

Capacidade combinatória entre híbridos simples de milho em dialelo circulante

Combining ability in corn single-cross hybrids by circulant diallel

Alessandra Zawadzki Pfann¹ Marcos Ventura Faria^{1*} Alex Antônio de Andrade¹ Ildon Rodrigues do Nascimento¹ Cacilda Márcia Duarte Rios Faria¹ Roni Maikel Bringhamti¹

RESUMO

Onze híbridos comerciais de milho (AS 1550, DKB 214, DKB 215, DKB 330, Dow 2B150, Dow 8460, P 30F33, P 30F53, P 30P70, Penta e Premium Flex) foram inter cruzados, obtendo-se 44 híbridos duplos, segundo um dialelo circulante com $p=11$ (onze genitores) e $s=8$ (inter cruzados 8 a 8), avaliado em delineamento em blocos casualizados com três repetições. Foram conduzidos dois experimentos na Região Centro-sul do Paraná, nos municípios de Guarapuava e Goioxim. Os dados referentes à produção de grãos, altura média de planta e altura média de inserção de espiga foram submetidos à análise dialélica. Houve diferenças significativas entre os locais e entre os híbridos do dialelo para as três características avaliadas. Também houve efeito significativo da interação locais x híbridos do dialelo para a produção de grãos. Houve diferenças significativas para a capacidade geral de combinação (CGC) em todas as características e para a capacidade específica de combinação (CEC) apenas na produção de grãos. Destacaram-se por sua CGC os híbridos Penta, P 30F53 e Dow 8460 na produção de grãos, o híbrido AS 1550 quanto à menor altura de planta e de inserção da espiga. A melhor combinação híbrida para a produtividade foi Penta x P 30F53, por apresentar a maior média, elevada CEC e ambos os genitores terem as maiores estimativas de CGC. O genitor P 30F53 participou de três dos quatro híbridos duplos mais produtivos. É possível a obtenção de novas populações a partir de cultivares comerciais que se destacaram por sua CGC, e que, nos cruzamentos em que participaram, houve, também, estimativas favoráveis da CEC.

Palavras-chave: melhoramento genético, *Zea mays* L., análise dialélica, rendimento de grãos.

ABSTRACT

Estimates of the general combining ability (CGA) and specific combining ability (SCA) among eleven commercial

maize hybrids were obtained in this study. Single-cross hybrids AS 1550, DK B214, DK B215, DK B330, Dow 2B150, Dow 8460, P 30F33, P 30F53, P 30P70, Penta and Premium Flex were intercrossed in a circulant diallel scheme with $p=11$ (eleven parents) and $s=8$ (crossed 8 to 8) to obtain 44 double hybrids. These genotypes were evaluated in randomized block design with three replications. Two experiments were carried out in Center-South Paraná State, in Guarapuava and Goioxim, Brazil. The yield, plant height and ear height were obtained and submitted to diallel analysis. There were significant differences between localities and between diallel hybrids for both traits. Significant differences were observed for localities x diallel hybrids interaction for grain yield. Significant differences were detected for GCA in all characteristics and for SCA only in yield. Parents Penta, P 30F53 and Dow 8460 were outstanding for CGA values in yield, and parent AS 1550 in plant height and ear height. The best hybrid combination was Penta x P 30F53, since it showed the highest yield, high SCA value and both parents presented the highest GCA estimate. The hybrid P 30F53 was parent of three among four of the most productive double hybrids. It is possible to obtain good populations from the commercial cultivars that were outstanding because of GCA and SCA estimates in hybrid combinations.

Key words: plant breeding, *Zea mays* L., diallel analysis, grain yield.

INTRODUÇÃO

Freqüentemente, novos programas de melhoramento de milho são iniciados e para se ter sucesso, é imprescindível partir de populações com desempenho médio elevado e alta variabilidade. Assim, a escolha das populações é de vital importância, pois

¹Departamento de Agronomia, Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO-PR), Campus CEDETEG, 85040-080, Guarapuava, PR, Brasil. E-mail: mfarria@unicentro.br. *Autor para correspondência.

aquelas com maior potencial poderão ser utilizadas para extrair linhagens e/ou para iniciar um programa de seleção recorrente recíproca. Nesse intuito, os melhoristas de milho têm preferido utilizar populações de base genética estreita (TROYER, 1999; KOUTSIKA-SOTIRIOU & KARAGOUNIS, 2005). Dessa forma, a utilização de híbridos comerciais é uma boa alternativa, pois são adaptados, apresentam elevada produtividade média e, provavelmente, concentram alta frequência de alelos favoráveis, devido ao longo processo de melhoramento e à pressão de seleção durante as etapas de desenvolvimento. Nesse sentido, os cruzamentos dialélicos podem auxiliar na escolha dos melhores híbridos disponíveis no mercado, para geração de populações.

A análise dialélica pode oferecer um grande número de informações, sendo frequentemente utilizada em programas de melhoramento de diversas culturas, mais intensamente na cultura do milho (MIRANDA FILHO & GORGULHO, 2001; SCAPIM et al., 2002; VACARO et al., 2002; BORDALLO et al., 2005). Os procedimentos de análise dialélica têm por finalidade a estimativa de parâmetros úteis na seleção de genitores e no entendimento dos efeitos genéticos envolvidos na determinação dos caracteres. Entre os métodos mais utilizados, destaca-se o proposto por Griffing (GRIFFING, 1956).

Os conceitos da capacidade geral de combinação (CGC) e capacidade específica de combinação (CEC) são úteis na caracterização dos genitores utilizados em cruzamentos, sendo que a CGC está associada, principalmente, a genes de efeito aditivo. Já a CEC, estimada como o desvio do comportamento do cruzamento em relação ao que seria esperado com base na capacidade geral de combinação dos genitores, são medidas dos efeitos gênicos não aditivos (dominância e epistasia) (VENCOVSKY, 1987; HALLAUER & MIRANDA FILHO, 1988).

O estudo da capacidade combinatória de um conjunto de genitores torna-se viável a partir da obtenção e avaliação de uma amostra de possíveis cruzamentos entre eles, obtendo-se o que se denomina dialelo circulante. Nos dialelos circulantes, são avaliados p genitores, representados em s combinações híbridas, ao contrário dos dialelos completos ou de meia tabela, em que cada genitor é representado em $p-1$ híbridos (CRUZ & CARNEIRO, 2003). Por meio de simulação de dados em comparação com resultados obtidos de dialelos completos, VEIGA et al. (2000) concluíram que, mesmo havendo baixa herdabilidade para o caráter considerado, os dialelos circulantes são tão eficientes quanto os dialelos completos tanto na classificação dos pais, quanto nas estimativas da CGC

e CEC, quando o número de cruzamentos (s) é pelo menos igual a metade do número de genitores envolvidos.

O objetivo neste trabalho foi estimar a capacidade de combinação entre híbridos comerciais de milho, utilizando um dialelo circulante, visando a identificar as melhores combinações e os melhores genitores para a síntese de novas populações.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados onze híbridos simples comerciais de milho de diferentes empresas (P 30P70, P 30F33 e P 30F53, da Pioneer; Penta e Premium Flex, da Syngenta; Dow 2B150 e Dow 8460, da Dow AgroSciences; DKB 330, DKB 214 e DKB 215, da Monsanto e; AS1550, da Agroeste). Dow 2B150 possui ciclo hiperprecoce e DKB 330 superprecoce, sendo os demais híbridos classificados como precoces. Dos híbridos utilizados, DKB330 e DKB215 também são recomendados para produção de silagem de grãos úmidos e Dow 8460 é híbrido simples modificado. Esses híbridos comerciais foram semeados na área experimental do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual do Centro-oeste, UNICENTRO-PR, no ano agrícola 2004/2005. Esses híbridos foram inter cruzados oito a oito, para a obtenção de 44 cruzamentos (híbridos duplo), em combinações que permitiram a avaliação em um dialelo circulante com $p=11$ e $s=8$. Os 44 cruzamentos, com cinco testemunhas, escolhidas entre os híbridos mais produtivos da região (AG 9020, DK B214, P 30F53, P 30P34 e Penta), totalizaram 49 tratamentos, os quais foram avaliados em delineamento em blocos com os tratamentos casualizados com três repetições. As parcelas foram constituídas de três linhas de 5m de comprimento, espaçadas de 0,8m, com 25 plantas linha⁻¹ após o desbaste.

Os experimentos foram conduzidos em dois locais na Região Centro-sul do Estado do Paraná, nos municípios de Guarapuava (altitude 1120m, latitude 25°25'00", longitude 51°34'35", clima Cfb) e Goioxim (altitude 870m, latitude 25°11'00", longitude 51°59'00", clima Cfb), sendo as semeaduras realizadas nos dias 20 e 22 de outubro de 2005, respectivamente. A adubação de semeadura para cada local foi de 400 kg ha⁻¹ da fórmula NPK 12-34-10. Foram realizadas duas adubações em cobertura – aos 20 e aos 30 dias após a emergência, com 150kg ha⁻¹ da fórmula NPK 36-00-12. Os caracteres avaliados foram: produção de grãos (kg ha⁻¹), corrigidos para 13% de umidade, altura de planta (m) e de inserção da primeira espiga (m), tomadas de seis plantas competitivas por parcela.

Foi realizada a análise de variância, para a variável número de plantas por parcela, e, após a verificação da não significância, o estande das parcelas foi corrigido pelo método da covariância (RAMALHO et al., 2000), considerando o estande ideal (75 plantas parcela⁻¹). Os dados foram submetidos à análise de variância individual para cada local. Após a verificação da homogeneidade das variâncias residuais pelo teste de Hartley (RAMALHO et al., 2000), foi realizada a análise conjunta, envolvendo os dois locais. As médias dos tratamentos para as variáveis avaliadas foram comparadas pelo teste de Skott Knott (1974), em nível de 5% de probabilidade de erro. A partir das médias dos 44 híbridos duplos, foi realizada a análise dialélica, utilizando o programa GENES (CRUZ, 1997). Para verificar se as estimativas das capacidades gerais e específicas de combinação diferiram de zero, foi realizado o teste t de Student (ZHANG et al., 2005) em nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância conjunta envolvendo os dois locais para a produção de grãos,

altura de planta e altura de inserção de espiga, bem como as estimativas das médias dos quadrados dos efeitos fixos para CGC e CEC são apresentados na tabela 1. Houve diferenças significativas entre os locais para as três características avaliadas, indicando que essas apresentaram comportamento diferenciado em função do ambiente. Foram verificadas diferenças significativas entre os híbridos do dialelo para as três características avaliadas, bem como entre as testemunhas para a produção de grãos (Tabela 1). Também foi verificado efeito significativo da interação: locais x híbridos do dialelo, para a produção de grãos (Tabela 1). De acordo com LOCATELLI et al. (2002), essa interação reduz a correlação entre o fenótipo e o seu genótipo, restringindo a validade das inferências sobre o comportamento do ponto de vista do melhoramento e da herança de caracteres quantitativos.

Os efeitos dos híbridos do dialelo foram desdobrados em capacidade geral (CGC) e específica de combinação (CEC) (Tabela 1). Foi verificado efeito significativo da CGC para as três características avaliadas, indicando que os genitores diferiram entre si na frequência de alelos favoráveis, existindo genitores mais promissores para a formação de

Tabela 1 - Resumo da análise de variância conjunta dos caracteres produção de grãos (kg ha⁻¹), altura de planta (m) e altura de inserção de espiga (m), obtidas na avaliação do cruzamento dialélico entre onze híbridos simples de milho, avaliados em dois locais. Guarapuava: UNICENTRO-PR, 2006.

Fonte de Variação	GL	-----QM-----		
		Produção	Altura de planta	Altura de espiga
Bloco (locais)	4	1099294,88	0,009	0,01
Locais	1	13556935,62 *	2,79 *	0,61 *
Tratamentos	48	4552416,34 *	0,03 *	0,02 *
Entre híbridos do dialelo	43	3721606,07 *	0,03 *	0,03 *
Entre testemunhas	4	5166645,89 *	0,02	0,01
Locais x tratamentos	48	1078099,57 *	0,006	0,01
-----DIALELO-----				
Híbridos do dialelo x locais	43	1048555,38 *	0,006	0,008
CGC	10	7193296,99 *	0,09 *	0,05 *
CEC	33	2669576,29 *	0,01	0,02
CGC x locais	10	1646933,44 *	0,008	0,006
CEC x locais	33	867228,70	0,005	0,008
Resíduo combinado	192	686143,25	0,01	0,01
Média geral		9658,25	2,25	1,30
CV %		8,47	4,64	9,28
ϕ_g		150628,24	0,00179	0,00085
ϕ_s		330572,17	0,00068	0,00070
$\phi_{g \cdot a}$		44481,02	-0,00012	-0,00040
$\phi_{s \cdot a}$		60361,81	-0,00019	-0,00196

*Significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

populações superiores. Já a CEC foi significativa apenas para a produção de grãos, indicando que alguns híbridos duplos apresentaram desempenho superior ou inferior ao esperado, com base na CGC dos seus genitores. Elevada CEC para o caráter produtividade é um indicativo de que populações geradas a partir desses genitores podem ser úteis no melhoramento interpopulacional, para a obtenção de linhagens que, ao serem cruzadas, poderão gerar híbridos mais heteróticos (HALLAUER & MIRANDA FILHO, 1988).

Houve interação significativa da CGC com os locais apenas para a variável produção de grãos, assim as estimativas dos efeitos aditivos dos genes para esse caráter foram obtidas para cada ambiente separadamente. Já a interação da CEC com os locais foi não significativa para todas as variáveis, demonstrando certa habilidade dos cruzamentos em manter o desempenho constante nos ambientes considerados (LOCATELLI et al., 2002).

Em relação aos efeitos da CGC dos onze genitores para a característica produção de grãos, observaram-se estimativas significativas para oito deles em Guarapuava e cinco em Goioxim, sendo que os híbridos Penta, P 30F53 e Dow 8460 apresentaram os maiores valores positivos em ambos os locais (Tabela 2), indicando que são superiores aos demais genitores do dialelo, com relação ao desempenho médio dos cruzamentos (MELO et al., 2001). Contrariamente, os genitores P 30F33 e DKB 214, em Guarapuava e DKB 215 em ambos os locais, apresentaram maiores valores negativos de CGC para produção (Tabela 2).

As médias de produtividade de grãos dos 44 híbridos duplos e das cinco testemunhas foram classificadas em seis grupos. Nenhum dos híbridos duplos apresentou produção de grãos superior ou igual à das duas testemunhas mais produtivas, P 30F53 e P 30P34 (Tabela 3). Contudo, os quatro híbridos duplos mais produtivos (Penta x P 30F53, Premium Flex x P 30F53, P 30F33 x Dow 8460 e Dow 8460 x P 30F53) foram superiores às três testemunhas menos produtivas (AG 9020, DKB 214 e Penta), que se classificaram no 3º grupo. Esses resultados demonstram que, embora os híbridos simples tenham tendência de serem mais produtivos, alguns híbridos duplos podem ser mais produtivos que determinados híbridos simples comercializados. Dos híbridos duplos classificados no 2º grupo com maior produção de grãos (Tabela 3), todos têm pelos menos um genitor de elevada CGC (Tabela 2). Dos sete híbridos duplos do dialelo em que o híbrido Penta (o de maior valor da CGC) participou como genitor, um foi classificado no 2º grupo de maior produtividade e cinco agrupados no 3º grupo, cuja produtividade não difere das testemunhas menos produtivas.

Ainda para a variável produção de grãos, 21 híbridos duplos apresentaram estimativas de CEC significativas e positivas (Tabela 3). Todos onze genitores utilizados no dialelo participaram de pelo menos cinco cruzamentos que apresentaram CEC significativa, sugerindo assim que alguns desses genitores apresentam divergência genética entre si. A predominância dos efeitos não aditivos para esse caráter tem sido relatada na literatura (FUZZATTO et al., 2002; MACHADO, 2007).

Tabela 2 - Estimativas da capacidade geral de combinação (CGC) dos onze genitores utilizados no dialelo, da produção de grãos (kg ha⁻¹) em cada local e da altura de planta (m) e altura de inserção de espiga (m) na média dos dois locais. Guarapuava: UNICENTRO-PR, 2006.

Genitor	Produção de grãos Guarapuava	Produção de grãos Goioxim	Altura de planta	Altura da espiga
1. P30P70	424,39 *	220,51	0,1134 *	0,0520 *
2. Penta	592,36 *	610,49 *	-0,0164	0,0378 *
3. AS 1550	-289,46	-223,47	-0,0600 *	-0,0762 *
4. Dow 2B150	403,42 *	-252,81	0,0039	-0,0256 *
5. Premium Flex	302,11	20,24	0,0311	0,0225 *
6. P 30F33	-1019,05 *	-266,71	-0,0280	-0,0055
7. DKB 330	20,61	-384,12 *	0,0204	0,0141 *
8. DKB 215	-533,29 *	-368,53 *	-0,0156	0,0057
9. Dow 8460	304,99 *	354,32 *	-0,0270	-0,0078
10. DKB 214	-559,42 *	-222,12	-0,0302	-0,0294 *
11. P 30F53	353,32 *	512,21 *	0,0085	0,0123
φ _g	255763,29	89974,84		
φ _s	236990,07	484515,65		

* Significativamente diferente de zero a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t de Student.

Tabela 3 - Estimativas da capacidade específica de combinação (diagonal superior) e produção de grãos (kg ha⁻¹) na média dos dois locais, dos 44 híbridos duplos (diagonal inferior) e da produção de grãos (kg ha⁻¹) média das testemunhas. Guarapuava: UNICENTRO, 2006.

	P 30P70	Penta	AS 1550	Dow 2B150	Premium Flex	P 30F33	DKB 330	DKB 215	Dow 8460	DKB 214	P 30F53
P 30P70			-24,11	156,81*	277,81*	-471,27*	-627,36*	74,34	-327,56*	941,35*	
Penta	(10582,1) ²			173,32*	-1256,33*	423,11*	242,51*	709,51*	-1021,25*	422,67*	306,46*
AS 1550	9700,1d ¹	(10003,2)			-470,69*	-231,97*	137,90	169,62*	619,26*	125,08	-325,09*
Dow 2B150	10212,8 c	10508,3 c	(9477,0)			46,27	255,70*	97,69	-219,43*	181,81*	-692,17*
Premium Flex	10419,6 c	9164,5 d	9092,2 d	(9894,7)			279,04*	747,85*	-416,45*	363,57*	475,20*
P 30F33	8866,5 d	10039,9 c	8526,9 e	9136,9 d	(9176,5)			-252,16*	1391,86*	-700,78*	-205,06*
DKB 330	9171,5 d	10320,4 c	9357,9 d	9807,5 c	9916,7 c	(8833,6)			-484,02*	483,03*	-286,79*
DKB 215	9604,1 d	10518,2 c	9120,4 d	9380,3 d	10116,3 c	8312,2 e	(9025,5)			-1816,73*	269,87*
Dow 8460	9982,8 c	9568,1 d	10350,7 c	9843,7 c	9732,6 d	10736,8 b	9322,1 d	(9536,9)			457,59*
DKB 214	10531,2c	10291,5 c	9136,1 d	9524,5 d	9792,2 c	7923,8 e	9568,7 d	6999,8 f	(9597,1)		
P 30F53	(10413,4)	10998,9 b	9509,4 d	9474,1 d	10727,3 b	9243,0 d	9622,4 d	9909,9 c	10878,2 b	(9700,2)	
-----Testemunhas-----											
AG9020			DKB214		P30F53		P30P34		Penta		
10007.65 c			10112.89 c		11567.47 a		12080.67 a		10446.94 c		

DP (^sij):

* Significativamente diferente de zero a 5% de probabilidade de erro pelo teste t de Student.

¹Médias não acompanhadas da mesma letra diferem entre si pelo teste Scott Knott em nível de 5% de probabilidade de erro.²Médias entre parênteses correspondem a valores preditos.

O híbrido duplo Penta x P 30F53 cujos genitores apresentaram elevadas estimativas de CGC (Tabela 2), destacou-se por apresentar elevada produtividade média (10.998kg ha⁻¹) e valor intermediário, mas significativo, de CEC (306,46) (Tabela 3). O genitor P 30F53 fez parte de três dos quatro cruzamentos mais produtivos do dialelo (Tabela 3),

indicando ser promissor à síntese de população para uso no melhoramento.

Os 27 híbridos duplos do dialelo, com menor altura de planta, diferiram da testemunha Penta e, desses, sete têm como genitor o híbrido AS 1550 (Tabela 4). As estimativas dos efeitos de CGC dos onze genitores para a característica altura de planta foram significativas para

Tabela 4 - Estimativas da capacidade específica de combinação (diagonal superior) e valores médios da altura de plantas (m) dos 44 híbridos duplos do dialelo (diagonal inferior) e das testemunhas. Guarapuava: UNICENTRO-PR, 2006.

	P30P70	Penta	AS 1550	Dow 2B150	Premium Flex	P 30F33	DKB 330	DKB 215	Dow 8460	DKB214	P 30F53
P 30P70			0,1220*	-0,0170	-0,0340*	0,0150	0,0260*	-0,0620*	0,0138	-0,0630*	
Penta	(2,35) ²			0,0230*	-0,0540*	0,0047	-0,0088	0,0223*	0,0236*	-0,0330*	0,0230*
AS 1550	2,43 b ¹	(2,18)			-0,1058*	-0,0516*	-0,0501*	0,0059	0,0523*	0,0505*	-0,0230*
Dow 2B150	2,36 b	2,26 a	(2,19)			0,0043	0,0408*	-0,0180	-0,0517*	-0,0235*	0,0427*
Premium Flex	2,36 b	2,22 a	2,12 a	(2,29)			0,0687*	-0,0002	0,0511*	0,0843*	-0,0094
P 30F33	2,36 b	2,22 a	2,11 a	2,24 a	(2,26)			0,0440*	-0,0047	0,0035	-0,0152
DKB 330	2,42 b	2,25 a	2,16 a	2,32 b	2,37 b	(2,25)			-0,0582*	0,0000	-0,0188*
DKB 215	2,29 b	2,24 a	2,18 a	2,22 a	2,27 b	2,26 a	(2,26)			-0,0189*	0,0273*
Dow 8460	2,35 b	2,23 a	2,22 a	2,18 a	2,31 b	2,19 a	2,19 a	(2,21)			-0,0263*
DKB 214	2,27 b	2,18 a	2,21 a	2,20 a	2,34 b	2,20 a	2,24 a	2,19 a	(2,19)		
P 30F53	(2,38)	2,27 b	2,18 a	2,31 b	2,29 b	2,22 a	2,26 a	2,27 b	2,21 a	(2,23)	
-----Testemunhas-----											
AG9020			DKB214		P30F53		P30P34		Penta		
2.36 b			2.31 b		2.30 b		2.31 b		2.18 a		

*Significativamente diferente de zero a 5% de probabilidade de erro pelo teste t de Student.

¹Médias não acompanhadas da mesma letra diferem entre si pelo teste Scott Knott em nível de 5% de probabilidade de erro.²Médias entre parênteses correspondem a valores preditos.

apenas dois deles, P 30P70 e AS 1550 (Tabela 2), sendo que este último apresentou CGC negativa, o que é desejável. De acordo com ARAÚJO (1992), a busca por ganhos adicionais na produtividade tem sido complementada com os esforços para o melhoramento de outros importantes caracteres agronômicos como na redução da altura das plantas e da inserção das espigas. A menor altura da planta e da espiga reduz o percentual de acamamento e quebraimento das plantas, além de permitir um maior adensamento sem que haja estresse populacional. Segundo SAWAZAKI & PATERNIANI (2004), cerca de 90% das cultivares de milho existentes no mercado apresentam altura máxima da planta de 2,50m e 83% possuem altura da espiga até 1,30m. Ainda, com relação à altura de plantas, foram observadas estimativas de CEC negativas e significativas em 14 cruzamentos (Tabela 4). Os onze híbridos utilizados como genitores apresentaram pelo menos dois cruzamentos em que participaram com CEC significativa. O híbrido AS 1550 x P 30F33 destacou-se por apresentar a menor altura (2,11m) e também baixo valor de CEC (-0,0516) (Tabela 4).

Em relação à altura de inserção da espiga, apenas três dos onze genitores apresentaram estimativa de CGC negativa e significativa (Tabela 2). Os 17 híbridos duplos, com menor altura de inserção de espiga, não diferiram da testemunha Penta. Dos oito híbridos duplos que tiveram o AS 1550 como um dos genitores, sete foram classificados no grupo de

espigas mais baixas. Treze híbridos duplos apresentaram estimativas de CEC negativas e significativas (Tabela 5).

Com base no conjunto das características avaliadas, os genitores Penta, P 30F53 e Dow 8460, embora não tenham apresentado efeito significativo da CGC para altura de planta e altura de espiga, apresentaram as maiores estimativas positivas de CGC para rendimento de grãos nos dois locais (Tabela 2). Apesar dos programas de melhoramento visarem ao desenvolvimento de híbridos com características modernas, como plantas mais baixas com menor tendência ao acamamento, a produção de grãos é sem dúvida a principal característica para o melhoramento da cultura. Dessa forma, esses genitores atuaram, favoravelmente, na contribuição gênica para rendimento médio de grãos nos cruzamentos em que participaram, sendo, portanto, os mais promissores para serem usados em combinações híbridas, ou na formação de populações-base para a serem utilizadas em futuros programas de melhoramento, visando a obtenção de linhagens, pois a CGC é uma característica herdável. O genitor AS1550, embora tenha favorecido a redução da altura de planta e de espiga nos cruzamentos, não apresentou efeito significativo para CGC da produção de grãos, apresentando as piores médias nos cruzamentos (Tabela 3).

Tabela 5 - Estimativas da capacidade específica de combinação (diagonal superior) e valores médios da altura de inserção da espiga (m) dos 44 híbridos duplos do dialelo (diagonal inferior) e das testemunhas. Guarapuava: UNICENTRO-PR, 2006.

	30P70	Penta	AS 1550	Dow 2B150	Premium Flex	P 30F33	DKB 330	DKB 215	Dow 8460	DKB 214	P 30F53
P 30P70			0,1103 *	-0,0052	-0,0334 *	0,0397*	-0,035 *	-0,0667 *	0,0068	-0,0164	
Penta	(1,39) ²			0,5390 *	0,0057	0,0139	0,0341 *	0,0025	-0,0289 *	-0,0772 *	-0,0041
AS 1550	1,39 b ¹	(1,26)			-0,0701 *	-0,002	-0,0618 *	0,0216 *	0,0052	0,0418 *	-0,0450 *
Dow 2B150	1,32 b	1,36 b	(1,19)			-0,0226*	0,0026	0,0260 *	-0,1154 *	-0,0087	0,0694 *
Premium Flex	1,34 b	1,36 b	1,18 a	(1,29)			0,0344 *	-0,0822 *	0,1214 *	0,0181	0,0062
P 30F33	1,38 b	1,34 b	1,21 a	1,24 a	(1,32)			0,0410*	-0,0255 *	-0,0188	-0,0256 *
DKB 330	1,33 b	1,39 b	1,18 a	1,29 b	1,37 b	(1,31)			0,0297 *	0,0614 *	-0,0654 *
DKB 215	1,29 b	1,35 b	1,25 a	1,30 b	1,25 a	1,34 b	(1,32)			-0,0002	0,0579 *
Dow 8460	1,35 b	1,30 b	1,22 a	1,15 a	1,43 b	1,26 a	1,34 b	(1,29)			0,0066
DKB 214	1,30 b	1,23 a	1,24 a	1,24 a	1,31 b	1,24 a	1,34 b	1,27 a	(1,26)		
P 30F53	(1,36)	1,35 b	1,19 a	1,35 b	1,34 b	1,28 a	1,26 a	1,37 b	1,31 b	(1,28)	
-----Testemunhas-----											
	AG9020		DKB214		P30F53		P30P34		Penta		
	1.34 b		1.34 b		1.29 b		1.31 b		1.24 a		

* Significativamente diferente de zero a 5% de probabilidade de erro pelo teste t de Student.

¹Médias acompanhadas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott Knott em nível de 5% de probabilidade de erro.

²Médias entre parênteses correspondem a valores preditos.

CONCLUSÕES

Híbridos comerciais são viáveis para a geração de novas populações para serem trabalhadas em programas de melhoramento. A melhor combinação Penta x P 30F53 apresentou a maior produtividade de grãos, alto valor para a CEC e os dois genitores com as maiores estimativas de CGC para esse caráter, sendo os mais promissores para a geração de populações superiores.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, P.M. **Variabilidade genética em subpopulações de milho (*Zea mays L.*) obtidas por seleção divergente**. 1992. 153f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- BORDALLO, P.N. et al. Análise dialélica de genótipos de milho doce e comum para caracteres agronômicos e proteína total. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.1, p.123-127, 2005.
- CRUZ, C.D. **Programa GENES - Aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: UFV, 1997. 442p.
- CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2003. 2v. 585p.
- FUZATTO, S.R. et al. Divergência genética e sua relação com os cruzamentos dialélicos na cultura do milho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.1, p.22-32, 2002.
- GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Sciences**, Melbourne, v.9, p.463-493, 1956.
- HALLAUER, A.R.; MIRANDA FILHO, J.B. de. **Quantitative genetics in maize breeding**. Ames: Iowa State University, 1988. 468p.
- KOUTSIKA-SOTIRIOU, M.S.; KARAGOUNIS, C.A. Assessment of maize hybrids. **Maydica**, Bergamo, v.50, n.1, p.63-70, 2005.
- LOCATELLI, A.B. et al. Capacidade combinatória de nove linhagens endogâmicas de milho (*Zea mays L.*) em dois ambientes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n.3, p.365-370, 2002.
- MACHADO, J.C. **Estabilidade de produção e da capacidade de combinação em híbridos de milho**. 2007. 68f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras.
- MELO, W.M.C. et al. Capacidade combinatória e divergência genética em híbridos comerciais de milho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.4, p.821-830, 2001.
- MIRANDA FILHO, J.B. de; GORGULHO, E.P. Cruzamentos com testadores e dialelos. In: NASS et al. (Ed.). **Recursos genéticos e melhoramento: plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p.649-671.
- RAMALHO, M.A.P. et al. **Experimentação genética e melhoramento de plantas**. Lavras: UFLA, 2000. 326p.
- SAWAZAKI, E.; PATERNIANI, M.E.A.G.Z. Evolução dos cultivares de milho no Brasil. In: GALVÃO, J.C.C.; MIRANDA, G.V. **Tecnologias de produção do milho**. 20.ed. Viçosa: UFV, 2004. V.1, p.13-53.
- SCAPIM, C.A. et al. Análise dialélica e heterose de populações de milho-pipoca. **Bragantia**, Campinas, v.61, n.3, p.219-230, 2002.
- SCOTT, A.J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Raleigh, v.30, p.507-512, 1974.
- TROYER, A.F. Background of U.S. hybrid corn. **Crop Science**, Madison, v.39, n.3, p.601-626, 1999.
- VACARO, E. et al. Combining ability of twelve maize populations. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.1, p.67-72, 2002.
- VEIGA, R.D. et al. Eficiência dos dialelos circulantes na escolha dos genitores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.7, p.1395-1406, 2000.
- VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E.; VIÉGAS, G.P. [Ed.]. **Melhoramento e produção do milho**. 2.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.137-214.
- ZHANG, Y. et al. Diallel-SAS05: a comprehensive program for Griffing's and Gardner-Eberhart analyses. **Agronomy Journal**, Madison, v.97, p.1097-1106, 2005.