

## CRUZAMENTOS INTERVARIETAIS DE MILHO AVALIADOS EM ESQUEMA DIALÉLICO PARCIAL

ALTAIR TOLEDO MACHADO<sup>1</sup>, LUCIANO LOURENÇO NASS<sup>2</sup> e CLESO ANTONIO PATTO PACHECO<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Embrapa Cerrados, BR 020, Km 18, Caixa Postal 08223, CEP 73301-970 Planaltina, DF. E-mail: altair@cpac.embrapa.br;*

<sup>2</sup>*Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Parque Estação Biológica, s/nº Av. W5 Norte (final) Caixa Postal: 2372, CEP 70770-900 Brasília, DF. E-mail: lnass@cenargen.embrapa.br;*

<sup>3</sup>*Embrapa Tabuleiro Costeiro, Av. Beira Mar, 3250, Caixa Postal: 44, CEP: 49025-040- Aracaju, SE. E-mail: cleso@cpac.embrapa.br*

---

*Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.7, n.3, p. 291-394, 2008*

**RESUMO** Um total de 36 genótipos, sendo cinco variedades locais, cinco variedades melhoradas, seus respectivos híbridos intervarietais e uma variedade comercial utilizada como testemunha foram avaliados em esquema dialélico parcial, em dois ambientes. O objetivo do trabalho foi identificar cruzamentos com potencial produtivo e com características agronômicas favoráveis, como ciclo precoce e porte baixo de planta e de espiga. Foram avaliados cinco caracteres: florescimento masculino e feminino, altura da planta, altura da espiga e produção de grãos. Como não foi detectada diferença significativa em relação aos dois ambientes avaliados, a análise dialélica foi efetuada com a média dos ambientes. Considerando os dois grupos de variedades, as maiores estimativas da capacidade geral de combinação (CGC) foram obtidas para a variedade local Carioca (375,46) e para a variedade melhorada BR 106 (731,36). As melhores estimativas para a capacidade específica de combinação (CEC) foram obtidas com os híbridos intervarietais: Pedra Dourada x Sol da Manhã (1071,44), Carioca x BR 106 (789,94), Palha Roxa SC x BRS 4150 (786,84) e Palha Roxa ES x Eldorado (768,04). Os resultados mostram que as variedades melhoradas BR 106, BRS 4150 e Eldorado podem contribuir para o melhoramento das variedades locais, ampliando sua variabilidade genética, e para caracteres agronômicos, como porte da planta e produção de grãos.

**Palavras-chave:** Variedades locais, Híbridos intervarietais, Dialelo parcial, *Zea mays L.*

## EVALUATION OF INTERVARIETAL MAIZE CROSSES THROUGH PARTIAL DIALLEL SCHEME

**ABSTRACT** Thirty-six genotypes, including five local open-pollinated varieties, five improved open-pollinated varieties, their respective hybrids, and a commercial variety used as control, were evaluated in two environments using a partial diallel scheme. The objective was to identify crosses with high yield potential and favorable agronomic characteristics, such as earliness and plant architecture. The following traits were evaluated: male and female flowering, plant height, ear height, and grain yield. Due to non-significant environmental effects, diallel analysis were performed using the mean of the two production systems. Carioca (375.46), a local open-pollinated variety, and the improved open-pollinated variety BR 106 (731.36) showed the highest estimates for general combining ability (GCA). The highest estimates for specific combining ability (SCA) were observed for the intervarietal hybrids Pedra Dourada x Sol da Manhã (1071.44), Carioca x BR 106 (789.94), Palha Roxa SC x BRS 4150 (786.84), and Palha Roxa ES x Eldorado (768.04). The results show that the improved varieties BR 106, BRS 4150, and Eldorado can contribute to the improvement of the local varieties, increasing genetic variability and other agronomic characteristics such as plant architecture and grain yield.

**Key words:** Local varieties, Intervarietal hybrids, Partial diallel, *Zea mays* L.

---

O milho (*Zea mays* L.) é uma planta monóica, apresentando essencialmente polinização aberta. Essa cultura apresenta uma grande variabilidade genética natural, com aproximadamente 300 raças identificadas. Suas características favoráveis de ciclo e reprodução fizeram dela um modelo para estudos genéticos de espécies alógamas (Paterniani *et al.*, 2000a).

A hibridação intervarietal desempenha um importante papel no melhoramento de milho. Em termos evolutivos, muitas das variedades de milho estabelecidas atualmente

foram sintetizadas a partir de cruzamentos intervarietais. Moll *et al.* (1965) apresentaram uma discussão interessante sobre a relação de heterose e divergência genética em milho. A existência de diversidade genética para determinados caracteres morfológicos e fisiológicos proporciona uma oportunidade de estudos sobre a heterose e subsidia programas de melhoramento na identificação de variedades com boa capacidade de combinação.

Cruzamentos de germoplasma exótico com germoplasma adaptado têm sido um

procedimento usual para a incorporação de novos alelos aos materiais adaptados. Os conceitos de capacidade geral de combinação (CGC) e capacidade específica de combinação (CEC), definidos por Sprague & Tatum (1942), são amplamente utilizados em programas de melhoramento. A CGC é mais importante do que CEC, quando o estudo visa programas de melhoramento de variedades, enquanto que, em programas de desenvolvimento de híbridos, a CEC também deve receber atenção por parte do melhorista (Nass et al., 2000).

A diversidade genética do milho é crucial para manter a capacidade natural de responder às mudanças climáticas e a todos os tipos de estresses bióticos e abióticos. Inúmeros trabalhos de cruzamentos dialélicos são relacionados na literatura, visando à identificação de cruzamentos tolerantes e/ou eficientes a diferentes tipos de estresse, como para alumínio (Lima et al., 1995), fósforo (Furlani et al., 1998), mancha de *Phaeosphaeria* (Paterniani et al., 2000b), aflatoxina (Betrán et al., 2002), nitrogênio (Médice et al., 2004), *Striga lutea* (Olakojo & Olaoye, 2005), estresse hídrico (Tabassum et al., 2007), entre outros.

A resistência, tolerância e ou eficiência a diferentes tipos de estresses bióticos e abióticos estão representadas principalmente pelas variedades locais de milho, as quais geralmente são conservadas

pelas comunidades rurais e tradicionais. O amplo potencial dessas variedades tem sido destacado por diversos autores (Soares et al., 1998; Machado & Machado, 2004; Machado et al., 2006; Machado, 2007). Nesse sentido, a conservação e o uso de variedades locais de milho são cruciais para evitar a perda de genes. O manejo da diversidade de variedades locais é bastante complexo, devido às características agrônômicas e morfológicas dessas variedades, as quais apresentam problemas de porte e ciclo da planta, doenças, acamamento, entre outros (Machado, 2007). O cruzamento de variedades locais com melhoradas é uma estratégia para conservar esta variabilidade, obtendo-se novas variedades, nas quais são mantidas as características favoráveis das variedades melhoradas e incorporados alelos favoráveis oriundos das variedades locais.

Utilizando o esquema de cruzamento dialélico parcial, o presente trabalho teve por objetivo a identificação de cruzamentos promissores entre variedades locais e melhoradas de milho, com relação ao potencial produtivo e às características agrônômicas de interesse, tais como ciclo precoce e porte baixo de plantas e espigas.

## Material e Métodos

Foram utilizadas dez variedades de milho, sendo cinco variedades locais (Grupo

I) e cinco variedades melhoradas (Grupo II). Uma breve descrição dessas variedades é apresentada na Tabela 1.

As variedades locais utilizadas neste trabalho foram obtidas no período de 1990/1991, junto a organizações de agricultores familiares que participaram da Rede Milho, estabelecida pela parceria AS-PTA/Embrapa (Soares et al., 1998).

O material para a obtenção das gerações  $F_1$  foi semeado na área experimental da Embrapa Cerrados, em Planaltina, DF, no ano agrícola de 2003/2004. As fileiras foram dispostas de tal maneira que cada variedade do Grupo I poderia estar presente em todas as combinações possíveis com o Grupo II. O comprimento das fileiras foi de 20m, com 1m de espaçamento e densidade de plantio de 120 sementes por fileira. As polinizações foram efetuadas manualmente, entre os pares de fileiras (local e melhorado), tendo sido cruzadas, em média, 30 plantas representativas de cada variedade, de forma recíproca. Foram obtidos 25 híbridos intervarietais.

Os cruzamentos intervarietais, juntamente com os parentais e com a variedade comercial BR 473, utilizada como testemunha, foram reunidos em dois experimentos, sendo um cultivado com adubação química e o segundo, cultivado sem adubação química, aproveitando o nitrogênio residual de cultivos de soja anteriores. Esses experimentos foram

cultivados em ambientes diferenciados somente pela aplicação da adubação nitrogenada e cultivados na mesma época. O delineamento experimental utilizado foi o látice triplo 6x6. Os experimentos foram conduzidos no ano agrícola de 2004/2005, no campo experimental da Embrapa Cerrados, em Planaltina, DF.

Cada parcela foi constituída por duas fileiras de 5m, com 1m de espaçamento entre fileiras. Após o desbaste, ficaram 52 plantas por parcela. Foi utilizada bordadura única, a partir da mistura das sementes dos híbridos intervarietais. No experimento com adubação química, foi utilizada a proporção de 500 Kg.ha<sup>-1</sup> da fórmula 2-20-20 + Zn e mais 200 Kg.ha<sup>-1</sup> de uréia em cobertura, aos 40 dias após a semeadura.

Foram anotados os seguintes caracteres: florescimento masculino (dias); florescimento feminino (dias); altura da planta (cm); altura da espiga (cm); plantas acamadas (%); plantas quebradas (%); número de plantas por parcela; peso de grãos (Kg.ha<sup>-1</sup>) corrigidos para 13% de umidade.

As análises dos experimentos foram feitas utilizando o programa Genes (Cruz, 2001), separadamente, de acordo com o delineamento em látice. Para proceder à análise conjunta, foram consideradas as médias ajustadas dos tratamentos em látice. A análise conjunta de variância foi realizada conforme o modelo proposto por Cochran & Cox (1957).

**TABELA 1.** Características das variedades locais (Grupo I) e melhoradas (Grupo II) de milho utilizadas no dialeto parcial.

<b>Variedades</b>	<b>Tipo de Grão</b>	<b>Cor de Grãos</b>	<b>Porte da Planta</b>	<b>Ciclo</b>	<b>Observações</b>
<b>GRUPO I</b>					
Caiano de Sobrália	Dentados	Amarelo	Alto	Semiprecoce	Variedade com vários ciclos de seleção massal estratificada, realizada pela comunidade de Sobrália (MG) (Machado, 1998).
Carioca	Semidentados	Amarelo	Normal	Precoce	Variedade produzida e conservada por agricultores da região de Laranjeiras do Sul (PR) (Machado, 1998).
Palha Roxa – ES	Dentados	Amarelo	Alto	Tardio	Variedade plantada em Alegre (ES) há mais de 20 anos (Machado, 1998).
Palha Roxa – SC	Dentados	Amarelo arroxeado	Alto	Tardio	Variedade plantada em Anchieta (SC) há mais de 20 anos (Cancin et al., 2004).
Pedra Dourada	Dentados e Semidentados	Amarelo	Baixo	Precoce	Variedade produzida e conservada por agricultores da região da Zona da Mata de Minas Gerais (Machado, 1998).
<b>GRUPO II</b>					
BRS Sol da Manhã	Duros e Semiduros	Laranja	Baixo	Precoce	Predomínio de germoplasma Cateto, Eto e Duros do Caribe, originada de 36 populações da América Central e da América do Sul (Machado et al., 1992).
Eldorado	Dentados e Semidentados	Amarelo	Normal	Precoce	Germoplasma com predomínio da raça Tuxpeño, formada a partir de populações do México, da América Central e da América do Sul (Machado et al., 1992).
BR 106	Dentado	Amarela	Baixo	Semiprecoce	Variedade obtida na Embrapa Milho e Sorgo a partir de três variedades brasileiras (Maya, Centralmex e Dentado Composto) e uma introdução exótica (Tuxpeño 1) (Naspolini et al., 1981).
Saracura	Seabmsmiduros	abms2005	Normal	Semiprecoce	Variedade com 13 ciclos de seleção recorrente para tolerância ao encharcamento do solo.
BRS 4150	Dentados	Amarelo	Normal	Precoce	População também denominada de Composto Veja Precoce, formada pelo intercruzamento de três híbridos simples e dois híbridos duplos. Tem germoplasma tropical com introdução de materiais de clima temperado e foi obtida na Embrapa Milho e Sorgo.

A análise dialélica para os dois ambientes foi realizada a partir de uma adaptação do método IV de Griffing, feita por Ferreira *et al.* (1993). O modelo estatístico para as análises das capacidades geral e específica de combinação é apresentado como segue:

$$Y_{ijk} = \mu + g_i + g_j + s_{ij} + e_{ijk},$$

em que:

$Y_{ijk}$  = média dos tratamentos do cruzamento entre as variedades *i* e *j*, na repetição *k*;

$\mu$  = média geral dos tratamentos;

$g_i$  = efeito da capacidade geral de combinação da variedade *i*, em que *i* representa o grupo 1 (variedades locais);

$g_j$  = efeito da capacidade geral de combinação da variedade *j*, em que *j* representa o grupo 2 (variedades melhoradas);

$s_{ij}$  = efeito da capacidade específica de combinação para o cruzamento entre os *i* e *j* pais;

$e_{ijk}$  = média dos erros experimentais do tratamento *ij* nas *k* repetições, erro normal e independente, distribuído com média zero e variância  $\sigma^2$ .

## Resultados e Discussão

Na Tabela 1, são apresentadas as características das variedades locais e melhoradas que participaram dos cruzamentos dialélicos. As variedades locais descritas obtiveram destaque produtivo e tolerância

ao estresse abiótico, principalmente a baixos níveis de nitrogênio e fósforo, conforme descrito em experimentos anteriores (Soares *et al.*, 1998; Machado & Machado, 2004; Machado *et al.*, 2006), apesar de apresentarem algumas características desfavoráveis, tais como porte de planta e ciclo tardio. Nesse sentido, essas variedades locais foram cruzadas com variedades melhoradas, objetivando construir novas combinações gênicas com características agrônômicas favoráveis, tais como precocidade, baixo porte de planta e de espiga e alta produtividade, além de eficiência na absorção de nitrogênio e fósforo. Essa estratégia pode colaborar com o uso sustentável dessas variedades, principalmente em áreas marginais, com predomínio de agricultores familiares, propiciando elevação de renda e agregação de valores ambientais e sociais (Machado, 2007).

Na Tabela 2, são apresentadas as médias dos 36 genótipos avaliados em dois ambientes, para os cinco caracteres, pela qual pode-se avaliar o comportamento geral das variedades locais e melhoradas, seus híbridos intervarietais e a testemunha. A variedade Sol da Manhã e o híbrido intervarietal Caiano de Sobrália x Sol da Manhã apresentaram a maior precocidade, com 67 e 68 dias, para os florescimentos masculino e feminino, respectivamente. Pode-se destacar, ainda, o híbrido intervarietal Pedra Dourada x Sol da Manhã, que apresentou

**TABELA 2.** Médias de cinco caracteres em variedades locais e melhoradas de milho e seus híbridos intervarietais, em dois ambientes.

Genótipos	FM <sup>(1)</sup> (dias)	FF (dias)	AP (cm)	AE (cm)	PG (Kg.ha <sup>-1</sup> )
Caiano Sobrália x Sol da Manhã	67	68	241	144	8.676
Caiano Sobrália x Eldorado	70	71	243	148	9.559
Caiano Sobrália x BR 106	71	72	247	155	9.870
Caiano Sobrália x Saracura	70	70	247	156	9.620
Caiano Sobrália x BRS 4150	69	70	236	133	9.614
Carioca x Sol da Manhã	68	70	240	144	8.062
Carioca x Eldorado	70	71	245	143	10.099
Carioca x BR 106	70	71	255	156	11.247
Carioca x Saracura	70	71	247	152	8.797
Carioca x BRS 4150	69	70	240	142	10.421
Palha Rôxa – ES x Sol da Manhã	69	70	238	139	7.600
Palha Rôxa – ES x Eldorado	70	70	260	161	10.306
Palha Rôxa – ES x BR 106	71	72	258	159	10.373
Palha Rôxa – ES x Saracura	70	72	255	155	9.433
Palha Rôxa – ES x BRS 4150	71	73	241	142	9.148
Palha Rôxa – SC x Sol da Manhã	70	72	263	165	7.796
Palha Rôxa – SC x Eldorado	70	72	259	161	8.381
Palha Rôxa – SC x BR 106	72	73	264	169	9.972
Palha Rôxa – SC x Saracura	72	74	260	171	8.944
Palha Rôxa – SC x BRS 4150	71	73	258	160	10.212
Pedra Dourada x Sol da Manhã	68	70	243	147	9.089
Pedra Dourada x Eldorado	69	70	253	156	9.234
Pedra Dourada x BR 106	72	74	253	159	8.943
Pedra Dourada x Saracura	70	71	245	150	9.175
Pedra Dourada x BRS 4150	70	70	248	148	9.172
Sol da Manhã	67	68	224	125	7.424
Eldorado	70	70	253	158	9.143
BR 106	73	74	236	137	3.901
Saracura	70	70	248	150	7.891
BRS 4150	69	70	223	121	8.429
Caiano Sobrália	71	72	241	146	7.989
Carioca	69	70	252	157	8.815
Palha Rôxa – ES	71	71	250	155	8.019
Palha Rôxa – SC	76	78	274	182	8.951
Pedra Dourada	70	72	247	158	6.487
BR 473	68	69	225	134	7.323
Média	70	71	247	151	8.836
CV(%)	1,34	1,65	4,31	6,33	12,24
DMS (5%)	1,53	1,92	17,48	15,65	1.765,32

<sup>1</sup> FM = Florescimento Masculino; FF = Florescimento Feminino; AP = Altura da Planta;  
 AE = Altura da Espiga;  
 PG = Peso de Grãos.

também boa precocidade. Em relação à altura de planta e de espiga, as variedades BRS 4150 (223 e 121 cm) e Sol da Manhã (224 e 125 cm) apresentaram os menores valores, enquanto a variedade Palha Roxa de Santa Catarina (274 e 182 cm) resultou nos maiores valores, respectivamente. De forma geral, os cruzamentos intervarietais que envolveram as variedades Palha Roxa de Santa Catarina e Palha Roxa do Espírito Santo apresentaram tendência para maior porte de planta e altura de inserção da espiga.

Em relação ao peso de grãos, destacaram-se os híbridos intervarietais Carioca x BR 106, Carioca x BRS 4150, Palha Roxa ES x BR 106, Palha Roxa ES x Eldorado, Palha Roxa SC x BRS 4150 e Carioca x Eldorado, com produtividades de 11.247, 10.421, 10.373, 10.306, 10.212 e 10.099 Kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Os cruzamentos com a variedade local Carioca apresentaram porte mais baixo de planta, o que pode ser uma vantagem adicional para esses cruzamentos. Convém destacar, ainda, o cruzamento intervarietal Pedra Dourada x Sol da Manhã, que resultou numa produtividade de 9.089 Kg.ha<sup>-1</sup>, enquanto os seus genitores Pedra Dourada e Sol da Manhã apresentaram valores inferiores, com 6.487 e 7.424 Kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. O destaque diferencial para esse híbrido refere-se ao tipo de grão duro que esse material apresenta, além de maior precocidade e menor porte de planta. Regitano Neto *et al.* (1997)

também avaliaram variedades em dois grupos de germoplasma distintos, com o intuito de identificar o potencial de germoplasma exótico e de clima temperado, em comparação com o germoplasma tropical. Esses autores identificaram cruzamentos com potencial para conferir uma melhor performance às variedades tropicais, principalmente para os caracteres desfavoráveis que elas apresentam, especialmente em relação ao porte alto das plantas.

Na Tabela 3, é apresentada a análise de variância dos tratamentos. Os coeficientes de variação (CV%) de ambos os experimentos apresentaram valores abaixo de 15% para todos os caracteres avaliados, o que está dentro do esperado para a experimentação em milho (Gomes, 1982). Foram observadas diferenças altamente significativas para todos os genótipos avaliados em todos os caracteres. Esse fato era esperado, uma vez que foram avaliadas variedades locais, variedades melhoradas e seus respectivos híbridos intervarietais. A altura de planta foi a única característica influenciada pelo ambiente, apresentando diferenças altamente significativas, sendo que a maior média foi observada no ambiente com adubação química. Entretanto, não foram detectadas significâncias para a interação genótipo x ambiente, para as características avaliadas.

A análise dialélica para produção de grãos foi realizada utilizando-se a média dos



**TABELA 3.** Quadrados médios obtidos na análise de variância conjunta para cinco caracteres, em variedades locais e melhoradas de milho e seus híbridos intervarietais, em dois ambientes.

<b>F. Variação</b>	<b>gl</b>	<b>FM1</b>	<b>FF</b>	<b>AP</b>	<b>AE</b>	<b>PG</b>
Genótipos (G)	35	16,8741**	21,5074**	752,6482**	942,8902**	10546173**
Ambiente (A)	1	0,0185 ns	0,6667 ns	1557,407**	185,1852 ns	2556713 ns
G x A	35	1.0285 ns	1,2164 ns	106,4552 ns	92,3616 ns	1185509 ns
Erro Médio	110	0,8832	1,4229	114,1705	91,8162	1173689
Média (A <sub>1</sub> )		70	71	245	150	8.945
CV% <sup>2</sup> (A <sub>1</sub> )		1,41	1,90	4,35	6,74	11,22
Média (A <sub>2</sub> )		70	71	250	152	8.728
CV% (A <sub>2</sub> )		1,27	1,40	4,28	5,93	13,26

<sup>1</sup>: FM = Florescimento Masculino (dias); FF = Florescimento Feminino (dias); AP = Altura da Planta (cm); AE = Altura da Espiga (cm); PG = Peso de Grão (Kg.ha<sup>-1</sup>).

<sup>2</sup>: CV% = Coeficiente de Variação Experimental

\*\* : Significativo ao nível de 1% probabilidade pelo Teste F; ns: não significativo.

tratamentos nos dois ambientes, em função da ausência de significância para ambientes nas análises preliminares. Além disso, a análise dialélica parcial conjunta foi realizada apenas com os híbridos intervarietais, utilizando-se uma adaptação do método IV de Griffing, feita por Ferreira et al. (1993). Foram detectadas diferenças altamente significativas, entre os híbridos intervarietais, para peso de grãos. No desdobramento realizado, foi possível constatar diferenças significativas para capacidade geral de combinação (CGC), no Grupo II, e para a capacidade específica de combinação (CEC) (Tabela 4). Em função da magnitude dos quadrados médios, verificou-se a predominância de efeitos aditivos, mas

também a existência de efeitos não-aditivos, para a produção de grãos. Paterniani et al. (2006) e Ferreira et al. (2008) relataram resultados semelhantes aos obtidos nesse estudo. Isso indica que as populações melhoradas apresentaram uma contribuição diferenciada em termos de CGC. Além disso, para esse conjunto de híbridos intervarietais, os efeitos da CEC foram importantes, evidenciando a potencialidade de alguns cruzamentos específicos em termos de produtividade, tais como: Carioca x BR 106 e Carioca x BRS 4150. Esse fato pode ser verificado pela maior produtividade apresentada pelos híbridos intervarietais em relação às populações utilizadas como genitoras (Tabela 2).

**TABELA 4.** Análise de variância conjunta de um dialelo parcial para peso de grãos ( $\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) de híbridos intervarietais, entre cinco variedades locais e cinco variedades melhoradas de milho, avaliadas em dois ambientes.

<b>F. Variação</b>	<b>gl</b>	<b>Q.M.</b>
Cruzamentos	24	4552704**
CGC I	4	2176512 ns
CGC II	4	14554752*
CEC	16	2646240*
Ambientes	1	3617713,5 ns
Cruzamentos x Ambientes	24	1089508,14 ns
CGC I x Ambientes	4	1782234,24 ns
CGC II x Ambientes	4	1330594,44 ns
CEC x Ambientes	16	856055,04 ns
Erro Efetivo Médio	110	1173689,07

\*, \*\*: Significativo ao nível de 5% e 1% probabilidade pelo Teste F, respectivamente; ns: não significativo.

As estimativas da CGC do Grupo I (variedades locais) e do Grupo II (variedades melhoradas), assim como da CEC para peso de espigas, são apresentadas na Tabela 5. Em relação à CGC, para o Grupo I, a maior contribuição foi observada na variedade Carioca (375,46). Por sua vez, para o Grupo II, a maior estimativa de CGC foi constatada na variedade BR 106 (731,36). A variedade de milho BR 106 possui porte e ciclo intermediários e foi obtida a partir de milhos tropicais da raça Tuxpeño (Naspolini *et al.*, 1981). No Brasil, a contribuição da raça Tuxpeño para melhorar a performance produtiva de híbridos e variedades é um exemplo marcante de utilização de germoplasma exótico (Paterniani *et al.*, 2000a). Deve-se ressaltar, ainda, que o híbrido

intervarietal entre Carioca x BR 106 foi o que apresentou maior produtividade média (Tabela 2), além de alta estimativa da CEC (789,94). Com base nessas estimativas, pode-se inferir que esse híbrido intervarietal é uma alternativa bastante promissora para futuros trabalhos de melhoramento.

As melhores estimativas para CEC foram apresentadas pelos híbridos intervarietais: Pedra Dourada x Sol da Manhã (1071,44), Carioca x BR 106 (789,94), Palha Roxa SC x BRS 4150 (786,84) e Palha Roxa ES x Eldorado (768,04). A variedade Carioca apresentou estimativas positivas de CEC, quando em cruzamento com as variedades BR 106, BRS 4150 e Eldorado, sendo que os seus respectivos híbridos foram, respectivamente, o

**TABELA 5.** Estimativas da capacidade de geral de combinação (CGC) do Grupo I (variedades locais) do Grupo II (variedades melhoradas), nas marginais, e da capacidade específica de combinação (CEC), para peso de grãos ( $\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), de híbridos intervarietais de milho de um dialelo parcial, avaliado em dois ambientes.

<b>Variedades</b>	Sol da Manhã	Eldorado	BR 106	Saracura	BRS 4150	<b>CGC Grupo I</b>
Caiano Sobrália	314,24	-75,26	-329,36	308,04	-217,66	117,76
Carioca	-558,46	207,54	789,94	-771,66	332,64	375,46
Palha Roxa ES	-666,96	768,04	269,94	216,34	-587,36	22,46
Palha Roxa SC	-160,26	-845,76	180,14	39,04	786,84	-288,74
Pedra Dourada	1071,44	-54,56	-910,66	208,24	-314,46	-226,94
<b>CGC Grupo II</b>	-1105,24	166,26	731,36	-156,04	363,66	

primeiro, o segundo e o sexto mais produtivos (Tabela 2). Tais cruzamentos apresentam elevado potencial de utilização tanto como híbridos intervarietais quanto para a formação de novas variedades. Ressalta-se, também, que as características diferenciais do cruzamento entre as variedades Pedra Dourada x Sol da Manhã, o qual apresentou a maior estimativa de CEC, são também promissoras para exploração em programas de melhoramento. Por outro lado, os híbridos intervarietais Palha Roxa ES x Eldorado e Palha Roxa SC x BRS 4150, apesar de apresentarem estimativas elevadas para CEC, apresentam problemas com relação ao porte da planta, fator indesejável e que confere uma desvantagem em programas de melhoramento de milho.

De forma geral, alguns híbridos intervarietais superaram em produtividade

as variedades “*per se*”. De acordo com as estimativas de CGC, a presença de alelos favoráveis nas variedades melhoradas BR 106, BRS 4150 e Eldorado podem contribuir para a construção de novas variedades, em combinação com o potencial genético adaptativo das variedades locais, principalmente com a variedade Carioca, incrementando a sua diversidade e melhorando diferentes características de interesse agrônomo, como o porte da planta e produtividade.

### Conclusões

- 1) O uso de variedades melhoradas em cruzamento com variedades locais é uma estratégia eficiente para aumentar o potencial agrônomo das variedades locais.
- 2) Os cruzamentos entre a variedade Carioca

e as variedades melhoradas BR 106, BRS 4150 e Eldorado são recomendados para futuros trabalhos de melhoramento.

### Agradecimentos

Ao Dr. Antônio Carlos de Oliveira a valiosa contribuição na análise estatística dos dados experimentais.

### Literatura Citada

BETRÁN, F. J.; ISAKEIT, T.; ODVODY, G. Aflatoxin accumulation of white and yellow maize inbreds in diallel crosses. **Crop Science**, Madison, v. 42, p. 1894-1901, 2002.

CANCIN, A.; VOGT, G. A.; CANCIN, I. J. **A diversidade das espécies crioulas em Anchieta, SC: diagnóstico, resultados de pesquisa e outros apontamentos para a conservação da agrobiodiversidade.** São Miguel do Oeste: Mclee, 2004. 112 p.

COCHRAN, W. G.; COX, G. M. **Experimental design.** 2 ed.. New York: J. Wiley, 1957. 611 p.

CRUZ, C. D. **Programa genes: versão windows; Aplicativo computacional em genética e estatística.** Viçosa: UFV, 2001.

FERREIRA, D. F.; RESENDE, G. D. S. P.; RAMALHO, M. A. P. An adaptation of Griffing's method IV of complete diallel cross analysis for experiments repeated in several environments. **Brazilian Journal of Genetics**, Ribeirão Preto, v. 16, p. 357-366, 1993.

FERREIRA, E. A.; GUIMARÃES, P. S.; SILVA, R. M.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z. Capacidade combinatória de linhagens de milho de germoplasma tropical e temperado e heterose dos híbridos simples. **Revista Biociências**, Taubaté, v. 1, p. 32-40, 2008.

FURLANI, A. M. C. ; LIMA, M. ; NASS, L. L. Combining ability effects for P-efficiency characters in maize grown in low P nutrient solution. **Maydica**, Bergamo, v. 43, p.169-174, 1998.

GOMES, F. P. **Estatística experimental.** 10. ed. Piracicaba: ESALQ/USP, 1982. 430 p.

LIMA, M.; MIRANDA FILHO, J. B.; FURLANI, P.R. Diallel cross among inbred lines of maize differing in aluminum tolerance. **Brazilian Journal of Genetics**, Ribeirão Preto, v. 18, p. 579-584, 1995.

MACHADO, A. T. Resgate e caracterização de variedades locais de milho. In: SOARES, A. C.; MACHADO, A. T.; SILVA, B. M.; WEID, J. M. (Ed.). **Milho crioulo: conservação e uso da biodiversidade.** Rio de Janeiro: AS-PTA, 1998. p. 82-92.

MACHADO, A. T. Manejo dos recursos vegetais em comunidades agrícolas: enfoque sobre segurança alimentar e agrobiodiversidade. In: NASS, L. L. (Ed.). **Recursos genéticos vegetais.** Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. p. 717-744.

MACHADO, A. T.; MACHADO, C. T. T. Management of genetic diversity of maize in agricultural communities in Brazil. In: BADEJO, M. A.; TOGUN, A. O. (Ed.).

- Strategies and tactics of sustainable agriculture in the tropics.** Ibadan: College Press; Surulere: Emproct Consultants, 2004. p.181-195.
- MACHADO, A. T.; MAGALHÃES, J. R.; MAGNAVACA, R.; SILVA, M. R. Determinação das atividades de enzimas envolvidas no metabolismo do nitrogênio em diferentes genótipos de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 4, p. 45-47, 1992.
- MACHADO, A. T.; ARCANJO, J. N.; MACHADO, C. T. T.; NASS, L. L.; BETTERO, F. C. R. Mejoramiento participativo em maiz: su contribución em el empoderamiento comunitario em el Municipio de Muqui, Brasil. **Agronomia Mesoamericana**, Costa Rica, v. 17, p. 393-405, 2006.
- MEDICE, L. O.; PEREIRA, M. B.; LEA, P. J.; AZEVEDO, R. A. Diallel analysis of maize lines with contrasting responses to applied nitrogen. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.142, p. 1-7, 2004.
- MOLL, R. H.; LONNQUIST, J. H.; FORTUNO, J. V.; JOHNSON, E. C. The relationship of heterosis and genetic divergence in maize. **Genetics**, Maryland, v. 52, p.139-144, 1965.
- NASPOLINI FILHO, V.; GOMES, E. E.; VIANNA, R. T.; MÔRO, J. R. General and specific combining ability for yield in a diallel cross among 18 maize populations. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 4, p. 571-577, 1981.
- NASS, L. L.; LIMA, M.; VENCOSKY, R.; GALLO, P. B. Combining ability of maize inbred lines evaluated in three environments in Brazil. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, p.129-134, 2000.
- OLAKOJO, S. A.; OLAOYE, G. Combining ability for grain yield, agronomic traits and *Striga lutea* tolerance of maize hybrids under artificial striga infestation. **African Journal of Biotechnology**, Nairobi, v. 4. p. 984-988, 2005.
- PATERNIANI, E.; NASS, L. L.; SANTOS, M. X. O Valor dos recursos genéticos de milho para o Brasil: Uma abordagem histórica da utilização do germoplasma. In: UDRY, C. V.; DUARTE, W. (Org.). **Uma história brasileira do milho – o valor dos recursos genéticos**. Brasília, DF: Paralelo, 2000a. p. 11-41.
- PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; SAWAZAKI, E.; PEREIRA, C. D. V. N. A. P. Cruzamentos dialélicos de linhagens de milho sob condições de mancha de phaeosphaeria. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, p. 313-318, 2000b.
- PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; LÜDERS, R. R.; DUARTE, A. P.; GALLO, P. B.; SAWAZAKI, E. Desempenho de híbridos triplos de milho obtidos de top crosses em três locais do Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 65, p. 597-605, 2006.

REGITANO NETO, A.; NASS, L. L.; MIRANDA FILHO, J. B. Potential of twenty exotic germplasms to improve Brazilian maize architecture. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 20, p. 691-696, 1997.

SOARES, A. C.; MACHADO, A. T.; SILVA, B. M.; WEID, J. M. von der. **Milho crioulo: conservação e uso da biodiversidade**. Rio de Janeiro: AS PTA. 1998. 185 p.

SPRAGUE, G. F.; TATUM, L. A. General and specific combining ability in single crosses of corn. **Journal of American Society of Agronomy**, Madison, v. 34, p. 923-932, 1942.

TABASSUM, M. I.; SALEEM, M.; AKBAR, M.; ASHRAF, M. Y.; MAHMOOD, N. Combining ability studies in maize under normal and water stress conditions. **Journal of Agricultural Research**, Washington, v. 45, p. 261-268, 2007.