-A	246	143	8,308
GO-L X GN-01	247	143	8,196
GO-L X GN-02	247	143	8,680
GO-L X GN-03	247	142	8,517
GO-L X GN-04	244	142	8,181
GO-D X GO-F	248	147	8,616
GO-D X GO-B	242	140	7,786
GO-D X GO-A	243	137	8,206
GO-D X GN-01	235	134	7,868
GO-D X GN-02	244	141	8,301
GO-D X GN-03	247	145	8,494
GO-D X GN-04	239	137	8,143
GO-F X GO-B	241	136	8,227
GO-F X GO-A	242	142	8,116
GO-F X GN-01	241	135	8,554
GO-F X GN-02	242	142	8,263
GO-F X GN-03	242	140	8,505
GO-F X GN-04	247	137	8,521

TABELA 24. Médias das populações e híbridos para altura da planta (AP), altura da espiga (AE) e peso de espigas (PE), média geral ($\bar{x}$) e coeficientes de variação experimental [CV(%)]. Experimento 3. Rio Verde - GO. 1998/99. (Continuação)

Tratamentos	AP	AE	PE
GO-B X GO-A	248	146	8,228
GO-B X GN-01	241	140	8,364
GO-B X GN-02	242	139	8,556
GO-B X GN-03	247	144	8,797
GO-B X GN-04	247	143	8,148
GO-A X GN-01	234	137	7,868
GO-A X GN-02	244	138	8,795
GO-A X GN-03	241	137	8,505
GO-A X GN-04	238	138	8,418
GN-01 X GN-02	234	132	8,613
GN-01 X GN-03	241	137	7,890
GN-01 X GN-04	236	132	8,309
GN-02 X GN-03	242	137	8,564
GN-02 X GN-04	241	138	8,766
GN-03 X GN-04	242	140	8,549
Média T1	234	133	9,475
$\bar{x}$	242	140	8,206
CV (%)	3,67	5,90	7,94

T1 – Híbrido G-85

TABELA 25. Médias das populações e híbridos para altura da planta (AP), altura da espiga (AE), comprimento de espiga (CE), diâmetro da espiga (DE), peso de espigas (PE) e peso de grãos (PG), média geral ($\bar{x}$) e coeficientes de variação experimental [CV(%)]. Experimento 4. Piracicaba – SP. Safrinha de 1999.

Tratamentos	AP	AE	CE	DE	PE	PG
GO-G	196	105	14,8	4,73	7,232	5,760
GO-L	198	104	16,5	4,43	6,739	5,307
GO-D	192	102	15,6	4,82	7,072	5,613
GO-F	197	107	16,6	4,40	7,109	5,567
GO-B	196	106	15,6	4,36	7,081	5,594
GO-A	190	107	15,8	4,48	6,413	4,981
GN-01	184	100	14,4	4,53	6,173	4,865
GN-02	191	104	14,4	4,46	6,920	5,429
GN-03	199	109	16,0	4,63	7,981	6,247
GN-04	201	108	15,9	4,43	7,583	6,003
GO-G X GO-L	203	112	15,8	4,72	7,179	5,796
GO-G X GO-D	189	100	15,8	4,76	7,139	5,577
GO-G X GO-F	195	102	16,1	4,48	6,889	5,389
GO-G X GO-B	187	100	15,4	4,68	7,156	5,703
GO-G X GO-A	196	107	15,7	4,60	7,108	5,593
GO-G X GN-01	189	101	15,3	4,48	7,012	5,642
GO-G X GN-02	198	109	14,8	4,60	6,766	5,393
GO-G X GN-03	197	107	15,4	4,62	6,953	5,550
GO-G X GN-04	200	109	14,7	5,48	7,009	5,585
GO-L X GO-D	195	105	16,2	4,48	7,107	5,560
GO-L X GO-F	196	104	16,3	4,35	6,895	5,483
GO-L X GO-B	187	100	15,4	4,28	6,778	5,351
GO-L X GO-A	196	108	16,4	4,45	7,269	5,818
GO-L X GN-01	198	107	17,3	4,52	7,709	5,975
GO-L X GN-02	198	106	15,2	4,52	7,180	5,778
GO-L X GN-03	196	105	16,1	4,45	7,211	5,733
GO-L X GN-04	194	106	15,8	4,56	7,912	6,180
GO-D X GO-F	195	106	15,8	4,50	6,441	5,069
GO-D X GO-B	197	110	16,1	4,56	7,336	5,708
GO-D X GO-A	192	107	16,6	4,46	6,848	5,367
GO-D X GN-01	192	105	14,8	4,58	6,845	5,352
GO-D X GN-02	189	104	15,4	4,63	7,592	6,017
GO-D X GN-03	190	102	15,2	4,53	7,107	5,599
GO-D X GN-04	195	106	16,0	4,52	7,610	6,023
GO-F X GO-B	190	104	16,3	4,52	7,539	5,762
GO-F X GO-A	190	102	16,3	4,40	7,158	5,745
GO-F X GN-01	193	104	15,8	4,45	6,881	5,332
GO-F X GN-02	198	109	15,5	4,60	7,620	6,083
GO-F X GN-03	189	101	15,8	4,56	7,076	5,476
GO-F X GN-04	194	105	15,6	4,53	7,582	5,942

TABELA 25. Médias das populações e híbridos para altura da planta (AP), altura da espiga (AE), comprimento de espiga (CE), diâmetro da espiga (DE), peso de espigas (PE) e peso de grãos (PG), média geral ($\bar{X}$) e coeficientes de variação experimental [CV(%)]. Experimento 4. Piracicaba – SP. Safrinha de 1999. (Continuação)

Tratamentos	AP	AE	CE	DE	PE	PG
GO-B X GO-A	190	104	16,4	4,58	7,552	5,935
GO-B X GN-01	194	104	16,2	4,48	7,010	5,518
GO-B X GN-02	197	109	15,2	4,55	7,572	6,042
GO-B X GN-03	191	100	16,8	4,70	8,150	6,370
GO-B X GN-04	200	111	15,7	4,46	6,413	5,085
GO-A X GN-01	194	108	15,4	4,58	7,042	5,635
GO-A X GN-02	199	110	16,1	4,45	7,653	6,091
GO-A X GN-03	194	109	15,9	4,58	7,302	5,689
GO-A X GN-04	198	107	15,8	4,53	7,206	5,737
GN-01 X GN-02	185	98	15,0	4,38	7,254	5,796
GN-01 X GN-03	195	102	15,8	4,62	7,101	5,576
GN-01 X GN-04	193	102	15,8	4,43	7,148	5,651
GN-02 X GN-03	193	104	15,5	4,62	7,555	6,004
GN-02 X GN-04	198	109	15,0	4,65	8,027	6,392
GN-03 X GN-04	196	107	16,5	4,53	7,588	6,026
Média T1	183	97	14,7	4,53	7,733	6,382
$\bar{X}$	194	105	15,7	4,55	7,196	5,682
CV (%)	5,15	7,06	5,41	7,85	10,12	9,94

T1 – Híbrido G-85

Tabela 26. Médias das populações e híbridos para altura da planta (AP) e altura da espiga envolvendo os ambientes 1, 2, 3 e 4, em cm; peso de espiga (PE) envolvendo os experimentos 1, 3 e 4, em t/ha e diâmetro da espiga (DE) envolvendo os experimentos 1, 2 e 4, em cm.

Tratamentos	AP	AE	PE	DE
GO-G	206	112	6,640	4,60
GO-L	203	110	6,352	4,21
GO-D	202	108	6,780	4,62
GO-F	207	114	6,743	4,28
GO-B	204	112	6,183	4,23
GO-A	206	117	6,298	4,28
GN-01	195	105	5,982	4,32
GN-02	203	110	6,772	4,31
GN-03	209	116	7,364	4,41
GN-04	209	113	7,071	4,30
GO-G X GO-L	208	116	6,438	4,41
GO-G X GO-D	202	111	6,558	4,58
GO-G X GO-F	206	113	6,504	4,34
GO-G X GO-B	195	104	6,517	4,43
GO-G X GO-A	203	111	6,474	4,40
GO-G X GN-01	201	107	6,958	4,34
GO-G X GN-02	205	111	6,764	4,44
GO-G X GN-03	207	114	6,698	4,48
GO-G X GN-04	209	114	7,127	4,68
GO-L X GO-D	204	110	6,786	4,33
GO-L X GO-F	200	108	6,474	4,28
GO-L X GO-B	202	109	6,622	4,23
GO-L X GO-A	205	114	6,961	4,23
GO-L X GN-1	206	112	7,232	4,29
GO-L X GN-02	205	112	7,059	4,38
GO-L X GN-03	207	113	6,935	4,27
GO-L X GN-04	202	110	6,968	4,28
GO-D X GO-F	206	114	6,675	4,27
GO-D X GO-B	205	113	6,690	4,28
GO-D X GO-A	204	112	6,637	4,37
GO-D X GN-01	200	108	6,520	4,34
GO-D X GN-02	207	115	7,120	4,46
GO-D X GN-03	205	114	6,964	4,33
GO-D X GN-04	204	111	7,054	4,37
GO-F X GO-B	205	111	7,010	4,30
GO-F X GO-A	202	111	6,647	4,24
GO-F X GN-01	203	110	6,770	4,32
GO-F X GN-02	205	113	7,054	4,33
GO-F X GN-03	203	111	6,882	4,30
GO-F X GN-04	207	111	7,065	4,35

Tabela 26. Médias das populações e híbridos para altura da planta (AP) e altura da espiga envolvendo os ambientes 1, 2, 3 e 4, em cm; peso de espiga (PE) envolvendo os experimentos 1, 3 e 4, em t/ha e diâmetro da espiga (DE) envolvendo os experimentos 1, 2 e 4, em cm. (Continuação)

Tratamentos	AP	AE	PE	DE
GO-B X GO-A	202	112	6,888	4,34
GO-B X GN-01	203	110	6,697	4,27
GO-B X GN-02	207	112	7,089	4,43
GO-B X GN-03	205	111	7,567	4,45
GO-B X GN-04	209	116	6,738	4,26
GO-A X GN-01	205	114	6,657	4,36
GO-A X GN-02	213	113	7,208	4,32
GO-A X GN-03	207	114	6,910	4,36
GO-A X GN-04	199	108	6,682	4,27
GN-01 X GN-02	198	106	6,969	4,32
GN-01 X GN-03	201	107	6,641	4,34
GN-01 X GN-04	201	106	6,906	4,28
GN-02 X GN-03	205	111	7,231	4,34
GN-02 X GN-04	206	114	7,453	4,47
GN-03 X GN-04	205	111	7,177	4,38
Média T1	193	103	7,602	4,34
$\bar{x}$	204	111	6,821	4,35
CV (%)	5,45	7,61	11,43	5,67

T1 – Híbrido G-85

TABELA 27. Quadrados médios, coeficiente de variação experimental [CV(%)] e média geral ($\bar{Y}$) obtidos na análise de variância conjunta preliminar dos dialélicos para os caracteres altura da planta (AP), altura da espiga (AE), e peso de espigas (PE) de acordo com o delineamento em blocos casualizados com seis repetições.

Fonte de Variação	GL	QM		
		AP	AE	PE
Ambientes	3	235565,393**	134833,997**	876,560**
Repetições/Ambientes	20	968,892**	489,842**	2,203**
Tratamentos	54	266,481**	189,597**	1,895**
Ambientes x Tratamentos	162	126,561ns	76,468ns	0,644*
Erro Médio	1080	124,046	71,977	0,525
CV(%)		5,45	7,61	11,43
$\bar{Y}$		204	111	6,821

*, ** - Significativo a 5% e 1%, respectivamente

ns - não significativo

TABELA 28. Quadrados médios, coeficiente de variação experimental [CV(%)] e média geral ($\bar{Y}$) obtidos na análise de variância conjunta preliminar dos dialélicos para os caracteres comprimento de espiga (CE) e diâmetro da espiga(DE) de acordo com o delineamento em blocos casualizados com seis repetições.

Fonte de Variação	GL	QM	
		CE	DE
Ambientes	2	226,035**	9,563**
Repetições/Ambientes	15	2,214**	0,071ns
Tratamentos	54	2,454**	0,181**
Ambientes x Tratamentos	108	1,089**	0,070ns
Erro Médio	810	0,765	0,061
CV(%)		5,90	5,67
$\bar{Y}$		14,8	4,35

*, ** - Significativo a 5% e 1%, respectivamente

ns - não significativo

TABELA 29. Quadrados médios, coeficiente de variação experimental [CV(%)] e média geral ($\bar{Y}$) obtidos na análise de variância conjunta preliminar dos dialélicos para o caráter peso de grãos (PG) de acordo com o delineamento em blocos casualizados com seis repetições.

Fonte de Variação	GL	QM
Ambientes	1	766,581**
Repetições/Ambientes	10	1,306**
Tratamentos	54	0,712**
Ambientes x Tratamentos	54	0,512*
Erro Médio	540	0,358
CV(%)		12,99
$\bar{Y}$		4,604

*, ** - Significativo a 5% e 1%, respectivamente

ns - não significativo

Tabela 30. Resumo das análises de variância conjuntas de cruzamentos dialélicos de acordo com o modelo de Gardner & Eberhart (1966) modificado para mais de um ambiente proposto por Moraes (1991) para altura da planta (AP) e altura da espiga (AE), em cm.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios	
		AP	AE
Experimentos (Exp.)	3	39282,015**	22470,270**
Tratamentos (Trat.)	54	44,451**	31,626**
Populações (Pop.)	9	83,929**	65,097**
Heteroses (Het.)	45	36,556**	24,932**
Het. média (hm)	1	0,030 ^{ns}	1,351 ^{ns}
Het. populações (hp)	9	28,362 ^{ns}	19,943 ^{ns}
Het. específica (he)	35	39,707**	26,889**
Trat. X Exp.	162	21,045 ^{ns}	12,756 ^{ns}
Pop. X Exp.	27	24,767 ^{ns}	16,275 ^{ns}
Het. X Exp.	135	20,301 ^{ns}	12,052 ^{ns}
hm X Exp.	3	24,076 ^{ns}	3,066 ^{ns}
hp X Exp.	27	24,503 ^{ns}	15,807 ^{ns}
he X Exp.	105	19,113 ^{ns}	11,343 ^{ns}
Resíduo Médio ¹	1080	20,656	11,996

¹ Média dos quadrados médios em análises individuais, em nível de média de repetições.

*, ** - Significativo a 5% e 1%, respectivamente

ns - não significativo

Tabela 31. Resumo das análises de variância conjuntas de cruzamentos dialélicos de acordo com o modelo de Gardner & Eberhart (1966) modificado para mais de um ambiente proposto por Moraes (1991) para diâmetro da espiga (DE) envolvendo os experimentos 1, 2 e 4, em cm ; e para peso de espigas (PE) envolvendo os experimentos 1, 3 e 4, em t/ha.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios	
		PE	DE
Experimentos (Exp.)	2	141,8330**	1,5949**
Tratamentos (Trat.)	54	0,2908**	0,0300**
Populações (Pop.)	9	0,7834**	0,1150**
Heteroses (Het.)	45	0,1923**	0,0130 ^{ns}
Het. média (hm)	1	1,5065**	0,00002 ^{ns}
Het. populações (hp)	9	0,2918**	0,0191 ^{ns}
Het. específica (he)	35	0,1292**	0,0119 ^{ns}
Trat. X Exp.	108	0,0876 ^{ns}	0,0116 ^{ns}
Pop. X Exp.	18	0,0486 ^{ns}	0,0095 ^{ns}
Het. X Exp.	90	0,0954 ^{ns}	0,0120 ^{ns}
hm X Exp.	2	0,1212 ^{ns}	0,0049 ^{ns}
hp X Exp.	18	0,0828 ^{ns}	0,0086 ^{ns}
he X Exp.	70	0,0978 ^{ns}	0,0132 ^{ns}
Resíduo Médio ¹	810	0,0765	0,0102

¹ Média dos quadrados médios em análises individuais, em nível de média de repetições.

*, ** - Significativo a 5% e 1%, respectivamente

ns - não significativo

Tabela 32. Resumo das análises de variância de cruzamentos dialélicos de acordo com o modelo de Gardner & Eberhart (1966) para peso de espigas (PE), peso de grãos (PG), em t/ha e comprimento de espiga (CE), em cm. Experimento 2, Anhembi – SP. Safrinha de 1999.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios		
		PE	PG	CE
Tratamentos (Trat.)	54	0,1718*	0,0970*	0,2106*
Populações (Pop.)	9	0,2562*	0,1474*	0,4889**
Heterose (Het.)	45	0,1550 ^{ns}	0,0870 ^{ns}	0,1549 ^{ns}
Het. média (hm)	1	0,0488 ^{ns}	0,0267 ^{ns}	0,3200 ^{ns}
Het. populações (hp)	9	0,2446*	0,1356*	0,1193 ^{ns}
Het. específica (he)	35	0,1350 ^{ns}	0,0762 ^{ns}	0,1594 ^{ns}
Resíduo	270	0,1204	0,0662	0,1426

*, ** - Significativo a 5% e 1%, respectivamente

ns - não significativo

Tabela 33. Resumo das análises de variância de cruzamentos dialélicos de acordo com o modelo de Gardner & Eberhart (1966) para peso de grãos (PG), em t/ha. Experimento 4, Piracicaba – SP. Safrinha de 1999.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios
		PG
Tratamentos (Trat.)	54	0,1069**
Populações (Pop.)	9	0,1976**
Heterose (Het.)	45	0,0888**
Het. média (hm)	1	0,2569*
Het. populações (hp)	9	0,1416**
Het. específica (he)	35	0,0704 ^{ns}
Resíduo	270	0,0531

*, ** - Significativo a 5% e 1%, respectivamente

ns - não significativo

Tabela 34. Resumo das análises de variância individuais de cruzamentos dialélicos segundo o modelo de Gardner & Eberhart (1966) para o caráter comprimento da espiga (CE) nos experimentos 1, 2 e 4.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios		
		Exp. 1	Exp. 2	Exp. 4
Tratamentos	54	0,2043**	0,2106*	0,3522**
Populações	9	0,4077**	0,4889**	1,0791**
Heterose	45	0,1636 ^{ns}	0,1549 ^{ns}	0,2068**
Het. média	1	0,0818 ^{ns}	0,3200 ^{ns}	0,3206 ^{ns}
Het. populações	9	0,1030 ^{ns}	0,1193 ^{ns}	0,1659 ^{ns}
Het. específica	35	0,1816*	0,1594 ^{ns}	0,2140**
Erro Médio	270	0,1185	0,1426	0,1212

*, ** - Significativo a 5% e 1%, respectivamente

ns - não significativo

Tabela 35. Estimativas conjuntas dos efeitos de populações (v_i) e heterose de populações (h_i) E heterose média ($\hat{h}$) para altura da planta (AP) e altura da espiga (AE) envolvendo os experimentos 1, 2, 3 e 4, em cm; peso de espigas (PE) envolvendo os experimentos 1, 3 e 4, em t/ha e diâmetro da espiga (DE) envolvendo os experimentos 1, 2 e 4, em cm.

Efeitos de populações ($\hat{v}_i$)				
Populações	AP	AE	PE	DE
GO-G	1,4	-0,1	0,021	0,25
GO-L	-1,1	-1,6	-0,267	-0,15
GO-D	-2,0	-3,4	0,161	0,26
GO-F	2,8	2,1	0,125	-0,08
GO-B	-0,7	0,2	-0,436	-0,12
GO-A	1,4	5,1	-0,320	-0,08
GN-01	-9,5	-6,5	-0,637	-0,04
GN-02	-2,3	-1,9	0,154	-0,05
GN-03	5,0	4,7	0,746	0,06
GN-04	4,9	1,4	0,452	-0,05
Efeitos de heterose de populações ($\hat{h}_i$)				
Populações	AP	AE	PE	DE
GO-G	-1,0	-0,1	-0,230	-0,01
GO-L	0,8	1,1	0,093	0,01
GO-D	0,9	2,3	-0,179	-0,11
GO-F	-1,3	-1,1	-0,152	-0,02
GO-B	-0,3	-0,5	0,221	0,04
GO-A	-0,3	-1,5	0,070	0,00
GN-01	2,1	0,6	0,263	-0,02
GN-02	2,8	1,6	0,192	0,07
GN-03	-1,6	-1,9	-0,222	-0,01
GN-04	-2,1	-0,5	-0,055	0,05
$\hat{h}$	0,0	-0,2	0,248	0,00

Tabela 36. Estimativas dos efeitos de populações (v_i) e de heterose de populações (h_i) para o caráter peso de espigas (PE), em t/ha. Experimento 2.

Populações	v_i	h_i
GO-G	0,533	-0,436
GO-L	-0,503	0,102
GO-D	0,835	-0,488
GO-F	-0,758	0,239
GO-B	0,317	-0,194
GO-A	-0,157	0,111
GN-01	0,016	-0,178
GN-02	0,009	0,285
GN-03	-0,021	0,352
GN-04	-0,272	0,208

Tabela 37. Estimativas dos efeitos de populações (v_i) e heterose de populações (h_i) para o caráter peso de grãos (PG), em t/ha. Experimento 2 e 4.

Efeitos de populações ($\hat{v}_i$)		
Populações	Experimento 2	Experimento 4
GO-G	0,429	0,224
GO-L	-0,328	-0,230
GO-D	0,677	0,077
GO-F	-0,680	0,031
GO-B	0,217	0,058
GO-A	-0,128	-0,556
GN-01	0,057	-0,672
GN-02	-0,011	-0,108
GN-03	-0,033	0,710
GN-04	-0,199	0,467
Efeitos de heterose de populações ($\hat{h}_i$)		
Populações	Experimento 2	Experimento 4
GO-G	-0,338	-0,262
GO-L	0,043	0,146
GO-D	-0,366	-0,183
GO-F	0,210	-0,158
GO-B	-0,139	-0,023
GO-A	0,066	0,301
GN-01	-0,092	0,217
GN-02	0,210	0,325
GN-03	0,254	-0,280
GN-04	0,152	-0,084
$\hat{h}$	0,057	0,177

Tabela 38. Estimativas dos efeitos de populações (v_i) e heterose de populações (h_i) para o caráter comprimento de espiga (CE), em cm. Experimentos 1, 2 e 4.

Efeitos de populações ($\hat{v}_i$)			
Populações	Experimento 1	Experimento 2	Experimento 4
GO-G	-0,5	-0,7	-0,7
GO-L	-0,2	-0,4	0,9
GO-D	-0,1	0,2	0,0
GO-F	0,0	-0,5	1,0
GO-B	0,4	0,3	0,1
GO-A	0,0	0,9	0,2
GN-01	-0,9	0,1	-1,2
GN-02	-0,2	-0,3	-1,2
GN-03	0,6	0,2	0,4
GN-04	0,9	0,1	0,3
Efeitos de heterose de populações ($\hat{h}_i$)			
Populações	Experimento 1	Experimento 2	Experimento 4
GO-G	-0,1	0,0	0,0
GO-L	0,2	0,2	-0,2
GO-D	0,0	-0,3	0,0
GO-F	0,0	0,3	-0,3
GO-B	0,0	0,0	0,2
GO-A	-0,2	-0,3	0,2
GN-01	0,4	-0,1	0,5
GN-02	0,1	-0,1	0,1
GN-03	-0,1	0,3	-0,1
GN-04	-0,3	0,0	-0,3
$\hat{h}$	-0,1	0,2	0,2

Tabela 39. Estimativas conjuntas dos efeitos de heterose específica ($s_{ii'}$) para altura da planta (AP) e altura da espiga (AE) envolvendo os experimentos 1, 2, 3 e 4, em cm; para peso da espiga (PE) envolvendo os experimentos 1, 3 e 4, em t/ha e para diâmetro da espiga (DE) envolvendo os experimentos 1, 2 e 4, em cm.

Híbridos	AP	AE	PE	DE
GO-G X GO-L	3,4	4,1	-0,168	0,00
GO-G X GO-D	-1,9	-1,2	0,010	0,10
GO-G X GO-F	2,4	1,8	-0,053	-0,07
GO-G X GO-B	-8,0	-6,5	-0,132	-0,02
GO-G X GO-A	-1,2	-1,2	-0,081	-0,04
GO-GX GN-01	-0,7	-1,4	0,367	-0,09
GO-G X GN-02	-0,8	-0,6	-0,152	-0,07
GO-G X GN-03	2,6	2,3	-0,100	0,00
GO-G X GN-04	4,2	2,7	0,309	0,19
GO-L X GO-D	-0,4	-2,7	0,059	0,02
GO-L X GO-F	-4,0	-3,7	-0,263	0,04
GO-L X GO-B	-1,3	-2,0	-0,207	-0,04
GO-L X GO-A	0,6	1,4	0,226	-0,03
GO-L X GN-01	3,9	3,2	0,461	0,04
GO-L X GN-02	-0,9	0,0	-0,036	0,04
GO-L X GN-03	1,7	1,0	-0,042	-0,04
GO-L X GN-04	-3,2	-1,5	-0,030	-0,03
GO-D X GO-F	2,2	1,8	-0,003	-0,04
GO-D X GO-B	1,2	1,5	-0,080	-0,06
GO-D X GO-A	-0,1	-0,5	-0,039	0,03
GO-D X GN-01	-1,9	-0,9	-0,191	0,00
GO-D X GN-02	1,4	2,0	0,084	0,04
GO-D X GN-03	-0,3	1,1	0,045	-0,06
GO-D X GN-04	-0,2	-1,1	0,115	-0,02
GO-F X GO-B	1,2	0,5	0,230	0,03
GO-F X GO-A	-3,1	-1,6	-0,038	-0,02
GO-F X GN-01	1,6	1,5	0,049	0,06
GO-F X GN-02	-0,9	0,8	0,008	-0,01
GO-F X GN-03	-2,1	-1,0	-0,046	-0,01
GO-F X GN-04	2,7	0,0	0,116	0,03
GO-B X GO-A	-1,5	0,4	0,110	0,05
GO-B X GN-01	1,7	1,8	-0,117	-0,02
GO-B X GN-02	1,7	0,0	-0,050	0,06
GO-B X GN-03	0,3	-0,7	0,547	0,10
GO-B X GN-04	4,7	5,2	-0,303	-0,09
GO-A X GN-01	2,5	3,9	-0,062	0,09
GO-A X GN-02	7,0	0,4	0,165	-0,05

Tabela 39. Estimativas conjuntas dos efeitos de heterose específica ($s_{ii'}$) para altura da planta (AP) e altura da espiga (AE) envolvendo os experimentos 1, 2, 3 e 4, em cm; para peso da espiga (PE) envolvendo os experimentos 1, 3 e 4, em t/ha e para diâmetro da espiga (DE) envolvendo os experimentos 1, 2 e 4, em cm. (Continuação).

Híbridos	AP	AE	PE	DE
A X GN-03	1,4	1,4	-0,016	0,03
A X GN-04	-5,5	-4,3	-0,265	-0,07
GN-1 X GN-02	-5,0	-3,1	-0,111	-0,03
GN-1 X GN-03	-1,0	-2,1	-0,321	0,01
GN-1 X GN-04	-1,2	-2,7	-0,077	-0,05
GN-2 X GN-03	-1,9	-1,5	-0,055	-0,02
GN-2 X GN-04	-0,6	2,1	0,147	0,05
GN-3 X GN-04	-0,8	-0,5	-0,013	-0,01

Tabela 40. Estimativas dos efeitos de heterose específica (s_{ij}) para o caráter peso de espigas (PE), em t/ha. Experimentos 2.

Híbridos	s_{ij}
GO-G X GO-L	-0,402
GO-G X GO-D	0,010
GO-G X GO-F	0,038
GO-G X GO-B	0,439
GO-G X GO-A	-0,430
GO-G X GN-01	0,107
GO-G X GN-02	-0,151
GO-G X GN-03	0,336
GO-G X GN-04	0,053
GO-L X GO-D	0,439
GO-L X GO-F	0,106
GO-L X GO-B	0,042
GO-L X GO-A	-0,031
GO-L X GN-01	-0,520
GO-L X GN-02	0,338
GO-L X GN-03	0,436
GO-L X GN-04	-0,407
GO-D X GO-F	-0,013
GO-D X GO-B	-0,627
GO-D X GO-A	0,707
GO-D X GN-01	-0,293
GO-D X GN-02	0,011
GO-D X GN-03	-0,591
GO-D X GN-04	0,358
GO-F X GO-B	-0,218
GO-F X GO-A	0,031
GO-F X GN-01	0,191
GO-F X GN-02	-0,167
GO-F X GN-03	-0,357
GO-F X GN-04	0,390
GO-B X GO-A	-0,242
GO-B X GN-01	0,148
GO-B X GN-02	0,240
GO-B X GN-03	0,207
GO-B X GN-04	0,011
GO-A X GN-01	0,301
GO-A X GN-02	0,298

Tabela 40. Estimativas dos efeitos de heterose específica (s_{ij}) para o caráter peso de espigas (PE), em t/ha. Experimentos 2.(Continuação)

Híbridos	s_{ij}
GO-A X GN-03	0,027
GO-A X GN-04	-0,660
GN-01 X GN-02	0,078
GN-01 X GN-03	-0,154
GN-01 X GN-04	0,143
GN-02 X GN-03	-0,332
GN-02 X GN-04	-0,315
GN-03 X GN-04	0,428

Tabela 41. Estimativas dos efeitos de heterose específica ($S_{ii'}$) para o caráter peso de grãos (PG), em t/ha. Experimentos 2 e 4.

Híbridos	Experimento 2	Experimento 4
GO-G X GO-L	-0,308	0,201
GO-G X GO-D	-0,034	0,157
GO-G X GO-F	-0,008	-0,032
GO-G X GO-B	0,398	0,132
GO-G X GO-A	-0,256	0,006
GO-G X GN-01	0,027	0,197
GO-G X GN-02	-0,117	-0,443
GO-G X GN-03	0,276	-0,089
GO-G X GN-04	0,023	-0,129
GO-L X GO-D	0,326	-0,041
GO-L X GO-F	0,110	-0,119
GO-L X GO-B	0,092	-0,400
GO-L X GO-A	-0,091	0,049
GO-L X GN-01	-0,436	0,348
GO-L X GN-02	0,188	-0,238
GO-L X GN-03	0,383	-0,086
GO-L X GN-04	-0,264	0,285
GO-D X GO-F	0,051	-0,358
GO-D X GO-B	-0,470	0,132
GO-D X GO-A	0,491	-0,225
GO-D X GN-01	-0,223	-0,099
GO-D X GN-02	0,037	0,176
GO-D X GN-03	-0,431	-0,045
GO-D X GN-04	0,253	0,304
GO-F X GO-B	-0,184	0,185
GO-F X GO-A	0,089	0,151
GO-F X GN-01	0,136	-0,120
GO-F X GN-02	-0,176	0,241
GO-F X GN-03	-0,253	-0,170
GO-F X GN-04	0,235	0,222
GO-B X GO-A	-0,202	0,192
GO-B X GN-01	0,046	-0,084
GO-B X GN-02	0,186	0,051
GO-B X GN-03	0,107	0,576
GO-B X GN-04	0,027	-0,785
GO-A X GN-01	0,307	0,017
GO-A X GN-02	0,186	0,083

Tabela 41. Estimativas dos efeitos de heterose específica ($s_{ii'}$) para o caráter peso de grãos (PG), em t/ha. Experimentos 2 e 4.(Continuação)

Híbridos	Experimento2	Experimento 4
GO-A X GN-03	-0,031	-0,123
GO-A X GN-04	-0,494	-0,149
GN-01 X GN-02	0,141	-0,071
GN-01 X GN-03	-0,123	-0,094
GN-01 X GN-04	0,124	-0,094
GN-02 X GN-03	-0,233	-0,056
GN-02 X GN-04	-0,211	0,257
GN-03 X GN-04	0,305	0,088

Tabela 42. Estimativas dos efeitos de heterose específica ($s_{ii'}$) para o caráter comprimento de espiga (CE) em cm. Experimentos 1, 2 e 4.

Híbridos	Experimento 1	Experimento 2	Experimento 4
GO-G X GO-L	-0,4	-0,1	0,1
GO-G X GO-D	0,0	0,6	0,4
GO-G X GO-F	-0,3	0,0	0,5
GO-G X GO-B	-0,8	0,0	-0,2
GO-G X GO-A	0,0	-0,7	0,0
GO-G X GN-01	0,6	-0,2	0,0
GO-G X GN-02	0,2	-0,3	0,0
GO-G X GN-03	0,7	0,9	-0,2
GO-G X GN-04	-0,1	-0,3	-0,5
GO-L X GO-D	-0,2	0,3	0,1
GO-L X GO-F	-0,5	0,1	0,0
GO-L X GO-B	1,0	-0,1	-0,9
GO-L X GO-A	0,8	0,0	0,0
GO-L X GN-01	0,2	0,1	1,2
GO-L X GN-02	0,2	-0,1	-0,3
GO-L X GN-03	-0,2	0,4	-0,1
GO-L X GN-04	-0,9	-0,6	-0,1
GO-D X GO-F	0,3	-0,1	-0,1
GO-D X GO-B	0,0	-0,2	0,1
GO-D X GO-A	-0,1	0,3	0,5
GO-D X GN-01	0,1	-0,6	-0,9
GO-D X GN-02	0,1	-0,3	0,2
GO-D X GN-03	-0,5	-0,7	-0,7
GO-D X GN-04	0,4	0,7	0,3
GO-F X GO-B	0,3	0,2	0,1
GO-F X GO-A	0,1	0,3	0,0
GO-F X GN-01	-0,5	-0,1	0,0
GO-F X GN-02	0,0	-0,1	0,1
GO-F X GN-03	0,3	-0,1	-0,2
GO-F X GN-04	0,3	-0,1	-0,3
GO-B X GO-A	-0,2	-0,2	0,2
GO-B X GN-01	-0,3	0,4	0,3
GO-B X GN-02	-0,2	0,1	-0,2
GO-B X GN-03	-0,3	-0,1	0,7
GO-B X GN-04	0,5	-0,1	-0,1
GO-A X GN-01	-0,1	0,3	-0,7
GO-A X GN-02	-0,1	0,4	0,5

Tabela 42. Estimativas dos efeitos de heterose específica ($s_{ii'}$) para o caráter comprimento de espiga (CE) em cm. Experimentos 1, 2 e 4. (Continuação)

Híbridos	Experimento 1	Experimento 2	Experimento 4
GO-A X GN-03	-0,1	-0,3	-0,3
GO-A X GN-04	-0,2	-0,1	-0,1
GN-01 X GN-02	-0,4	0,2	-0,2
GN-01 X GN-03	0,1	0,1	0,0
GN-01 X GN-04	0,2	-0,2	0,2
GN-02 X GN-03	0,2	-0,4	0,1
GN-02 X GN-04	0,1	0,6	-0,1
GN-03 X GN-04	-0,1	0,2	0,8

Tabela 43. Estimativas conjuntas de heterose (h_{ij}) e percentual de heterose (%h) em relação a média das populações genitoras para altura da planta (AP) e altura da espiga (AE) envolvendo os experimentos 1, 2, 3 e 4, em cm; para peso de espiga (PE) envolvendo os experimentos 1, 3 e 4, em t/ha e para diâmetro da espiga (DE) envolvendo os experimentos 1, 2 e 4, em cm.

Híbridos	AP		AE		PE		DE	
	h_{ij}	%h	h_{ij}	%h	h_{ij}	%h	h_{ij}	%h
GO-G X GO-L	3,15	1,5	4,94	4,5	-0,06	-0,9	0,00	0,1
GO-G X GO-D	-1,96	-1,0	0,81	0,7	-0,15	-2,3	-0,02	-0,5
GO-G X GO-F	0,00	0,0	0,48	0,4	-0,19	-2,8	-0,10	-2,2
GO-G X GO-B	-9,33	-4,6	-7,27	-6,5	0,11	1,7	0,01	0,3
GO-G X GO-A	-2,60	-1,3	-2,94	-2,6	0,01	0,1	-0,04	-0,9
GO-G X GN-01	0,40	0,2	-1,15	-1,1	0,65	10,3	-0,12	-2,6
GO-G X GN-02	0,94	0,5	0,73	0,7	0,06	0,9	-0,01	-0,3
GO-G X GN-03	-0,08	0,0	0,17	0,2	-0,30	-4,3	-0,02	-0,5
GO-G X GN-04	1,08	0,5	1,94	1,7	0,27	4,0	0,23	5,1
GO-L X GO-D	1,31	0,7	0,54	0,5	0,22	3,4	-0,08	-1,8
GO-L X GO-F	-4,65	-2,3	-3,79	-3,4	-0,07	-1,1	0,03	0,8
GO-L X GO-B	-0,90	-0,4	-1,58	-1,4	0,35	5,7	0,01	0,3
GO-L X GO-A	1,04	0,5	0,83	0,7	0,64	10,1	-0,01	-0,3
GO-L X GN-01	6,79	3,4	4,75	4,4	1,06	17,3	0,03	0,7
GO-L X GN-02	2,67	1,3	2,58	2,4	0,50	7,6	0,12	2,7
GO-L X GN-03	0,83	0,4	0,10	0,1	0,08	1,1	-0,04	-0,9
GO-L X GN-04	-4,52	-2,2	-1,00	-0,9	0,26	3,8	0,03	0,6
GO-D X GO-F	1,79	0,9	2,75	2,5	-0,09	-1,3	-0,17	-3,9
GO-D X GO-B	1,79	0,9	3,04	2,8	0,21	3,2	-0,14	-3,1
GO-D X GO-A	0,48	0,2	0,00	0,0	0,10	1,5	-0,08	-1,7
GO-D X GN-01	1,15	0,6	1,71	1,6	0,14	2,2	-0,13	-2,9
GO-D X GN-02	5,10	2,5	5,62	5,2	0,34	5,1	-0,01	-0,2
GO-D X GN-03	-1,00	-0,5	1,27	1,1	-0,11	-1,5	-0,18	-4,0
GO-D X GN-04	-1,38	-0,7	0,50	0,5	0,13	1,9	-0,09	-2,0
GO-F X GO-B	-0,46	-0,2	-1,29	-1,1	0,55	8,5	0,04	1,1
GO-F X GO-A	-4,81	-2,3	-4,42	-3,8	0,13	1,9	-0,04	-0,9
GO-F X GN-01	2,40	1,2	0,75	0,7	0,41	6,4	0,02	0,5
GO-F X GN-02	0,60	0,3	1,13	1,0	0,30	4,4	0,04	0,9
GO-F X GN-03	-5,08	-2,4	-4,19	-3,6	-0,17	-2,4	-0,04	-1,0
GO-F X GN-04	-0,75	-0,4	-1,79	-1,6	0,16	2,3	0,06	1,4
GO-B X GO-A	-2,19	-1,1	-1,79	-1,6	0,65	10,4	0,09	2,1
GO-B X GN-01	3,48	1,6	1,67	1,5	0,61	10,1	0,00	-0,1
GO-B X GN-02	4,19	2,1	0,88	0,8	0,61	9,4	0,16	3,8
GO-B X GN-03	-1,63	-0,8	-3,31	-2,9	0,79	11,7	0,13	3,0
GO-B X GN-04	2,33	1,1	4,04	3,6	0,11	1,7	0,00	-0,1
GO-A X GN-01	4,33	2,2	2,75	2,5	0,52	8,4	0,07	1,6

Tabela 43. Estimativas conjuntas de heterose (h_{ij}) e percentual de heterose (%h) em relação a média das populações genitoras para altura da planta (AP) e altura da espiga (AE) envolvendo os experimentos 1, 2, 3 e 4, em cm; para peso de espiga (PE) envolvendo os experimentos 1, 3 e 4, em t/ha e para diâmetro da espiga (DE) envolvendo os experimentos 1, 2 e 4, em cm. (Continuação)

Híbridos	AP		AE		PE		DE	
	h_{ij}	%h	h_{ij}	%h	h_{ij}	%h	h_{ij}	%h
GO-A X GN-02	9,46	4,6	0,29	0,3	0,67	10,3	0,02	0,5
GO-A X GN-03	-0,60	-0,3	-2,19	-1,9	0,08	1,2	0,02	0,5
GO-A X GN-04	-7,94	-3,8	-6,46	-5,6	0,00	0,0	-0,02	-0,5
GN-01 X GN-02	-0,04	0,0	-1,21	-1,1	0,59	9,3	0,01	0,3
GN-01 X GN-03	-0,52	-0,3	-3,65	-3,3	-0,03	-0,5	-0,02	-0,4
GN-01 X GN-04	-1,10	-0,6	-2,83	-2,6	0,38	5,8	-0,02	-0,5
GN-02 X GN-03	-0,69	-0,3	-1,98	-1,8	0,16	2,3	0,03	0,8
GN-02 X GN-04	0,10	0,1	3,04	2,7	0,53	7,7	0,16	3,8
GN-03 X GN-04	-4,54	-2,2	-3,06	-2,7	-0,04	-0,6	0,02	0,4

Tabela 44. Estimativas de heterose (h_{ij}) e percentual de heterose (%h) em relação a média das populações genitoras para o caráter peso de espiga (PE), em t/ha, para o experimento 2. Anhembi – SP. Safrinha de 1999.

Híbridos	Experimento 2	
	h_{ij}	%h
GO-G X GO-L	-0,66	-13,7
GO-G X GO-D	-0,84	-15,2
GO-G X GO-F	-0,08	-1,7
GO-G X GO-B	-0,11	-2,2
GO-G X GO-A	-0,68	-13,5
GO-G X GN-01	-0,43	-8,5
GO-G X GN-02	-0,23	-4,4
GO-G X GN-03	0,33	6,5
GO-G X GN-04	-0,10	-2,0
GO-L X GO-D	0,13	2,6
GO-L X GO-F	0,52	12,5
GO-L X GO-B	0,03	0,6
GO-L X GO-A	0,26	5,8
GO-L X GN-01	-0,52	-11,3
GO-L X GN-02	0,80	17,5
GO-L X GN-03	0,97	21,2
GO-L X GN-04	-0,02	-0,5
GO-D X GO-F	-0,18	-3,8
GO-D X GO-B	-1,23	-22,8
GO-D X GO-A	0,41	7,9
GO-D X GN-01	-0,88	-16,8
GO-D X GN-02	-0,12	-2,2
GO-D X GN-03	-0,65	-12,4
GO-D X GN-04	0,15	3,0
GO-F X GO-B	-0,10	-2,1
GO-F X GO-A	0,46	10,5
GO-F X GN-01	0,33	7,4
GO-F X GN-02	0,43	9,8
GO-F X GN-03	0,31	7,0
GO-F X GN-04	0,91	21,2
GO-B X GO-A	-0,25	-5,0
GO-B X GN-01	-0,15	-3,0
GO-B X GN-02	0,41	8,2
GO-B X GN-03	0,44	8,9
GO-B X GN-04	0,10	2,1
GO-A X GN-01	0,31	6,5

Tabela 44. Estimativas de heterose (h_{ij}) e percentual de heterose (%h) em relação a média das populações genitoras para o caráter peso de espiga (PE), em t/ha, para o experimento 2. Anhembi – SP. Safrinha de 1999. (Continuação)

Híbridos	Experimento 2	
	h_{ij}	%h
GO-A X GN-02	0,77	16,2
GO-A X GN-03	0,57	12,0
GO-A X GN-04	-0,26	-5,7
GN-1 X GN-02	0,26	5,4
GN-1 X GN-03	0,10	2,0
GN-1 X GN-04	0,25	5,3
GN-2 X GN-03	0,38	7,9
GN-2 X GN-04	0,25	5,4
GN-3 X GN-04	1,06	22,8

Tabela 45. Estimativas de heterose (h_{ij}) e percentual de heterose (%h) em relação a média das populações genitoras para o caráter peso de grãos (PG), em t/ha, nos experimentos 2 e 4.

Híbridos	Experimento 2		Experimento 4	
	h_{ij}	%h	h_{ij}	%h
GO-G X GO-L	-0,55	-15,5	0,26	4,8
GO-G X GO-D	-0,68	-16,9	-0,11	-1,9
GO-G X GO-F	-0,08	-2,4	-0,27	-4,9
GO-G X GO-B	-0,02	-0,6	0,03	0,4
GO-G X GO-A	-0,47	-13,0	0,22	4,2
GO-G X GN-01	-0,35	-9,3	0,33	6,2
GO-G X GN-02	-0,19	-5,1	-0,20	-3,6
GO-G X GN-03	0,25	6,8	-0,45	-7,6
GO-G X GN-04	-0,11	-3,0	-0,30	-5,0
GO-L X GO-D	0,06	1,7	0,10	1,8
GO-L X GO-F	0,42	14,1	0,05	0,8
GO-L X GO-B	0,05	1,6	-0,10	-1,8
GO-L X GO-A	0,08	2,3	0,67	13,1
GO-L X GN-01	-0,43	-12,8	0,89	17,5
GO-L X GN-02	0,50	15,1	0,41	7,7
GO-L X GN-03	0,74	22,3	-0,04	-0,8
GO-L X GN-04	-0,01	-0,4	0,52	9,3
GO-D X GO-F	-0,05	-1,4	-0,52	-9,3
GO-D X GO-B	-0,92	-23,4	0,10	1,9
GO-D X GO-A	0,25	6,6	0,07	1,3
GO-D X GN-01	-0,62	-16,2	0,11	2,2
GO-D X GN-02	-0,06	-1,6	0,50	9,0
GO-D X GN-03	-0,49	-12,8	-0,33	-5,6
GO-D X GN-04	0,10	2,6	0,21	3,7
GO-F X GO-B	-0,06	-1,7	0,18	3,2
GO-F X GO-A	0,42	13,7	0,47	8,9
GO-F X GN-01	0,31	9,8	0,12	2,2
GO-F X GN-02	0,30	9,6	0,58	10,6
GO-F X GN-03	0,27	8,6	-0,43	-7,3
GO-F X GN-04	0,65	21,5	0,16	2,7
GO-B X GO-A	-0,22	-6,2	0,65	12,3
GO-B X GN-01	-0,13	-3,5	0,29	5,5
GO-B X GN-02	0,31	8,8	0,53	9,6
GO-B X GN-03	0,28	7,8	0,45	7,6
GO-B X GN-04	0,10	2,8	-0,71	-12,3
GO-A X GN-01	0,34	9,8	0,71	14,5

Tabela 45. Estimativas de heterose (h_{ij}) e percentual de heterose (%h) em relação a média das populações genitoras para peso de grãos (PG) nos experimentos 2 e 4.

Híbridos	Experimento 2		Experimento 4	
	h_{ij}	%h	h_{ij}	%h
GO-A X GN-02	0,52	15,3	0,89	17,0
GO-A X GN-03	0,35	10,2	0,07	1,3
GO-A X GN-04	-0,22	-6,6	0,25	4,5
GN-01 X GN-02	0,32	9,1	0,65	12,6
GN-01 X GN-03	0,10	2,8	0,02	0,4
GN-01 X GN-04	0,24	7,1	0,22	4,0
GN-02 X GN-03	0,29	8,3	0,17	2,8
GN-02 X GN-04	0,21	6,2	0,68	11,8
GN-03 X GN-04	0,77	22,8	-0,10	-1,6

Tabela 46. Estimativas de heterose (h_{ij}) e percentual de heterose (%h) em relação a média das populações genitoras para o caráter comprimento de espiga (CE), em cm nos experimentos 1, 2 e 4.

Híbridos	Experimento 1		Experimento 2		Experimento 4	
	h_{ij}	%h	h_{ij}	%h	h_{ij}	%h
GO-G X GO-L	-0,38	-2,7	0,32	2,3	0,08	0,5
GO-G X GO-D	-0,19	-1,4	0,52	3,7	0,56	3,7
GO-G X GO-F	-0,43	-3,0	0,50	3,7	0,36	2,3
GO-G X GO-B	-0,96	-6,7	0,22	1,6	0,19	1,3
GO-G X GO-A	-0,32	-2,3	-0,84	-5,9	0,35	2,3
GO-G X GN-01	0,82	6,0	-0,07	-0,5	0,65	4,4
GO-G X GN-02	0,13	1,0	-0,16	-1,2	0,22	1,5
GO-G X GN-03	0,36	2,5	1,46	10,5	-0,07	-0,4
GO-G X GN-04	-0,64	-4,4	-0,10	-0,7	-0,67	-4,3
GO-L X GO-D	-0,09	-0,6	0,42	3,0	0,14	0,9
GO-L X GO-F	-0,38	-2,6	0,75	5,5	-0,31	-1,9
GO-L X GO-B	1,06	7,3	0,28	2,0	-0,68	-4,2
GO-L X GO-A	0,68	4,7	0,06	0,4	0,22	1,3
GO-L X GN-01	0,65	4,7	0,33	2,3	1,82	11,7
GO-L X GN-02	0,35	2,5	0,23	1,6	-0,25	-1,6
GO-L X GN-03	-0,23	-1,5	1,09	7,8	-0,20	-1,2
GO-L X GN-04	-1,23	-8,3	-0,17	-1,2	-0,37	-2,3
GO-D X GO-F	0,22	1,5	0,08	0,6	-0,30	-1,9
GO-D X GO-B	-0,08	-0,6	-0,30	-2,1	0,43	2,8
GO-D X GO-A	-0,32	-2,2	-0,04	-0,3	0,91	5,8
GO-D X GN-01	0,38	2,7	-0,79	-5,5	-0,22	-1,5
GO-D X GN-02	0,06	0,4	-0,49	-3,5	0,41	2,7
GO-D X GN-03	-0,75	-5,1	-0,42	-3,0	-0,63	-4,0
GO-D X GN-04	-0,05	-0,3	0,58	4,1	0,19	1,2
GO-F X GO-B	0,32	2,2	0,63	4,5	0,12	0,7
GO-F X GO-A	-0,15	-1,0	0,46	3,2	0,09	0,6
GO-F X GN-01	-0,13	-0,9	0,23	1,6	0,34	2,2
GO-F X GN-02	0,03	0,2	0,29	2,1	0,01	0,1
GO-F X GN-03	0,12	0,8	0,64	4,6	-0,44	-2,7
GO-F X GN-04	-0,13	-0,9	0,35	2,5	-0,71	-4,4
GO-B X GO-A	-0,45	-3,1	-0,32	-2,2	0,74	4,7
GO-B X GN-01	0,04	0,3	0,51	3,5	1,14	7,6
GO-B X GN-02	-0,19	-1,3	0,23	1,6	0,21	1,4
GO-B X GN-03	-0,50	-3,4	0,36	2,5	1,01	6,4
GO-B X GN-04	0,05	0,3	0,08	0,6	-0,08	-0,5
GO-A X GN-01	0,06	0,4	0,05	0,3	0,23	1,5

Tabela 46. Estimativas de heterose (h_{ij}) e percentual de heterose (%h) em relação a média das populações genitoras para o caráter comprimento de espiga (CE), em cm nos experimentos 1, 2 e 4. (Continuação)

Híbridos	Experimento 1		Experimento 2		Experimento 4	
	H_{ij}	%h	h_{ij}	%h	h_{ij}	%h
GO-A X GN-02	-0,27	-1,9	0,27	1,8	1,00	6,6
GO-A X GN-03	-0,52	-3,5	-0,10	-0,7	-0,02	-0,1
GO-A X GN-04	-0,80	-5,4	-0,21	-1,4	-0,03	-0,2
GN-01 X GN-02	-0,05	-0,4	0,17	1,2	0,57	3,9
GN-01 X GN-03	0,26	1,8	0,50	3,5	0,60	3,9
GN-01 X GN-04	0,11	0,8	-0,14	-1,0	0,63	4,2
GN-02 X GN-03	0,03	0,2	0,02	0,1	0,28	1,9
GN-02 X GN-04	-0,26	-1,8	0,69	4,9	-0,18	-1,2
GN-03 X GN-04	-0,70	-4,6	0,77	5,4	0,55	3,4

Figura 1 - Distribuição de médias do caráter peso de espigas das progênies de meios irmãos da população GO-DENTADO. Rio Verde - GO. Ano Agrícola de 1997/98.

Figura 2 - Distribuição de médias do caráter peso de espigas das progênies de meios irmãos da população GO-FLINT. Rio Verde - GO. Ano Agrícola de 1997/98.

Figura 3 - Distribuição de médias do caráter peso de espigas das progênes de meios irmãos da população GO-BRANCO. Rio Verde - GO. Ano Agrícola de 1997/98.

Figura 4 - Distribuição de médias do caráter peso de espigas das progênes de meios irmãos da população GO-AMARELO. Rio Verde - GO. Ano Agrícola de 1997/98.

Figura 5 - Distribuição de médias do caráter peso de espigas das progênes de meios irmãos da população GO-GROSSO. Rio Verde - GO. Ano Agrícola de 1997/98.

Figura 6 - Distribuição de médias do caráter peso de espigas das progênes de meios irmãos da população GO-LONGO. Rio Verde - GO. Ano Agrícola de 1997/98.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANJOS, M. H. G.; ANDRADE, J. A. C. Variabilidade genética no composto Flintisa de milho (*Zea mays* L.). In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23., Uberlândia, 2000. **A inovação tecnológica e a competitividade no contexto dos mercados globalizados**. Sete Lagoas: ABMS; Embrapa Milho e Sorgo; Universidade Federal de Uberlândia, 2000. p. 33.
- BASSO, C. M. Síntese de compostos de milho (*Zea mays* L.) com resistência ao “complexo do enfesamento”. Piracicaba, 1999. 126p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- BEAL, W. J. Indian corn. **Agronomy Annual Report**, v.19, p. 279-289, 1958.
- BECK, D. L.; VASAL, S.K.; GROSSA, J. Heterosis and combining ability of CIMMYT's tropical early and intermediate maturity maize germplasm. **Maydica**, v.35, p.279-285, 1990.
- BRUCE, A. B. The mendelian theory of heredity and the argumentation of vigour. **Science** v.32, p. 627 – 628, 1910.
- CANTON, T. Avaliação de oito ciclos de seleção recorrente na população de milho (*Zea mays* L.) Suwan DMR. Piracicaba, 1988. 112 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

- CARVALHO, H. W. L.; GUIMARÃES, P. E. O.; LEAL, M. L. S. et al. Avaliação de progênies de meios irmãos da população de milho CMS-453 no nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 8, p. 1577-1584, 2000a.
- CARVALHO, H. W. L.; LEAL, M. L. S.; SANTOS, M. X. et al. Potencial genético da cultivar de milho BR-5011-Sertanejo nos tabuleiros costeiros do nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 6, p. 1169-1176, 2000b.
- CASTRO, M.; GARDNER, C. O.; LONNQUIST, J. H. Cumulative gene effects and the nature of heterosis in maize crosses involving genetically diverse races. **Crop Science**, v. 8, p. 97–101, 1968.
- COMPTON, W. A.; GARDNER, C. O.; LONNQUIST, J. H. Genetic variability in two open-pollinated varieties of corn (*Zea mays* L.) and their F₁ progenies. **Crop Science**, v. 5, p. 505 –508, 1965.
- COSTA, F. M. P.; MIRANDA FILHO, J. B.; NASS, L. L. valor genético de um composto selecionado para resistência a *Phaeosphaeria maydis*. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23., Uberlândia, 2000. **A inovação tecnológica e a competitividade no contexto dos mercados globalizados**. Sete Lagoas: ABMS; Embrapa Milho e Sorgo; Universidade Federal de Uberlândia, 2000. p. 33.
- CRESS, C. E. Heterosis of the hybrid related to gene frequency differences between two populations. **Genetics**, v. 53, p. 269 – 274, 1966.
- CROSSA, J.; GARDNER, C. O.; MUMM, R. F. Heterosis among populations of maize (*Zea mays* L.) with different levels of exotic germplasm. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 73, p.445-450, 1987.
- CROSSA, J.; TABA, S.; WELLHAUSEN, E. J. Heterotic pattern among Mexican races of maize. **Crop Science**, v. 30, p. 1182-1190, 1990.

- CROSSA, J.; VASAL, S.K.; BECK, D.L. Combining ability study in diallel crosses of CIMMYT's tropical late yellow maize germplasm. *Maydica*, v.35, p.273-278, 1990.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 1994. 390 p.
- CUNHA, R. N. V. Potencial genético de populações de milho (*Zea mays* L.) obtidas de germoplasma exótico. Piracicaba, 1996. 127p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- DAVENPORT, C. B. Degeneration, albinism and inbreeding. *Science*, v.28, p. 454 – 455, 1908.
- EAST, E. M. Inbreeding in corn. **Report of the Connecticut Agricultural Experiment Station**, p. 419 – 428, 1908.
- FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. C. **Introduction to quantitative genetics**. 4. ed. Harlow: Longman, 1996. 462 p.
- FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.
- FISHER, R. A . The correlation between relatives on the supposition of Mendelian inheritance. **Transactions of the Royal Society**, v.52, p. 399-433, 1918.
- GARDNER, C. O.; EBERHART, S. A. Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related populations. *Biometrics*, v.22, n.3, p. 439-452, 1966.

- GARDNER, C. O.; PATERNIANI, E. A genetic model used to evaluate the breeding potential of open-pollinated varieties of corn. **Ciência e Cultura**, v. 19, p. 95 – 101, 1967.
- 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**, v.11, n.2, p. 419-430, 1988.
- GRIFFE, F. First generation corn varietal crosses. **Journal of the American Society of Agronomy**, v.14, p. 18–27, 1922.
- GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Sciences**, v.9, n.4, p. 463-493, 1956.
- HALLAUER, A. R.; EBERHART, S. A. Evaluation of synthetic varieties of maize for yield. **Crop Science**, v. 6, p. 423 – 427, 1966.
- HALLAUER, A. R.; MIRANDA FILHO, J. B. **Quantitative genetics in maize breeding**. 2 ed. Ames: Iowa State University Press, 1995. 468p.
- HALLAUER, A. R.; SEARS, J. H. Second phase in the evaluation of synthetic varieties of maize for yield. **Crop Science**, v. 8, p. 448–451, 1968.
- JONES, D. F. The effects of inbreeding and crossbreeding upon development. **Bulletin of the Connecticut Agricultural Experimental Station**, v. 207, p. 5 – 100, 1918.
- KEMPTHORNE, O. **Design and Analysis of experiments**. New York : John Wiley, 1975. 631 p.

- KEMPTHORNE, O.; CURNOW, R. N. The partial diallel cross. **Biometrics**, v. 17, p. 229-250, 1961.
- LAMKEY, K. R.; EDWARDS, J. W. Heterosis: Theory and estimation. In: CORN BREEDER'S SCHOOL, 34., Urbana, 1998. **Proceedings**. Urbana: University of Illinois, 1998. p. 62-67.
- LEMOES, M. A.; GAMA, E. E. G.; OLIVEIRA, A. C. et al. Correlações genóticas, fenóticas e ambientais em progênies de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.27, p. 1563-1569, 1992.
- LIMA, M.; PATERNIANI, E. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos em progênies de meios irmãos do milho (*Zea mays* L.) ESALQ-VD-2 MI-HSII e suas implicações no melhoramento. **Relatório Científico do Departamento de Genética ESALQ/USP**, v.11, p. 84-9, 1977.
- LONNQUIST, J. H.; GARDNER, C. O. Heterosis in intervarietal crosses of maize and its implication in breeding procedures. **Crop Science**, v. 1, p. 179 –183, 1961.
- LORDÊLO, J. A. C.; MIRANDA FILHO, J. B. Parâmetros genéticos nas populações de milho Piranão VD – 2 e Piranão VF – 1. **Relatório Científico do Departamento de Genética ESALQ/USP**, v.15, p. 109 –114, 1981.
- MESQUITA, G. O.; BRASIL, E. M.; ZORZI, A. L. Estimção dos componentes de variância em duas populações de milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23., Uberlândia, 2000. **A inovação tecnológica e a competitividade no contexto dos mercados globalizados**. Sete Lagoas: ABMS; Embrapa Milho e Sorgo; Universidade Federal de Uberlândia, 2000. p. 33.

MIRANDA FILHO, J. B. Cruzamentos dialélicos e síntese de compostos com ênfase na produtividade e no porte da planta. Piracicaba, 1974. 116p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

MIRANDA FILHO, J. B. Breeding methodologies for tropical maize. In: BRANDOLINI, A. ; SALAMINI, F. (Ed.) **Breeding strategies for maize production improvement in the tropics**. Florence: FAO, 1985. p. 177-206.

MIRANDA FILHO, J. B. Inbreeding Depression and Heterosis. COORS, J. G.; PANDEY, S. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE GENETICS AND EXPLOITATION OF HETEROSIS IN CROPS. Mexico, 1997. **Proceedings**. Madison: SSSA, ASA, CSSA, 1999. p. 69 – 80.

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

MIRANDA FILHO, J. B.; CHAVES, L. J. Analysis of diallel crosses with F₂ generations. **Revista Brasileira de Genética**, v. 19, p. 127-132, 1996.

MIRANDA FILHO, J. B.; GERALDI, I. O. An adapted model for the analysis of partial diallel crosses. **Revista Brasileira de Genética**, v.8, n.4, p. 677-688, 1984.

MIRANDA FILHO, J. B.; VENCOSKY, R. Analysis of diallel crosses among open-pollinated varieties of maize (*Zea mays* L.). **Maydica**, v.29, n.3, p. 217-234, 1984.

MIRANDA FILHO, J. B.; VENCOSKY, R. The partial circulant diallel cross at the interpopulational level. **Genetics and Molecular Biology**, v. 22, p. 249-256, 1999.

MIRANDA FILHO, J. B.; VIÉGAS, G. P. Milho híbrido. In: PATERNIANI, E.; VIÉGAS, G. P. (Ed.) **Melhoramento e produção de milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v.1, cap.7, p. 277 – 326.

- MOLL, R. H.; BARI, A.; STUBER, C. W. Frequency distribution of maize yield before and after reciprocal recurrent selection. **Crop Science**, v. 17, p. 794 – 796, 1977.
- MOLL, R. H.; SALHUANA, W. S.; ROBINSON, H. F. Heterosis and genetic diversity in variety crosses of maize. **Crop Science**, v. 2, p. 197 – 198, 1962.
- MOLL, R. H.; LONNQUIST, J. H.; FORTUNO, J. V. et al. The relationship of heterosis and genetic divergence in maize. **Genetics**, v. 52, p. 139 – 142, 1965.
- MORAIS, A. R.; OLIVEIRA, A. C.; GAMA, E. E. G. et al. A method for combined analysis of the diallel crosses repeated in several environments. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, p. 371 – 381, 1991.
- MORELLO, C. L. Potencial de germoplasma de milho para a síntese de compostos com adaptação a solo ácido. Piracicaba, 2000. 132 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- NASPOLINI FILHO, V.; GAMA, E. E. G.; VIANNA, R. T. et al. General and specific combining ability for yield in a diallel cross among 18 maize populations (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Genética**, v. 4, p. 571 – 577, 1981.
- NASS, L. L. Variabilidade genética de populações semi-exóticas de milho. Piracicaba, 1992. 136p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- NASS, L. L.; MIRANDA FILHO, J. B. Synthesis of new composites of maize (*Zea mays* L.) for population improvement in Brazil. In: REUNIÓN LATINOAMERICANA DEL MAÍZ, 18., Sete Lagoas, 1999. **Memorias**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS; México: CIMMYT, 1999. p. 309-317.

- PACHECO, C. A. P.; GAMA, E. E. G.; GUIMARÃES, P. E. O. et al. Estimativas de parâmetros genéticos nas populações CMS-42 e CMS-43 de milho pipoca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n.12, p. 1995-2001, 1998.
- PANDEY, S; CEBALLOS, H.; GRANADOS, G. et al. Developing maize that tolerates aluminum toxic soils. In: EDMÉADES, G. E.; DEUTSCH, J. A. (Ed.) **Stress tolerance breeding: maize that resists insects, drought, low nitrogen and acid soils**. México: CIMMYT, 1994, p. 85-92.
- PATERNIANI, E. Seleção recorrente para capacidade geral de combinação em milhos da América Central. **Ciência e Cultura**, v. 17 n.4, p. 555 – 559, 1965.
- PATERNIANI, E. Cruzamentos interracialis de milho. **Relatório Científico Instituto de Genética ESALQ/USP**, v. 2, p.108 – 110, 1968.
- PATERNIANI, E. Heterose em cruzamentos intervartais de milho. **Relatório Científico Instituto de Genética ESALQ/USP**, v. 4, p. 95 –100, 1970.
- PATERNIANI, E. Heterosis in intervartial crosses of maize (*Zea mays* L.) and their advanced generations. **Revista Brasileira de Genética**, v.3, p. 235 – 249, 1980.
- PATERNIANI, E. Maize breeding in the tropics. **CRC Critical Reviews in Plant Science**, v. 9, p. 125 – 154, 1990.
- PATERNIANI, E. Métodos tradicionais de melhoramento do milho. In: BULL, L. T.; CANTARELLA, H. (Ed.) **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p. 23-42.
- PATERNIANI, E.; LONNQUIST, J. H. Heterosis in interracial crosses of corn. **Crop Science**, v. 3, p. 504 –507, 1963.

- PATERNIANI, E.; MIRANDA FILHO, J. B. Melhoramento de populações. In: PATERNIANI, E.; VIÉGAS, G. P. (Ed.) **Melhoramento e produção do milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v.1, p. 217-274.
- PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; DUARTE, A. P.; LIMA, M. et al. Variedade de milho IAC V3: variabilidade genética e potencial de produção. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23., Uberlândia, 2000. **A inovação tecnológica e a competitividade no contexto dos mercados globalizados**. Sete Lagoas: ABMS; Embrapa Milho e Sorgo; Universidade Federal de Uberlândia, 2000. p. 33.
- PÉREZ-VELÁSQUEZ, J. C.; CEVALLOS, H.; PANDEY, S. et al. Analysis of diallel crosses among Colombian landraces and improved populations of maize. **Crop Science**, v. 35, p. 572-578, 1995.
- RICHEY, F. D. The experimental basis for the present status of corn breeding. **Journal of the American Society of Agronomy**, v. 14, p. 1 –17, 1922.
- RUSSEL, W. A. **Melhoramento de populações de milho como fontes de linhagens**. São Paulo: Fundação Cargill, 1976. 53 p.
- SAMPAIO, N. F. Propriedades genéticas e potencial para o melhoramento dos compostos de milho (*Zea mays* L.) ESALQ PB – 4 e ESALQ PB – 5. Piracicaba, 1986. 105 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- SANTOS, M. X. Estudo do potencial genético de duas raças brasileiras de milho (*Zea mays* L.) para fins de melhoramento. Piracicaba, 1985. 186p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

- SANTOS, M. X.; MIRANDA FILHO, J. B. Genetic potential of two Brazilian races of maize (*Zea mays* L.) for breeding purposes. **Journal of Genetics and Breeding**, v.46, n.1, p.83-90, 1992.
- SANTOS, M. X.; PACHECO, C. A. P.; GUIMARÃES, P. E. O. et al. Diallel among twenty eight varieties of maize. **Revista Brasileira de Genética**, v.17, n.3, p. 277-282, 1994.
- SHULL, G. H. The composition of a field of maize. **Report American Breeders Association**, v.4, p. 296 – 301, 1908.
- SHULL, G. H. What's heterosis. **Genetics**, v.33, p. 439 – 446, 1948.
- SOUZA JÚNIOR, C. L. Análise de cruzamentos dialélicos e predição de compostos de milho (*Zea mays* L.) braquítico. Piracicaba, 1981. 102p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- SOUZA JÚNIOR, C. L.; MIRANDA FILHO, J. B. Genetic variability in two maize (*Zea mays* L.) populations and its relationship with intra and interpopulation recurrent selection. **Revista Brasileira de Genética**, v.12, p. 271-85, 1989.
- SOUZA JÚNIOR, C. L.; GERALDI, I. O.; ZINSLY, J. R. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de alguns caracteres na população de milho (*Zea mays* L.) Suwan. **Relatório Científico do Departamento de Genética ESALQ/USP**, v.14, p. 139 –145, 1980.
- SPRAGUE, G. F.; TATUM, L. A. General and specific combining ability in single crosses of corn. **Journal of the American Society of Agronomy**, v. 34, p. 923-932, 1942.

- VASAL, S.K.G.; SRINIVASAN, G.; BECK, D.L. et al. Heterosis and combining ability of CIMMYT's tropical late White maize germplasm. **Maydica**, v.37, p.217-223, 1992.
- VENCOVSKY, R. Alguns aspectos teóricos e aplicados relativos a cruzamentos dialélicos de variedades. Piracicaba, 1970. 59 p. Tese (Livre-Docência) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 486p.
- VENCOVSKY, R.; MIRANDA FILHO, J. B.; SOUZA JÚNIOR, C. L. Quantitative genetics and corn breeding in Brazil. In: INTERNACIONAL CONFERENCE ON QUANTITATIVE GENETICS, 2., Raleigh, 1987. **Proceedings**. Sunderland: Sinauer, 1988. p.465-77.
- WELLHAUSEN, E. J. Exotic germplasm for improvement of corn belt maize. In: ANNUAL HYBRID CORN INDUSTRY-RESEARCH CONFERENCE, 20., Chicago, 1965. **Proceedings**. Washington: American Seed Trade Association, 1965. p. 31-45.