

## ANÁLISE DIALÉLICA DE HÍBRIDOS SIMPLES DE MILHO VISANDO À OBTENÇÃO DE HÍBRIDOS DE F<sub>2</sub><sup>1</sup>

Fernanda Motta da Costa Santos<sup>1</sup>, Eliel Alves Ferreira<sup>2</sup>, Paulo Boller Gallo<sup>3</sup>, Maria Elisa  
Ayres Guidetti Zagatto Paterniani<sup>4</sup>

**Resumo:** Visando a redução dos custos de produção de sementes de milho, vem sendo estudado o emprego de híbridos de populações F<sub>2</sub> (S<sub>0</sub>). Objetivando a posterior obtenção de híbridos de F<sub>2</sub>, o intuito do presente estudo foi estimar a capacidade de combinação de híbridos simples comerciais (F<sub>1</sub>) por meio da avaliação de caracteres agrônômicos dos híbridos resultantes dos cruzamentos. Foram avaliados 28 híbridos resultantes de um dialelo completo entre 8 híbridos simples, juntamente com os híbridos simples parentais e uma testemunha comercial. Os ensaios foram instalados em Campinas, safra 2006/2007 e Mococa, safras 2006/2007 e 2007/2008, sob delineamento experimental de blocos ao acaso com 3 repetições. Foram avaliados os caracteres Altura de planta e de espiga e Produtividade de grãos. Foram realizadas análises dialélicas utilizando-se o Método 4 de Griffing (1956), modelo 1, e estimada a heterose dos híbridos duplos em relação à média dos parentais. Obtiveram-se híbridos de produtividade elevada, atingindo média de 8219 kg ha<sup>-1</sup>, com destaque para a combinação híbrida HS-C x HS-E (9154 kg ha<sup>-1</sup>). Verificou-se o predomínio de efeitos aditivos significativos na expressão dos caracteres. Quanto à capacidade combinatória, o híbrido simples HS-D destacou-se com as maiores estimativas de g<sub>i</sub> para produtividade; HS-F e HS-G para reduzir AP e AE. A maior estimativa de heterose foi verificada no híbrido HS-C x HS-E (804,9 kg ha<sup>-1</sup>). Evidenciaram-se híbridos comerciais promissores quanto à capacidade combinatória e híbridos duplos superiores, indicando que híbridos simples são viáveis para obtenção de populações visando à obtenção de híbridos de F<sub>2</sub> (S<sub>0</sub>).

**PALAVRAS – CHAVE:** *Zea mays*. Dialelo completo. Produtividade.

<sup>1</sup> Doutora em Genética e Melhoramento de Plantas. Universidade Federal de Lavras. Campus Universitário, Caixa Postal 3032, Lavras-MG. E-mail: costasantosfm@gmail.com

<sup>2</sup> Professor Doutor. Fundação de Ensino Superior de Passos. Av. Juca Stockler, 1130. Passos-MG. E-mail: elielaf2003@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Pesquisador Doutor. Polo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios (APTA) do Nordeste Paulista. Av. Presidente Castelo Branco, s/n. Mococa-SP. E-mail: polonordestepaulista@aptaregional.sp.gov.br

<sup>4</sup> Pesquisadora Doutora. Instituto Agrônomo de Campinas, Centro de Grãos e Fibras – Av. Barão de Itapura, 1481, Guanabara, Campinas-SP. E-mail: elisa@iac.sp.gov.br

## DIALLEL ANALYSIS OF HYBRID MAIZE SINGLE AIMED AT OBTAINING HYBRIDS F<sub>2</sub>

**Abstract:** With the aim of reducing the production cost of hybrid seeds of maize, the use of F<sub>2</sub> (S<sub>0</sub>) generation hybrid is being proposed. In order to subsequently obtain F<sub>2</sub> hybrids, the aim of this study was to estimate the combining ability of commercial hybrids (F<sub>1</sub>) through the assessment of agronomic traits of hybrids resulting from crosses. The 28 hybrids originated from complete diallel among 8 hybrids were evaluated, along with the parental single-cross hybrids and a commercial check. This evaluation was made, in Campinas during the 2006/2007 season and in Mococa during the 2006/2007 and 2007/2008 seasons under randomized complete block design with 3 replications. The traits Plant Height, Ear Height and Grain yield were evaluated. Diallel analysis using the Griffing Method Model 1 and the heterosis of double-cross hybrids were estimated in relation the parental average. Hybrids of high productivity were obtained, reaching an average of 8219 kg ha<sup>-1</sup>, especially the hybrid combination HS-C x HS-E (9154 kg ha<sup>-1</sup>). The predominance of significant additive effects on expression of characters was observed. As for the combining ability, the single-cross hybrid HS-D was prominent, with the largest g<sub>i</sub> estimates for yield; HS-F and HS-G were the most important ones in reducing the Plant and Ear Height. The highest heterosis estimates were found in the hybrid HS-C x HS-E (804,9 kg ha<sup>-1</sup>). Commercial hybrids evidenced promising combining ability and superior double-cross hybrids, indicating that single cross hybrids are viable for obtaining of hybrid of F<sub>2</sub> (S<sub>0</sub>).

**KEY WORDS:** *Zea mays*. Complete diallel. Grain yield.

### INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa a terceira posição entre os maiores produtores de milho no mundo. A produtividade média brasileira na safra de 2011/2012 foi de 4.550 kg ha<sup>-1</sup>, apresentando redução de 2,1% em relação a safra 2010/2011, em aproximadamente

7,52 milhões de hectares, 1,5% a menos do que na safra anterior (CONAB, 2012). Entretanto, os níveis de produtividade são considerados baixos quando comparados aos atingidos pelos Estados Unidos e China, os dois maiores produtores. Tal

quadro é decorrente da não utilização de sementes híbridas por parte do grande número de pequenos produtores pouco tecnificados, que, por não possuírem subsídios para aplicação de tecnologia de alto custo, utilizam variedades de baixa produtividade em suas lavouras, o que gera queda na produtividade média nacional (MAGALHÃES et al. 2002).

O processo de obtenção do milho híbrido é trabalhoso, demandando um tempo elevado para que o híbrido chegue ao mercado. Por esta razão, sementes híbridas são em geral de alto custo e, portanto, de difícil acesso aos agricultores que utilizam baixa ou média tecnologia. Facilitar o acesso desses agricultores às cultivares que agreguem bom desempenho produtivo com menor custo de sementes, substituindo os híbridos tradicionais, é uma das soluções que podem levar ao aumento na produtividade média do país (PARENTONI et al., 2013; RAPOSO et al., 2004).

Com o intuito de reverter este quadro, têm sido estudadas novas alternativas de híbridos visando ao mercado de média tecnologia. Uma destas alternativas, que visa à diminuição do tempo e redução no custo de obtenção de sementes híbridas é o emprego da geração  $F_2 (S_0)$  de híbridos simples. Neste método, os genitores utilizados são a geração  $F_2$

( $S_0$ ) de híbridos com elevada capacidade de combinação, eliminando as etapas de obtenção e manutenção de linhagens, uma vez que a geração  $F_2 (S_0)$  de cada parental, consideradas populações em equilíbrio, podem ser mantidas em lotes isolados por meio de intercruzamentos, o que possibilita sua utilização todos os anos para a obtenção dos híbridos de  $F_2 (S_0)$ . Estudos realizados por Souza Sobrinho et al (2002) apontaram híbridos de geração  $F_2 (S_0)$  com alto desempenho produtivo, com tratamentos atingindo médias de 8180 kg.ha<sup>-1</sup>. Isso se deve ao fato de que, teoricamente, os gametas produzidos na geração  $F_2 (S_0)$  estão na mesma proporção daqueles produzidos na geração  $F_1$ . Um exemplo prático deste tipo de híbrido é o IAC 8333, obtido do cruzamento de dois sintéticos derivados de híbridos simples comerciais, visando ao mercado de sementes híbridas de baixo custo (DUARTE et al., 2007).

Não havendo a necessidade de consecutivas autofecundações para a obtenção e manutenção dos campos de linhagens e confecção dos híbridos simples, a utilização de sementes de geração  $F_2 (S_0)$  de híbridos simples torna-se uma forma eficaz de redução de custos, diminuindo não só o custo e o tempo despendido, mas também a área para obtenção e multiplicação das linhagens,

viabilizando a obtenção destas pelos produtores com menor poder aquisitivo, uma vez que a aquisição só é necessária a cada dois anos agrícolas (SANTOS et al., 1993).

Souza Sobrinho et al. (2002) testaram a utilização da geração  $F_2$  ( $S_0$ ) de populações oriundas de híbridos simples para produzir híbridos duplos e constataram que os híbridos de geração  $F_2$  ( $S_0$ ) têm desempenho muito semelhante àqueles derivados da geração  $F_1$  de híbridos simples. Esta hipótese foi confirmada por Amorim e Souza (2005), pois com esta técnica foram identificados híbridos oriundos de populações  $S_0$  com produtividade média superior a  $10 \text{ ton ha}^{-1}$ .

Neste contexto, o presente trabalho teve por objetivos estimar a capacidade geral e específica de combinação de híbridos simples comerciais por meio de cruzamentos dialélicos, avaliar caracteres agronômicos e estimar o potencial heterótico dos híbridos obtidos em relação aos híbridos simples parentais, visando à posterior obtenção de híbridos de  $F_2$  ( $S_0$ ) promissores de milho.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados 28 progênies provenientes do cruzamento entre 8 híbridos simples comerciais das empresas

Monsanto, Bayer Seeds, Dekalb, Dow AgroSciences e Syngenta Seeds. Como testemunha comercial foi utilizado o híbrido IAC 8333, um híbrido comercial de elevada produtividade resultante do cruzamento de dois sintéticos de alta divergência genética.

Os ensaios foram conduzidos em Campinas (latitude  $22^\circ 54'S$ , longitude  $47^\circ 3'W$  e altitude de 600m), na safra de 2006/2007 e em Mococa (latitude  $21^\circ 28'S$ , longitude  $47^\circ 01'W$  e altitude de 665m), nas safras 2006/2007 e 2007/2008. Os híbridos simples parentais, a progênie resultante do cruzamento e a testemunha comercial IAC 8333 foram avaliados sob delineamento experimental de blocos ao acaso com três repetições, sendo cada parcela constituída por duas linhas de 5m espaçadas de 0,90m, com cinco sementes por metro, totalizando 50 plantas por parcela. Os experimentos foram semeados em sistema convencional de semeadura e as adubações de semeadura e cobertura foram realizadas de acordo com as análises de solo e os demais tratamentos culturais foram os normalmente utilizados na cultura do milho.

Os híbridos foram avaliados quanto aos caracteres: Altura de planta (AP); Altura de espiga (AE) e Produtividade de grãos (PG). A PG foi corrigida para estande ideal de plantas (50 plantas),

estabelecidas na parcela no momento da colheita, por meio da metodologia de correção por covariância modificada por Miranda Filho (VENCOSKY; BARRIGA, 1992).

Análises da variância individuais e conjuntas foram efetuadas considerando ambos os locais, no delineamento de blocos casualizados para médias de parcelas, considerando-se o modelo fixo, sendo as médias comparadas pelo Teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). Para análise conjunta foi considerada a homogeneidade das variâncias por meio do Teste de Hartley. As análises foram efetuadas empregando o programa Genes (CRUZ, 2004).

Para a análise dialélica e obtenção das estimativas da capacidade geral e específica de combinação dos híbridos simples, foi utilizado o Método 4 de Griffing (1956), modelo 1.

As análises foram efetuadas empregando o programa Genes (CRUZ, 2004) e as estimativas de heterose foram obtidas para produtividade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da variância conjunta indicou significância ( $P < 0,01$ ) dos quadrados médios de tratamentos para AP e AE, e ( $P < 0,05$ ) para PG. Houve efeitos significativos de ambientes para AP e PG,

a 5% de probabilidade, e para AE foi significativo a 1% de probabilidade. O efeito da interação Tratamentos x Ambientes foi significativo para AE e PG ( $P < 0,01$ ) e AP ( $P < 0,05$ ) (Tabela 1).

Genótipos heterozigotos tendem a apresentar maior tolerância frente às adversidades ambientais do que os homozigotos, uma vez que diferentes tipos de genótipos são caracterizados de acordo com o grau de heterozigosidade e heterogeneidade na população (RIBEIRO et al., 2000). Costa et al (2010) observaram maior estabilidade em híbridos duplos, comparados a híbridos simples e triplos o que sugere que as interações significativas observadas para alguns caracteres não estariam de acordo com o esperado para o comportamento de híbridos duplos. Entretanto, Machado et al, (2008) comparando a estabilidade de híbridos simples e duplos de milho, oriundos de um mesmo conjunto gênico, embora tenham sido verificados híbridos duplos mais estáveis em relação aos híbridos simples, identificaram também híbridos simples tão estáveis quanto os duplos, indicando que a homogeneidade ou heterogeneidade do genótipo não são determinantes no que se refere à estabilidade do mesmo, e materiais estáveis podem ser selecionados tanto entre híbridos simples quanto em híbridos duplos.

**Tabela 1** - Resumo das análises de variância conjunta de altura de plantas (AP), altura de espigas (AE) e peso de grãos (PG) de 37 híbridos de milho em Campinas, safra 2006/2007 e Mococa, safras 2006/2007 e 2007/2008.

F.V.	G.L.	AP (cm)	AE (cm)	PG (kg ha <sup>-1</sup> )
Blocos/amb	6	26408,4	109,5	1101286
Tratamentos	36	1822,7**	828,4**	3322021*
Ambientes	2	20037,5*	4898,3**	28891325*
Trat x amb	72	962,6*	233,9**	1018606**
Resíduo	216	674,1	64,5	712246
Média		207,3	112,8	8219
C.V.(%)		12,5	7,1	10,3

\* e \*\*: significativo a 5% e 1%, respectivamente, pelo teste F.

Os híbridos apresentaram grande variação quanto à AP e AE nos 3 ambientes. Os híbridos HS-C x HS-G e HS-E x HS-F destacaram-se por apresentar a menor AP (186 e 187 cm, respectivamente), superando o híbrido simples de menor porte (HS-F, com 193 cm) e os híbridos HS-C x HS-F e HS-F x HS-H apresentaram os menores valores de inserção de espiga (99 e 101 cm, respectivamente). O híbrido HS-F x HS-H, destacou-se por conciliar porte baixo (190 cm) e baixa inserção de espiga (101 cm) (Tabela 2).

A maior produtividade entre os híbridos foi verificada nos híbridos HS-C x HS-E (9380 kg ha<sup>-1</sup>) e HS-B x HS-D (9140 kg ha<sup>-1</sup>), que se assemelharam estatisticamente aos híbridos simples de maior produtividade, HS-D e HS-C, com

média de produtividade de 9302 e 9005 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Estes híbridos superaram estatisticamente a maioria dos híbridos simples comerciais utilizados no experimento, e também a testemunha comercial IAC 8333 (Tabela 2).

A análise dialélica revelou efeitos significativos de tratamentos (P<0,01) para AP, AE e PG. O desdobramento de tratamentos em CGC e CEC revelou efeitos significativos de CGC (P<0,01) para AP, AE e PG. Já os efeitos de CEC foram significativos apenas para PG (P<0,01). Houve significância (P<0,01) da interação Tratamentos x Ambientes somente para AP e AE. O desdobramento do fator de variação Tratamentos x Ambientes em CGC x Ambientes e CEC x Ambientes evidenciou significância de

quadrados médios apenas para AP e AE (P<0,01) (Tabela 3).

**Tabela 2** - Média dos caracteres altura de planta (AP), altura de espiga (AE) e peso de grãos (PG) dos, híbridos simples parentais, dos híbridos resultantes dos cruzamentos e da testemunha comercial, em Campinas, safra 2006/2007 e Mococa, safras 2006/2007 e 2007/2008.

Tratamentos	AP (cm)	AE (cm)	PG (kg ha <sup>-1</sup> )
HS-A x HS-B	228 a	130 a	8169 b
HS-A x HS-C	222 a	115 b	7739 b
HS-A x HS-D	223 a	125 a	8823 a
HS-A x HS-E	220 a	130 a	8149 b
HS-A x HS-F	213 a	115 b	7595 b
HS-A x HS-G	206 a	123 a	7864 b
HS-A x HS- H	211 a	107 c	7999 b
HS-B x HS-C	215 a	117 b	8338 a
HS-B x HS-D	218 a	119 b	9140 a
HS-B x HS-E	215 a	122 a	8520 a
HS-B x HS-F	200 a	112 c	7765 b
HS-B x HS-G	197 a	117 b	7779 b
HS-B x HS-H	197 a	108 c	7502 b
HS-C x HS-D	216 a	118 b	8438 a
HS-C x HS-E	247 a	107 c	9380 a
HS-C x HS-F	192 a	99 c	7688 b
HS-C x HS-G	186 a	107 c	7748 b
HS-C x HS-H	202 a	108 c	7674 b
HS-D x HS-E	228 a	131 a	8857 a
HS-D x HS-F	210 a	117 b	8064 b
HS-D x HS-G	201 a	114 b	8507 a
HS-D x HS-H	218 a	118 b	8531 a
HS-E x HS-F	187 a	104 c	7293 b
HS-E x HS-G	198 a	111 c	8439 a
HS-E x HS-H	205 a	105 c	7962 b
HS-F x HS-G	195 a	103 c	7932 b

HS-F x HS-H	190 a	101 c	7772 b
HS-G x HS-H	197 a	110 c	7574 b
HS-A	224 a	126 a	9403 a
HS-B	209 a	118 b	9004 a
HS-C	202 a	102 c	9005 a
HS-D	219 a	124 a	9332 a
HS-E	212 a	114 b	8076 b
HS-F	193 a	100 c	8183 b
HS-G	195 a	101 c	8738 a
HS-H	201 a	102 c	8199 b
IAC 8333	181 a	95 c	6950 b
Média	207	113	8220
C.V. (%)	12,5	7,1	10,3

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ).

**Tabela 3** - Resumo da análise dialélica para altura de plantas (AP), altura de espigas (AE) e peso de grãos (PG) em Campinas, safra 2006/2007 e Mococa, safras 2006/2007 e 2007/2008.

V.	.L.	QM		
		AP (cm)	AE (cm)	PG (kg ha <sup>-1</sup> )
Tratamento	35	1691,5**	763,8**	2991250**
CGC	7	5551,5**	3068**	6242655**
CEC	28	726,5	187,7	2178399**
Ambiente	2	23189,3	58405,3	23318345
Trat x Amb	70	815,1**	177,8**	801592
CGC x Amb	14	670,91**	167**	1414503
CEC x Amb	56	851,1**	180,5**	648364
Resíduo comb.	630	190,4	19,9	469
Média geral		208,8	113,3	8254

\* e \*\*: significativo a 5% e 1%, respectivamente, pelo teste F.

A significância de CGC indica sugerindo que os híbridos diferiram quanto predominância de efeitos aditivos, à frequência de alelos favoráveis. No que

se refere à significância de CEC, esta indica haver efeitos aditivos e dominantes na expressão do caráter. Muitos trabalhos têm evidenciado a predominância dos efeitos de CGC em relação aos efeitos de CEC, sobretudo para PG, como citam Locatelli et al. (2002), Carvalho et al. (2004) e Lemos et al. (2002). Entretanto, Bordallo et al. (2005) verificaram a predominância de efeitos aditivos na expressão do caráter AP e efeitos aditivos e não aditivos igualmente envolvidos na expressão do caráter PE. Sawazaki et al. (2000) notaram valores significativos de CGC e CEC para AP e AE e PG em milho pipoca, indicando predominância de efeitos aditivos para estes caracteres. A predominância de efeitos aditivos envolvidos no rendimento de grãos também foi observada por Raposo e Ramalho (2004) que, com o intuito de estimar os componentes de variância genética intra e interpopulacionais de duas populações  $F_2$  ( $S_0$ ), derivadas de híbridos comerciais de milho, para avaliar seu potencial em programas de seleção recorrente, os autores observaram grande magnitude das estimativas de variância aditiva, indicando predominância de efeito aditivo nessas populações. Efeitos de aditividade e dominância foram observados para Peso de grãos por Aguiar et al. (2003), avaliando linhagens em

esquema dialélico completo, ao verificarem efeitos significativos de CGC e CEC. Na expressão das variáveis Altura de planta e Altura de espiga, os autores observaram maiores efeitos de aditividade

Estimativas de capacidade geral de combinação ( $g_i$ ) estão relacionadas a efeitos predominantemente aditivos na expressão dos caracteres. Baixos valores sugerem que a média dos híbridos em que o parental  $i$  participa não difere da média geral do dialelo. Altas estimativas, sejam elas positivas ou negativas, indicam que o genótipo em questão, quando em cruzamentos, tem o potencial de elevar ou reduzir a expressão do caráter, sendo superiores ou inferiores aos demais parentais incluídos no dialelo. Sendo assim, o parental com maior frequência de alelos favoráveis, conseqüentemente apresentará maiores estimativas de  $g_i$  (CRUZ; VENCOVSKY, 1989).

Observa-se que os híbridos simples HS-F e HS-G destacaram-se por apresentar baixos valores de  $g_i$  para AP e AE, indicando serem bons parentais para diminuição do porte e da altura da espiga. Para o carácter PG, o híbrido simples de maior evidência foi HS-D, com as maiores estimativas de  $g_i$  (Tabela 4).

**Tabela 4** - Estimativas dos efeitos de capacidade geral de combinação ( $g_i$ ) dos oito híbridos simples comerciais parentais de milho avaliados em Campinas, safra 2006/2007 e Mococa, safras 2006/2007 e 2007/2008.

Tratamentos	AP (cm)	AE (cm)	PG (kg ha <sup>-1</sup> )
HS-A	9,9	7,7	84,9
HS-B	1,5	4,1	92,7
HS-C	1,2	-4,4	72,0
HS-D	7,9	7,0	472,9
HS-E	5,4	1,6	45,6
HS-F	-10,3	-6,8	-382,1
HS-G	-10,4	-3,3	-97,5
HS-H	-5,2	-5,9	-288,4

A capacidade específica de combinação representa a predominância de efeitos de ação gênica dominante na expressão dos caracteres. Estimativas de capacidade específica de combinação ( $s_{ij}$ ) que apresentam altos valores, sejam eles positivos ou negativos, indicam a existência de combinações híbridas superiores ou inferiores do que o esperado com base na CGC dos parentais, de acordo com Sprague e Tatum (1942).

As combinações que apresentaram menores valores de  $s_{ij}$  para os caracteres AP e AE foram HS-E x HS-F e HS-C x HS-G para AP e HS-A x HS-H e HS-B x HS-D, para AE. A combinação HS-C x HS-E sobressaiu-se por apresentar os

valores mais altos e positivos de  $s_{ij}$  para PG 1007,7 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 5).

A maior estimativa de heterose foi verificada no híbrido HS-C x HS-E cujo valor médio foi 804,9 kg ha<sup>-1</sup>, confirmando seu potencial heterótico (Tabela 5). Estimativas positivas de heterose também foram verificadas nos híbridos HS-D x HS-G (413,5 kg ha<sup>-1</sup>), HS-A x HS-G (374,1 kg ha<sup>-1</sup>), e HS-B x HS-D (231,7 kg ha<sup>-1</sup>). Os estudos em torno do fenômeno da heterose revelam que este pode ser determinado pelo grau de divergência entre os parentais e da existência de dominância no controle do caráter em questão (SILVA; MIRANDA FILHO, 2003).

**Tabela 5** - Estimativas dos efeitos de Capacidade Específica de Combinação ( $s_{ij}$ ) e heterose oito híbridos simples parentais e 28 híbridos resultante do cruzamento dialélico, em Campinas, safra 2006/2007 e Mococa, safras 2006/07 e 2007/08.

Tratamentos	AP (cm)	AE (cm)	PG (kg ha <sup>-1</sup> )	H (kg ha <sup>-1</sup> )
HS-A x HS-B	8,2	5,2	-263,9	-10230,9
HS-A x HS-C	3,2	-0,9	-672,5	-1428,4
HS-A x HS-D	-2,8	-2,7	10,2	-617,1
HS-A x HS-E	-3,3	7,0	-236,8	-412,4
HS-A x HS-F	5,0	1,0	-362,7	-1282,7
HS-A x HS-G	-1,2	4,9	-378,3	374,1
HS-A x HS-H	-1,4	-8,5	-52,4	-834
HS-B x HS-C	4,2	3,7	-81,7	-522,3
HS-B x HS-D	0,2	-5,4	319,4	231,7
HS-B x HS-E	0,3	2,6	127,0	-208,3
HS-B x HS-F	0,3	1,7	-200,8	-666,7
HS-B x HS-G	-2,6	2,9	-470,5	-359,8
HS-B x HS-H	-7,8	-3,6	-556,9	-1022,7
HS-C x HS-D	-1,5	2,2	-362,2	-899,4
HS-C x HS-E	32,7	-4,2	1007,7	804,9
HS-C x HS-F	-7,0	-2,8	-257,1	-860,4
HS-C x HS-G	-12,9	1,8	-481,4	-1118,2
HS-C x HS-H	-2,4	5,0	-364,2	-734,3
HS-D x HS-E	7,0	9,1	83,5	-97,3
HS-D x HS-F	4,3	3,5	-282,0	-770,9
HS-D x HS-G	-4,9	-2,3	-123,0	413,5
HS-D x HS-H	7,2	3,3	90,9	-319,9
HS-E x HS-F	-16,5	-4,5	-625,8	-771,0
HS-E x HS-G	-4,8	-1,0	235,6	-499,1
HS-E x HS-H	-3,0	-4,1	-50,2	-557,5
HS-F x HS-G	7,2	-0,3	156,7	-781,7
HS-F x HS-H	-3,0	0,0	187,09	-354,9
HS-G x HS-H	4,5	6,2	-295,3	-1023,0

A busca por híbridos  $F_2$  a partir de híbridos simples comerciais tem sido avaliada por diversos autores por associar alto potencial de produtividade e menor custo de produção. Populações derivadas de híbridos simples comerciais associam média alta e grande variabilidade genética, devida à heterose acentuada, o que as torna potencialmente viáveis para a extração de linhagens para produção de híbridos (CARVALHO et al., 2004). Combinações híbridas oriundas de populações  $S_0$ , de híbridos simples comerciais com produtividade superior à média das populações originais semelhantes àsquelas utilizadas neste trabalho, já foram verificadas em estudos anteriores (AMORIM; SOUZA, 2005; LIMA et al., 2000). Os resultados apresentados concordam com os estudos citados acima e evidenciam o potencial destes genótipos para produção de híbridos com boa aceitação no mercado, indicando que, embora seja sabido haver grande número de locos segregantes em populações  $F_2$  ( $S_0$ ), estas populações, quando originadas de híbridos simples podem apresentar expressivo potencial produtivo.

O alto desempenho produtivo verificado nos híbridos avaliados no presente trabalho está de acordo com os

estudos realizados por Souza Sobrinho et al. (2002), que constataram semelhança de desempenho produtivo entre os híbridos derivados da geração  $F_1$  de híbridos simples e a geração  $F_2$  destes híbridos. Conforme os autores, a semelhança de desempenho produtivo entre os híbridos da geração  $F_2$  ( $S_0$ ) e os da geração  $F_1$  deve-se ao fato de que os gametas e suas respectivas frequências na geração  $F_2$  ( $S_0$ ), são os mesmos da geração  $F_1$ , viabilizando, portanto, o emprego da geração  $F_2$  ( $S_0$ ) para a obtenção de sementes para produção de híbridos. Neste trabalho, um alto desempenho produtivo foi verificado na geração  $F_1$  de híbridos comerciais, podendo-se inferir que há viabilidade do uso deste tipo de sementes como alternativa aos híbridos tradicionais, tanto para viabilizar os programas de melhoramento, quanto para maior acessibilidade às sementes por parte dos produtores de baixo nível econômico.

## CONCLUSÕES

Efeitos aditivos estão predominantemente envolvidos na expressão dos caracteres altura de planta, de espiga e peso de grãos nos híbridos de

milho em questão e efeitos de dominância apenas na expressão de peso de grãos.

Alguns híbridos duplos apresentam heterose quanto à produtividade de grãos.

Híbridos comerciais de elevada capacidade combinatória são viáveis para utilização em programas de melhoramento.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, A.M.; CARLINI-GARCIA, L.A.; SILVA, A.R.; SANTOS, M.F.; GARCIA, A.A.F.; SOUZA JÚNIOR, C.L. Combining ability of inbred lines of maize and stability of their respective single-crosses. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.60, p.83-89, 2003.

AMORIM, E.P.; SOUZA, J.C. Híbridos de milho inter e intrapopulacionais obtidos a partir de populações  $S_0$  de híbridos simples comerciais. **Bragantia**, Campinas, v.64, p.561-567, 2005.

BORDALLO, P.N.; PEREIRA, M.G.; AMARAL JÚNIOR, A.T.; GABRIEL, A.P.C. Análise dialélica de genótipos de milho doce e comum para caracteres agronômicos e proteína total. **Horticultura Brasileira**, v.23, p.123-127, 2005.

CARVALHO, A. D. F.; SOUZA, J. C.; RAMALHO, M. A. P. Capacidade de

Combinação de Progênes Parcialmente Endogâmicas Obtidas de Híbridos Comerciais de Milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.3, p.429-437, 2004.

**CONAB – Companhia Nacional De Abastecimento**. Acompanhamento de safra brasileira: grãos, Décimo primeiro levantamento, agosto 2012 / Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília, 29p. 2012

Costa, E. F. N., SOUZA, J. C., LIMA, J. L., CARDOSO, G. A. Interação entre genótipos e ambientes em diferentes tipos de híbridos de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.12, p.1433-1440, 2010

CRUZ, C. D. **Programa Genes: versão Windows, aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: UFV, 2004. 648p.

CRUZ, C. D.; VENCOSKY, R. Comparação de alguns métodos de análise dialélica. **Revista Brasileira de Genética**, v.12, p.425- 438, 1989

DUARTE, A. P.; SAWAZAKI, E.; CANTARELLA, H.; FANTIN, G.M.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z. Cultura do

Milho. In: DUARTE, A.P. (Ed.). **Duas décadas da Estação Experimental de Agronomia - Apta Médio Paranapanema: Histórico, presente e futuro.** Campinas: Instituto Agronômico - IAC, 2007. p.79-90

FALCONER, D. S. **Introduction to Quantitative Genetics.** 2.ed. London: Longman, 1987. 279p.

GRIFFING, J. B. A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. **Heredity**, v.10, p.31-50, 1956

LEMO, M. A.; GAMA, E. E. G.; MENEZES, D.; SANTOS, V. F.; TABOSA, J. N. Avaliação de dez linhagens e seus híbridos de milho superdoce em um dialelo completo. **Horticultura Brasileira**, v.20, p.167-170, 2002.

LIMA, M. W. P.; SOUZA, E. A.; RAMALHO, M. A. P. Procedimento para escolha de populações de milho promissoras para extração de linhagens. **Bragantia**, Campinas, v.59, p.153-158, 2000.

LOCATELLI, A. B.; FEDERIZZI, L. C.; NASPOLINI FILHO, V. Capacidade Combinatória de nove linhagens

endogâmicas de milho (*Zea mays* L.) em dois ambientes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, p.365-370, 2002

MACHADO, J. C., SOUZA, J. C., RAMALHO, M. A. P., LIMA, J. L. Estabilidade de produção de híbridos simples e duplos de milho oriundos de um mesmo conjunto gênico. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.3, p.627-631, 2008.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; CARNEIRO, N. P.; PAIVA, E. **Fisiologia do Milho.** 1ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 2002, 23p. (Circular Técnica)

PARENTONI, S. N.; MIRANDA, R. A.; GARCIA, J. C. Implications on the introduction of transgenics in Brazilian maize breeding programs. **Crop Breeding and Applied Biotechnology** v. 13, p.9-22, 2013

RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas.** 1.ed. Lavras: Editora UFLA, 2000. 326p.

RAPOSO, F. V.; RAMALHO, M. A. P.; RIBEIRO, P. H. E. Alterations in heterosis of maize populations derived from single-cross hybrids after reciprocal

recurrent selection. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 4, n. 1, p. 74-80, 2004.

RAPOSO, F.V.; RAMALHO, M.A.P. Componentes de Variância Genética de Populações Derivadas de Híbridos Simples de Milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.3, p.402-413, 2004.

RIBEIRO, P. H. E.; RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F. Adaptabilidade e Estabilidade de Genótipos de Milho em Diferentes Condições Ambientais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.2213-2222, 2000.

SILVA, R. M., MIRANDA-FILHO, J. B. Heterosis expression in crosses between maize populations: ear yield. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.60, n.3, p.519-524, 2003.

SANTOS, O. S.; MANARA, W.; MANARA, N. T. F.; RAUPP, R. O.; RIBEIRO, N. D.; TSUKANO, M. M. K. Comparação entre gerações F1 e F2 de híbridos comerciais de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 28, p.75-79, 1993.

SAWAZAKI, E.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; CASTRO, J. L.; GALLO, P. B.; GALVÃO, J. C. C.; SAES, L. A. . Potencial de linhagens de populações locais de milho pipoca para síntese de híbridos. **Bragantia**, Campinas, v.59, p.143-151, 2000.

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

SOUZA SOBRINHO, F.; RAMALHO, M. A. P.; SOUZA J. C. Alternatives for obtaining double cross maize hybrids. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.1, p.70-76, 2002.

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