



Bragantia

ISSN: 0006-8705

editor@iac.sp.gov.br

Instituto Agrônômico de Campinas

Brasil

GORGULHO, ELIANA PATRÍCIA; MIRANDA FILHO, JOSÉ BRANCO DE  
Estudo da capacidade combinatória de variedades de milho no esquema de cruzamento dialélico  
parcial  
Bragantia, vol. 60, núm. 1, 2001, pp. 1-8  
Instituto Agrônômico de Campinas  
Campinas, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90813495001>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica  
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal  
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto



# GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS

## ESTUDO DA CAPACIDADE COMBINATÓRIA DE VARIEDADES DE MILHO NO ESQUEMA DE CRUZAMENTO DIALÉLICO PARCIAL<sup>(1)</sup>

ELIANA PATRÍCIA GORGULHO<sup>(2)</sup>; JOSÉ BRANCO DE MIRANDA FILHO<sup>(3)</sup>

### RESUMO

Foram obtidos híbridos de milho (*Zea mays* L.) entre dois grupos de variedades, constituindo-se o grupo (1), de seis populações: Taiúba, Taitinga, Iubatã, Moroti, Porangatu e WP12, e o grupo (2), de sete populações: Philippine DMR 2, Suwan 2, Caripeño DMR, Amarillo Dentado DMR, Cupurico DMR, Tuxpeño Crema I e Tuxpeño Amarillo. Utilizando-se o modelo de cruzamento dialélico parcial, estudou-se o comportamento dessas populações quanto aos caracteres altura de planta e de espiga, comprimento e diâmetro de espiga e massa de grãos, no município de Anhembi (SP). Observou-se, para os caracteres estruturais, diferenças significativas entre e dentro dos grupos de variedades, assim como entre os híbridos. Entretanto, para os caracteres de produção, não houve diferenças dentro dos grupos de variedades, apenas entre os grupos, e entre os híbridos. Houve diferenças significativas entre os híbridos e pais, e a testemunha não se diferenciou da média dos pais e dos híbridos nos caracteres de produção. Para os caracteres altura de planta e de espiga e diâmetro de espiga não houve efeitos de heterose, e para comprimento de espiga a heterose média foi de 3,10%. A capacidade específica de combinação não foi importante, e os híbridos mostraram-se, em média, cerca de 7% mais produtivos que os pais. A testemunha usada foi um híbrido (G-85) comercializado pela empresa privada Ciba Sementes (antiga Germinal) e recomendado para as Regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, mostrando-se bastante estável. Algumas variedades e alguns híbridos obtiveram produção superior à da testemunha.

**Palavras-chave:** milho, variedades, cruzamentos intervarietais e heterose.

### ABSTRACT

#### EVALUATION OF MAIZE VARIETIES IN THE PARTIAL DIALLEL MATING SCHEME

Hybrids of maize (*Zea mays* L.) were obtained between two variety groups, where Group 1 was made of six populations: Taiúba, Taitinga, Iubatã, Moroti, Porangatu e WP12, and Group 2 was made of seven populations: Philippine DMR 2, Suwan 2, Caripeño DMR, Amarillo Dentado DMR, Cupurico DMR, Tuxpeño Crema 1 e Tuxpeño Amarillo. The performance of these populations was evaluated in the partial diallel mating scheme proposed by MIRANDA FILHO and GERALDI (1984) for plant height, ear height, ear length, ear diameter and grain weight, at Anhembi city, State of São Paulo, Brazil, with four replications. Structural traits were significantly different between and within the variety groups, as well as between hybrids. However, yield traits were significantly different only between variety groups and between hybrids. Significant differences were also observed between hybrids and parents, and the control did not differ from parents and hybrid average for yield. The results obtained for plant height, ear height and ear diameter did not show heterosis effects, and, for ear length, the average

<sup>(1)</sup> Parte da Tese de Doutorado da primeira autora, apresentada à Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. Recebido para publicação em 10 de outubro e aceito em 20 de dezembro de 2000.

<sup>(2)</sup> Estudante de pós-graduação do curso de Genética e Melhoramento de Plantas, ESALQ/USP, Caixa Postal 9, 13418-900 Piracicaba (SP).

<sup>(3)</sup> Departamento de Genética, ESALQ/USP, Caixa Postal 83, 13400-970, Piracicaba (SP).



heterosis was 3.10%. Specific combining ability was not important and the hybrids showed an average yield of about 7% higher than their parents. Some varieties and hybrids presented a grain yield higher than the control, which was an hybrid (G-85) recommended for Southeast and Midwest Brazilian regions.

**Key words:** *Zea mays* L., variety crosses, heterosis.

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente a cultura do milho alcança altos níveis de produtividade, quando em ambiente apropriado e com técnicas de cultivo adequadas. Essa evolução se deve à crescente pesquisa realizada em diversas áreas e, sobretudo, ao melhoramento genético. Dentro deste último a heterose tem sido bastante explorada, especialmente em programas de milho híbrido. Já há algum tempo, tem-se priorizado também o uso de variedades e híbridos intervarietais. PATERNIANI (1967) frisa que as variedades em geral apresentam ampla adaptação e estabilidade. BEAL (1880), citado por JUGENHEIMER (1958), foi o primeiro a relatar o uso de híbridos intervarietais de milho; contudo, só a partir da década de 40, quando programas de obtenção de híbrido duplo atingiram o seu apogeu e estagnaram, o interesse voltou aos cruzamentos intervarietais. HALLAUER e MIRANDA FILHO (1981) apresentaram resultados de 1.394 cruzamentos intervarietais, obtendo heteroses médias em relação à média dos pais e à do pai mais produtivo, de 19,5% e 8,2%, respectivamente, para produção de grãos. Os resultados demonstram que pode existir um grande potencial para a exploração da heterose, como também para a síntese de compostos de variedades com elevada frequência de genes favoráveis.

GARDNER (1965) e GARDNER e EBERHART (1966) apresentaram um método para análise de tabelas dialélicas não só de linhagens, como era uso até aquela época, como também para variedades e compostos. Com o interesse de reduzir o número de cruzamentos e o de materiais a serem avaliados, MIRANDA FILHO e GERALDI (1984) propuseram uma adaptação do modelo completo de GARDNER e EBERHART (1966) para análise e estimação de parâmetros de cruzamentos dialélicos parciais entre dois grupos distintos de variedades, propiciando a avaliação de maior número de materiais, com o mesmo esforço empregado em cruzamentos dialélicos completos. Essas técnicas de cruzamentos em esquema dialélico parcial vêm sendo utilizadas em milho para avaliações e fornecimento de informações úteis nos cruzamentos intervarietais (BARRIGA e VENCOSKY, 1973; MIRANDA FILHO, 1974; SOUZA JÚNIOR, 1981 e LIMA, 1982).

Os objetivos deste trabalho foram: avaliar caracteres agrônômicos de dois grupos de variedades de milho cruzadas em esquema dialélico parcial, utilizando o método proposto por MIRANDA FILHO e

GERALDI (1984), assim como obter informações sobre heterose, capacidade geral e específica de combinação.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas 13 populações de milho de polinização livre, divididas em dois grupos. O grupo (1), ou  $V_{(1)}$ , refere-se a seis variedades, cinco das quais foram sintetizadas pelo Instituto Agrônomo (IAC) e descritas por LIMA et al. (1988): Taiúba (1), que apresenta variedade para tolerância ao alumínio no solo, obtida pelo intercruzamento de 13 subpopulações, 12 híbridos e uma variedade; Taitinga (2), constituída de 87,5% do germoplasma da variedade Taiúba e 12,5% da variedade Tuxpeño 1; Iubatã (3) (grãos amarelos) e Moroti (4) (grãos brancos), ambas variedades derivadas de uma mesma população segregante para cor e resistente ao míldio; e Porangatu (5), obtida por cruzamentos das populações Mescla Amarillo, Amarillo Dentado DMR, Caripeño DMR, Selección Precoz, Cupurico DMR, Tuxpeño Amarillo, Caribbean DMR, Amarillo Cristalino e Gatemala DMR; e a sexta variedade WP12 (6), já adaptada às nossas condições. O grupo (2), ou  $V_{(2)}$ , refere-se às populações exóticas: Philippine DMR 2 (7), Suwan 2 (8), Caripeño DMR (9), Amarillo Dentado DMR (10), Cupurico DMR (11), Tuxpeño Crema I (12) e Tuxpeño Amarillo (13).

De acordo com a proposta de cruzar as variedades do grupo (1) com as do grupo (2), perfazendo um dialélico parcial de  $6 \times 7$ , as variedades foram plantadas, polinizadas manualmente, e colhidas as sementes híbridas e de manutenção das variedades, no período de 1994/95. Em 1996/97 foram avaliados os 42 híbridos, as 13 variedades parentais e uma testemunha (híbrido G-85), perfazendo um total de 56 tratamentos, em um ensaio sob delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições, cada parcela constituída de duas linhas de 4 m, espaçadas de 0,9 m, com 20 plantas, cada uma, após o desbaste. O ensaio foi instalado na Estação Experimental de Anhembi, do Departamento de Genética da ESALQ/USP, no município de Anhembi (SP).

Para análise utilizaram-se dados médios de parcela de cinco plantas competitivas dos caracteres altura de planta (AP) e de espiga (AE), em metros, e comprimento (CE) e diâmetro de espiga (DE), em centímetros. Foram também quantificados dados de produção de grãos (PG), em kg por parcela, ajustada



para o estande de 40 plantas por parcela, através do método de covariância (VENCOVSKY e BARRIGA, 1992).

Inicialmente realizou-se a análise usual do modelo de blocos casualizados, com decomposição ortogonal da soma de quadrados dos tratamentos. Em seguida, utilizou-se o modelo proposto por MIRANDA FILHO e GERALDI (1984) para análise das variedades e dos híbridos intervarietais. Foram ainda estimados os parâmetros do modelo e calculadas as heteroses em porcentagem, em relação à média dos pais. O modelo foi o seguinte:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha d + 1/2 (v_i + v_j) + \theta (\bar{h} + h_i + h_j + s_{ij}) + e_{ij}$$

em que:  $Y_{ij}$ : média do cruzamento entre as variedades dos grupos (1) e (2);  $\mu$ : média dos dois grupos de variedades;  $\alpha$ : de valor 0, -1 e 1 para os híbridos, o grupo de materiais de maior média e o grupo de menor média respectivamente;  $d$ : medida da diferença entre os dois grupos;  $v_i$  e  $v_j$ : efeito da variedade dos grupos (1) e (2) respectivamente;  $\theta$ : de

valor 0 para variedades e 1 para híbridos;  $\bar{h}$ : efeito da heterose média dos cruzamentos;  $h_i$  e  $h_j$ : efeito da heterose de variedade dos grupos (1) e (2) respectivamente;  $s_{ij}$ : efeito da heterose específica (CEC) do cruzamento entre as variedades  $i$  do grupo (1) e  $j$  do grupo (2); e  $e_{ij}$ : erro médio experimental associado aos híbridos ou aos parentais. A capacidade geral de combinação (CGC) também foi estimada para todas as variedades por VENCOVSKY e BARRIGA (1992):  $g_i = (1/2) v_i + h_i$ , para o grupo (1), e  $g_j = (1/2) v_j + h_j$ , para o grupo (2).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No quadro 1 observam-se os resultados da análise de variância, em que, para AP, AE e CE, as variedades e híbridos apresentaram diferenças significativas. O caráter DE apresentou variação apenas no grupo (1), e o caráter PG apresentou variação entre grupos e dentro de híbridos. De modo geral, as variedades apresentaram apenas variabilidade intergrupos, indi-

**Quadro 1.** Análise de variância preliminar dos caracteres altura de planta (AP), altura de espiga (AE), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE) e produção de grãos (PG) de variedades de milho. Anhembi (SP), 1997

Fontes de variação	G.L.	Quadrados médios				
		AP	AE	CE	DE	PG
		m		cm		kg por parcela <sup>(1)</sup>
Repetições	3	0,2841**	0,1472**	3,4555ns	0,0899ns	2,7371**
Tratamentos	55	0,0628**	0,0461**	4,1719**	0,0773**	0,6039**
V <sub>(1)</sub>	5	0,1335**	0,0964**	5,8587**	0,2150**	0,4968ns
V <sub>(2)</sub>	6	0,0790**	0,0597**	3,1095*	0,0262ns	0,1776ns
V <sub>(1)</sub> vs. V <sub>(2)</sub>	1	1,3953**	0,8379**	50,1836**	0,6558**	7,9044**
H	41	0,0330**	0,0284**	3,3013**	0,0559ns	0,4704*
Grupos	2	0,0190ns	0,0248ns	7,3112**	0,1148ns	1,7698**
V vs. H	1	0,0016ns	0,0001ns	13,4549**	0,0841ns	3,4118**
Test vs. (V+H)	1	0,0363ns	0,0495ns	1,1675ns	0,1455ns	0,1277ns
Resíduo	165	0,0193	0,0138	1,4128	0,0488	0,3241
Médias		m		cm		kg por parcela <sup>(1)</sup>
Média geral		2,14	1,17	17,2	4,32	3,83
Test (G-85)		2,04	1,06	16,6	4,51	4,01
V <sub>(1)</sub>		2,28	1,27	17,6	4,18	4,00
V <sub>(2)</sub>		2,01	1,08	16,0	4,37	3,27
H		2,14	1,17	17,3	4,33	3,90
CV (%)		6,50	10,06	6,92	5,12	14,86

<sup>(1)</sup> parcela com 7,2 m<sup>2</sup>.

ns: não-significativo; \*: significativo ao nível de  $P < 0,05$ ; \*\*: significativo ao nível de  $P < 0,01$  pelo teste F, em que as letras correspondem: Test: testemunha; V<sub>(1)</sub>: variedades do grupo (1); V<sub>(2)</sub>: variedades do grupo (2); H: populações F<sub>1</sub>.



**Quadro 2.** Médias de altura de planta (AP), altura de espiga (AE), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE) e produção de grãos (PG) de variedades e híbridos no esquema de cruzamento dialélico parcial. Anhembi (SP), 1997

Trat <sup>(1)</sup>	AP	AE	CE	DE	PG	Trat.	AP	AE	CE	DE	PG
V <sub>(1)</sub>	—— m ——		—— cm ——		kg por parcela <sup>(2)</sup>		—— m ——		—— cm ——		kg por parcela <sup>(2)</sup>
1	2,35	1,25	16,40	4,25	3,68	3x7	2,23	1,19	18,15	4,40	4,10
2	2,19	1,13	18,25	4,25	4,21	3x8	2,20	1,22	18,80	4,45	3,92
3	2,32	1,36	15,90	4,20	4,19	3x9	2,12	1,13	16,75	4,25	3,88
4	2,07	1,21	17,50	4,15	3,87	3x10	2,14	1,21	16,40	4,35	4,01
5	2,16	1,14	18,85	4,45	<b>4,48</b>	3x11	2,04	1,10	17,20	4,50	3,71
6	2,59	1,54	18,60	3,75	3,55	3x12	2,22	1,27	17,95	4,30	4,08
V <sub>(2)</sub>						3x13	2,08	1,10	18,40	4,45	4,51
7	2,21	1,29	15,10	4,30	3,02	4x7	2,17	1,21	16,45	4,25	3,32
8	2,08	1,07	16,90	4,45	3,40	4x8	2,07	1,12	16,70	4,15	3,40
9	2,04	1,10	15,35	4,25	3,13	4x9	2,20	1,21	17,60	4,35	4,03
10	2,01	1,08	15,95	4,35	3,12	4x10	2,08	1,13	16,70	4,30	3,72
11	1,92	1,09	15,10	4,45	3,35	4x11	2,03	1,04	16,05	4,25	3,40
12	2,08	1,05	16,50	4,35	3,23	4x12	2,26	1,22	16,95	4,35	3,66
13	1,76	0,87	17,25	4,45	3,64	4x13	1,92	0,93	16,40	4,20	3,41
H						5x7	2,18	1,19	17,40	4,25	3,95
1x7	2,15	1,23	17,10	4,30	3,37	5x8	2,24	1,21	18,75	4,20	3,81
1x8	2,05	1,10	16,08	4,18	3,36	5x9	2,21	1,21	18,00	4,45	4,26
1x9	2,21	1,26	17,25	4,35	4,17	5x10	2,13	1,11	17,40	4,45	4,43
1x10	2,18	1,19	17,40	4,20	3,64	<b>5x11</b>	2,20	1,23	18,15	4,55	<b>4,73</b>
1x11	2,05	1,15	14,95	4,05	3,94	<b>5x12</b>	2,18	1,16	17,80	4,40	<b>4,73</b>
1x12	2,15	1,16	17,60	4,30	3,83	5x13	1,87	0,99	17,00	4,30	3,92
1x13	2,08	1,13	16,50	4,60	4,24	6x7	2,23	1,30	17,20	4,40	3,69
2x7	2,20	1,21	16,70	4,20	3,99	6x8	2,15	1,24	<b>19,35</b>	4,15	3,86
2x8	2,07	1,07	17,65	4,40	3,70	6x9	2,27	1,32	17,65	4,20	3,85
2x9	2,14	1,14	17,40	4,40	3,51	6x10	2,19	1,20	17,50	4,40	3,66
2x10	2,08	1,05	17,75	4,45	3,96	6x11	2,15	1,20	16,15	4,25	3,96
2x11	2,15	1,16	16,60	4,30	3,96	6x12	2,35	1,37	16,45	4,30	4,17
2x12	2,21	1,21	18,40	4,50	4,04	6x13	2,09	1,21	19,20	4,35	4,15
2x13	2,06	1,10	17,75	4,30	3,69	G-85	2,04	1,06	16,6	4,51	4,01

<sup>(1)</sup>Os números de tratamentos correspondem às variedades: 1:Taiúba; 2: Taitinga; 3: Iubatã; 4: Moroti; 5: Porangatu; 6: WP12; 7:Philippine DMR2; 8: Suwan; 9: Caripeño DMR; 10: Amarillo Dentado; 11: Cupurico DMR; 12: Tuxpeño Crema I; 13:Tuxpeño Amarillo; as demais médias correspondem às F<sub>1</sub> dos cruzamentos: 1x7: Taiúba x Philippine DMR2,..., 6x13: WP12 x Tuxpeño Amarillo.

<sup>(2)</sup>Parcela de 7,2 m<sup>2</sup>.

Números em negrito representam maior CGC para aumento da produção, e menor CGC para diminuir altura de planta.

cando homogeneidade dentro do grupo. O contraste da testemunha com variedades e híbridos não apresentou diferenças significativas para os caracteres estudados. A média geral de produtividade de grãos foi 5.319 kg.ha<sup>-1</sup>, destacando-se o grupo (1) de variedades com média de 5.555 kg.ha<sup>-1</sup>, superior à do grupo (2)

(4.542 kg.ha<sup>-1</sup>). Os valores médios dos caracteres estudados são apresentados no quadro 2. As médias de AP e de AE variaram entre 2,07 m e 2,59 m e entre 1,13 m e 1,54 m, respectivamente, no grupo (1), no qual as suas variedades apresentaram, de maneira geral, maiores valores de altura que a testemunha e



**Quadro 3.** Análise de variância das tabelas dialélicas dos caracteres altura de planta (AP), altura de espiga (AE), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE) e produção de grãos (PG), segundo o modelo de cruzamento dialélico parcial. Anhembi (SP), 1997

Fontes de variação	G.L.	AP	AE	CE	DE	PG
		m		cm		kg por parcela <sup>(1)</sup>
Tratamentos	54	0,0158**	0,0115**	1,0569**	0,0190*	0,1532**
V <sub>(1)</sub>	5	0,0308**	0,0377**	2,2632**	0,0468**	0,4229**
V <sub>(2)</sub>	6	0,0466**	0,0282**	1,6501**	0,0070ns	0,1057ns
Grupos	1	0,2306**	0,1197**	8,5523**	0,1173**	1,8680**
Heteroses	42	0,0045ns	0,0034ns	0,6501*	0,0151ns	0,0870ns
$\bar{h}$	1	0,0001ns	0,0003ns	2,6930**	0,0284ns	0,6947**
h <sub>i</sub>	5	0,0106ns	0,0038ns	0,9410*	0,0264ns	0,0894ns
h <sub>j</sub>	6	0,0032ns	0,0046ns	0,2405ns	0,0093ns	0,0623ns
s <sub>ij</sub>	30	0,0039ns	0,0032ns	0,6154ns	0,0139ns	0,0713ns
Resíduo <sup>(2)</sup>	165	0,0048	0,0034	0,3532	0,0122	0,0810

<sup>(1)</sup>Parcela de 7,2 m<sup>2</sup>.<sup>(2)</sup>Análise de variância preliminar de médias.

ns: não-significativo; \*: significativo ao nível de  $P < 0,05$  e \*\*: significativo ao nível de  $P < 0,01$  pelo teste F, em que as letras das "Fontes de variação" representam: V<sub>(1)</sub>: variedades do grupo (1); V<sub>(2)</sub>: variedades do grupo (2);  $\bar{h}$ : heterose média; h<sub>i</sub>: heterose devida a variedades do grupo (1); h<sub>j</sub>: heterose devida a variedades do grupo (2); s<sub>ij</sub>: heterose específica.

que as variedades do grupo (2), podendo, assim, ser consideradas de porte médio a alto. Com relação à AP e à AE, os resultados concordam com os de LIMA et al. (1988), em que as variedades Taiúba e Taitinga apresentaram os maiores valores dentro do seu grupo. Os híbridos obtiveram valores intermediários em relação aos pais para os últimos caracteres, concluindo-se que o grupo (2) provavelmente forneça material para diminuição de tal caráter. Observa-se que a testemunha (G-85) obteve média de produção de 4,01 kg por parcela (5,6 t.ha<sup>-1</sup>), enquanto as variedades Taitinga (2), Iubatã (3) e Porangatu (5), todas do grupo (1), obtiveram médias de produção maiores que a testemunha (Quadro 2). Os grupos mostraram ser diferentes para PG, sendo o grupo (1), na média, superior ao grupo (2), o que era previsto, uma vez que no grupo (1) participam variedades já selecionadas pelo IAC (LIMA et al., 1988). Apesar de não haver diferença estatística significativa dentro do grupo (1), para produção, a variedade Porangatu (5) destacou-se das demais, e seu cruzamento com a variedade Tuxpeño Crema I (12) forneceu o híbrido mais produtivo. O grupo (2) apresentou, no geral, produções um pouco mais baixas e produziu híbridos superiores às respectivas variedades. A variedade Tuxpeño Amarillo (13) obteve a maior produção de seu grupo. Os híbridos mais produtivos foram os do cruzamento entre a variedade Porangatu (5) com Cupurico DMR (11) e com Tuxpeño Crema I (12). Os referidos híbridos apresen-

taram produtividade de grãos 18% a mais em relação à testemunha (Quadro 2).

A análise da tabela dialélica (Quadro 3) mostra que os efeitos de heterose não foram significativos para AP, AE e DE, concluindo-se que os grupos de variedades (1) e (2), quando cruzados, não apresentaram potencial heterótico (s<sub>ij</sub>) para esses caracteres. Por sua vez, os efeitos provenientes das variedades (v<sub>i</sub> e v<sub>j</sub>) foram significativos, com resultados previstos, uma vez que, conforme relato de diversos autores, nos caracteres AP e AE existe predominância de efeitos aditivos e dominância apenas parcial (GARDNER et al., 1953 e COMSTOCK e ROBINSON, 1948). Para o caráter CE houve efeitos significativos de variedades e heterose, com efeito médio, no híbrido, de 3,10% a mais que nos pais. Para CE houve efeitos significativos do grupo (1) e diferenças entre os grupos; os demais efeitos foram não-significativos. Também para os caracteres CE e DE, diversos autores (GONÇALVES, 1987 e DANTAS 1992) encontraram pequena variação de efeitos de heterose específica na expressão de tais caracteres. De maneira semelhante, a produção (PG) apresentou efeitos de variedades e heterose média significativos, concluindo-se que as variedades se comportaram de maneira homogênea nos cruzamentos (não variando de cruzamento para cruzamento), não ocorrendo, assim, a existência de heterose específica. O fato de as variedades do grupo (1) sintetizadas pelo IAC serem derivadas de algumas variedades do grupo (2) (LIMA



**Quadro 4.** Estimativas das médias ( $\hat{\mu}$ ), do efeito de grupos ( $\hat{d}$ ), da heterose média ( $\hat{h}$ ), heterose percentual em relação à média dos pais ( $h\%$ ), dos efeitos de variedades ( $\hat{v}_i$  e  $\hat{v}_j$ ), dos efeitos de heterose de variedades ( $\hat{h}_i$  e  $\hat{h}_j$ ) e capacidade geral de combinação ( $\hat{g}_i$  e  $\hat{g}_j$ ) para os cinco caracteres nos dois grupos de variedades. Anhembi (SP), 1997

V(1)	AP	AE	CE	DE	PG		AP	AE	CE	DE	PG		AP	AE	CE	DE	PG
	$\hat{v}_i$					V(1)	$\hat{h}_i$					V(1)	$\hat{g}_i$				
	m		cm		kg/p <sup>(1)</sup>		m		cm		kg/p		m		cm		kg/p
1	0,07	-0,02	-1,18	0,07	-0,313	1	-0,05	0,01	-0,04	-0,08	0,052	1	-0,02	0,00	-0,63	-0,04	-0,105
2	-0,09	-0,14	0,67	0,07	0,212	2	0,03	0,03	-0,19	0,00	-0,168	2	-0,01	-0,04	0,14	0,04	-0,062
3	0,04	0,09	-1,68	0,03	0,190	3	-0,02	-0,04	1,18	0,05	0,036	3	0,00	0,00	0,34	0,06	0,131
4	-0,21	-0,07	-0,08	-0,03	-0,123	4	0,07	-0,01	-0,59	-0,05	-0,274	4	-0,04	-0,05	-0,63	-0,06	-0,336
5	-0,12	-0,13	-0,17	0,28	0,479	5	0,06	0,05	-0,17	-0,09	0,125	5	0,00	-0,01	0,46	0,04	0,364
6	0,31	0,27	-0,19	-0,42	-0,445	6	-0,09	-0,04	-0,19	0,18	0,229	6	0,06	0,09	0,32	-0,03	0,007
V(2)	$\hat{v}_j$					V(2)	$\hat{h}_j$					V(2)	$\hat{g}_j$				
7	0,19	0,21	-0,92	-0,07	-0,254	7	-0,04	-0,06	0,30	0,01	-0,035	7	0,05	0,05	-0,16	-0,03	-0,162
8	0,06	-0,01	0,88	0,08	0,128	8	-0,04	-0,01	0,12	-0,11	-0,286	8	-0,01	0,01	0,56	-0,07	-0,222
9	0,03	0,02	-0,67	-0,12	-0,143	9	0,03	0,03	0,45	0,07	0,123	9	0,05	0,04	0,12	0,01	0,052
10	-0,01	0,00	-0,07	-0,02	-0,145	10	0,00	-0,02	-0,10	0,04	0,078	10	-0,01	0,02	-0,13	0,03	0,005
11	-0,09	0,01	-0,92	0,08	0,085	11	0,01	-0,03	-0,35	-0,05	0,008	11	-0,04	0,02	-0,81	-0,01	0,051
12	0,07	-0,03	0,48	-0,02	-0,039	12	0,05	0,08	-0,04	0,04	0,206	12	0,09	0,06	0,20	0,03	0,187
13	-0,25	-0,21	1,23	0,08	0,368	13	0,00	-0,09	-0,40	0,00	-0,094	13	-0,13	-0,09	0,22	0,04	0,090
$\hat{\mu}$	2,15	1,17	16,80	4,273	3,633												
$\hat{d}$	-0,06	0,04	0,65	0,022	-0,314												
$\hat{h}$	-0,004	-0,006	0,52	0,054	0,265												
$h\%$	-0,18	-0,42	<b>3,1</b>	1,25	<b>7,40</b>												

<sup>(1)</sup>kg por parcela de 7,2 m<sup>2</sup>

V(1): corresponde às variedades do grupo (1): 1:Taiúba; 2: Taitinga; 3: Iubatã; 4: Moroti; 5: Porangatu; 6: WP12.

V(2): corresponde às variedades do grupo (2): 7:Philippine DMR2; 8: Suwan; 9: Caripeño DMR; 10: Amarillo Dentado; 11: Cupurico DMR; 12: Tuxpeño Crema I; 13:Tuxpeño Amarillo.

Números em negrito representam maior CGC para aumento da produção, e menor CGC para diminuir altura de planta.

et al., 1988), pode ter contribuído para a obtenção de heterose específica baixa e não-significativa. Existem relatos na literatura nos quais não se encontra significância na heterose específica (BARRIGA e VENCOSKY, 1973; MIRANDA FILHO, 1986), tornando-se, dessa forma, o parâmetro de capacidade geral de combinação bastante importante.

No quadro 4 são apresentados os valores estimados dos componentes do modelo utilizado. Os efeitos de variedades ( $v_i$  e  $v_j$ ) foram os mais importantes para os caracteres estruturais, exceto para DE. Os efeitos de CGC estimados por  $g_i$  e  $g_j$  foram menores na variedade Moroti (-4 cm), do grupo (1), e na variedade Tuxpeño Amarillo (13) (-13 cm) do grupo (2). A variedade Tuxpeño Amarillo (13) apresentou as menores médias de altura (Quadro 2) e boa CGC, e é considerada a mais promissora para a redução de AP. Da mesma forma, para o caráter AE, a variedade

Tuxpeño Amarillo apresenta-se como a mais propícia para a diminuição do caráter ( $\hat{g}_j = -9$  cm), seguida da variedade do grupo (1) Moroti (4) ( $\hat{g}_i = -5$  cm). O caráter CE apresentou heterose média de 3,11%, maior que nos demais caracteres estruturais (AP, AE e DE) e, embora esse efeito não tenha sido significativo, apresentou altos valores em alguns cruzamentos (6 x 13) (Quadro 2). Considerando a CGC (Quadro 4), as variedades Porangatu ( $\hat{g}_i = 0,46$  cm) e Suwan ( $\hat{g}_j = 0,56$  cm) foram as mais promissoras para o melhoramento desse caráter. O caráter DE foi o que menos apresentou variações, com uma média geral de 4,32 cm. Os efeitos dos parâmetros estimados foram sempre baixos, em décimos de centímetro, e não apresentaram, de modo geral, significância na análise dialélica (Quadro 3).

Para o caráter de produção (PG), a análise dialélica (Quadro 3) mostrou que apenas os efeitos de variedades e de heterose média ( $v_i$ ,  $v_j$  e  $\bar{h}$ ) foram



**Quadro 5.** Estimativa da capacidade de combinação específica ( $s_{ij}$ ) em kg por 7,2 m<sup>2</sup> para o caráter produção de grãos (PG) do modelo para esquema de cruzamento dialélico parcial. Anhembi (SP), 1997

V(1) \ V(2)	$\hat{s}_{ij}$ (vâr ( $s_{ij}$ ) = 0,0579)						
	7	8	9	10	11	12	13
1	-0,2601	-0,2075	0,3207	-0,1575	0,0976	-0,1499	0,3568
2	0,3157	0,0843	-0,3730	0,1177	0,0699	0,0181	-0,2327
3	0,2281	0,1167	-0,2018	-0,0248	-0,3739	-0,1380	0,3937
4	-0,0835	0,0602	<b>0,4141</b>	0,1486	-0,2130	-0,0883	-0,2381
5	-0,1497	-0,2282	-0,0540	0,1675	<b>0,4176</b>	0,2833	-0,4365
6	-0,0506	0,1746	-0,1060	-0,2515	0,0017	0,0749	0,1568

V(1) corresponde às variedades do grupo (1): 1:Taiúba; 2: Taitinga; 3: Iubatã; 4: Moroti; 5: Porangatu; 6: WP12;

V(2) corresponde às variedades do grupo (2): 7:Philippine DMR2; 8: Suwan; 9: Caripeño DMR; 10: Amarillo Dentado; 11: Cupurico DMR; 12: Tuxpeño Crema I; 13:Tuxpeño Amarillo, dentro do quadro representa as F<sub>1</sub> dos cruzamentos: 1x7: Taiúba x Philippine DMR2,..., 6x13: WP12 x Tuxpeño Amarillo.

importantes; dessa forma a CGC é mais importante e deve ser levada em conta na seleção de variedades. Dentro do grupo (1), a variedade Porangatu (5) destacou-se, com CGC estimada ( $\hat{g}_i$ ) de 0,364 kg por 7,2 m<sup>2</sup>, e, no grupo (2), a variedade Tuxpeño Crema I ( $\hat{g}_j = 0,187$  kg por 7,2 m<sup>2</sup>). A heterose ( $\bar{h} + h_i + h_j + s_{ij}$ ) ocorreu no caráter PG e, apesar da heterose específica não apresentar significância estatística, foi possível serem identificados híbridos superiores aos pais.

Os híbridos intervarietais produziram em média 7% a mais que as variedades, contudo tal valor é considerado pequeno se comparado a valores observados por outros autores, em cruzamentos intervarietais. HALLAUER e MIRANDA FILHO (1981) obtiveram média de 19,5% em 1.394 cruzamentos intervarietais, e BARRIGA e VENCOSKY (1973) obtiveram heterose média de 14% para produção de grãos. Entretanto, a heterose é maior quando são observados apenas os híbridos mais produtivos, Porangatu x Cupurico DMR e Porangatu x Tuxpeño Crema I, os quais produziram 15,51% e 15,93%, respectivamente, a mais que os pais.

No quadro 5 são apresentados os valores de heterose específica ( $s_{ij}$ ) para produção de grãos. Observa-se que os híbridos Porangatu x Cupurico DMR e Moroti x Caripeño DMR apresentam valores de  $s_{ij}$  que se destacam dos demais, representando 8,75% e 10,30% da média respectivamente. O híbrido Porangatu x Tuxpeño Crema I obteve 0,2833 kg por 7,2 m<sup>2</sup> de  $s_{ij}$ , reiterando que sua superioridade se deve, principalmente, aos efeitos de CGC.

Com relação ao material estudado, observam-se basicamente dois grupos distintos de variedades para todos os caracteres estudados, com certa restrição ao caráter diâmetro de espiga. O grupo (1) apresentou variações entre suas variedades e boa

CGC; por sua vez, o grupo (2) apresenta variações apenas nos caracteres estruturais e pouca variação na PG. Os cruzamentos na forma dialélico parcial forneceram populações com variações significativas e alguns híbridos com razoável heterose, o que demonstra constituir-se material de grande valia para uso em trabalhos de melhoramento de populações.

#### 4. CONCLUSÕES

1. Os caracteres de arquitetura da planta (AP e AE) exibiram variabilidade dentro de grupos de variedades e entre variedades e híbridos, o que possibilita melhor aproveitamento desse material, no sentido de se obterem variedades ou compostos com melhor arquitetura.

2. A variedade Tuxpeño Amarillo foi considerada a mais promissora para uso, no sentido de diminuir os caracteres altura da planta e de espiga, e as variedades Porangatu e Suwan, consideradas as mais promissoras para melhoramento do caráter comprimento de espiga.

3. As variedades apresentaram apenas variabilidade intergrupos, para produção de grãos, indicando homogeneidade dentro dos grupos. Contudo, os híbridos apresentaram variação, possibilitando a discriminação de cruzamentos para obtenção de F<sub>1</sub> mais produtivas, com heterose média de 7%.

4. A CEC não foi significativa; considerou-se, portanto, a CGC das variedades como efeito mais importante. A variedade Porangatu apresentou estimativa de CGC superior às demais variedades, para PG, constituindo-se material promissor para ser utilizado em melhoramento interpopulacional. Apesar de não-significativa, a CEC possibilitou detectar híbridos superiores à testemunha, destacando-se o híbrido Porangatu x Tuxpeño Crema I.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARRIGA, P.; VENCOSKY, R. Heterose da produção de grãos e outros caracteres agrônômicos em cruzamentos intervarietais de milho. *Ciência e Prática*, São Paulo, v.25, p.880-885, 1973.
- COMSTOCK, R.E.; ROBINSON, H.F. The components of genetic variance in populations of biparental progenies and their use in estimating the average degree of dominance. *Biometrics*, Raleigh, v.4, p.254-266, 1948.
- DANTAS, J.L.L. *Cruzamentos dialélicos parciais para avaliação de híbridos intermediários entre duas populações de milho (Zea mays L.)*. Piracicaba, 1992. 216p. Tese de Doutorado (Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- GARDNER, C.O. Teoría de genética estadística aplicable a las medias de variedades, sus cruces y poblaciones afines. *Fitotecnia Latinoamericana*, San Jose, v.2, p.11-22, 1965.
- GARDNER, C.O.; EBERHART, S.A. Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related population. *Biometrics*, Raleigh, v.22, p.439-452, 1966.
- GARDNER, C.O.; HARVEY, P.H.; COMSTOCK, R.E. Dominance of genes controlling quantitative characters in maize. *Biometrics*, Raleigh, v.45, p.186-191, 1953.
- GONÇALVES, P. de S. *Esquema circulante de cruzamento para avaliação de linhagens de milho (Zea mays L.) ao nível interpopulacional*. Piracicaba, 1987. 140p. Tese (Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- HALLAUER, A.R.; MIRANDA FILHO, J.B. de. *Quantitative genetics in maize breeding*. Ames: Iowa State University Press, 1981. 469p.
- JUGENHEIMER, R.W. Hybrid maize breeding and seed production. Rome: FAO Agriculture Development Paper, 1958. 432p.
- LIMA, M. *Análise de cruzamentos intervarietais de milho (Zea mays L.) no esquema dialélico parcial*. Piracicaba, 1982. 95p. Tese de Doutorado (Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- LIMA, M.; VITTI, P.; GALLO, P.B. Populações de milho: características agrônômicas e tecnológicas. *Bragantia*, Campinas, v.47, n.1, p.55-62, 1988.
- MIRANDA FILHO, J.B. de. Avaliação de híbridos intervarietais de milho no esquema de cruzamento dialélico parcial. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 5., 1984, Maceió. *Anais...* Brasília: EMBRAPA-DDT, 1986, p.195-201.
- MIRANDA FILHO, J.B. de. *Cruzamentos dialélicos e síntese de compostos de milho (Zea mays L.) com ênfase na produtividade e no porte da planta*. Piracicaba, 1974. 116p. Tese de Doutorado (Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- MIRANDA FILHO, J.B. de.; GERALDI, I.O. An adapted model for the analysis of partial diallel crosses. *Revista Brasileira de Genética*, Ribeirão Preto, v.7, p.677-688, 1984.
- PATERNIANI, E. Cruzamentos intervarietais de milho. *Relatório Científico do Departamento de Genética*, Piracicaba, v.1, p.49-50, 1967.
- SOUZA JÚNIOR, C.L. *Análise de cruzamentos dialélicos e predição de compostos de milho (Zea mays L.) braquítico*. Piracicaba, 1981. 102p. Dissertação (Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- VENCOSKY, R.; BARRIGA, P. *Genética Aplicada ao Fitomelhoramento*. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 486p.