

Análise dialélica de linhagens de milho na safrinha

Diallel analysis of maize lines in the second crop

Celso Gonçalves de Aguiar¹ Carlos Alberto Scapim² Ronald José Barth Pinto³
Antônio Teixeira do Amaral Júnior⁴ Lucas Silvério¹
Carlos Alberto de Bastos Andrade³

RESUMO

Os agricultores brasileiros semearam 2.495 milhões de hectares de milho na safrinha de 2002, área que corresponde a 31% do total da safra. Esse trabalho teve por objetivos avaliar em cruzamentos dialélicos, as capacidades de combinação e identificar as combinações híbridas mais promissoras entre dez linhagens selecionadas a partir de híbridos franceses e um sintético obtido de gerações avançadas de híbridos comerciais. As linhagens e os híbridos foram avaliados em quatro locais, na safrinha de 2002, segundo o delineamento em blocos ao acaso, com três repetições. Foram obtidos os dados de rendimento de grãos, altura de plantas e espigas e dias até o florescimento feminino. Adotou-se o método 2 de Griffing na análise dialélica. Ocorreram diferenças significativas ($P < 0,05$) para rendimento de grãos em relação aos híbridos, locais e interação híbridos x locais. Na análise dialélica conjunta, não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) para capacidade geral de combinação (CGC) e foram detectadas diferenças significativas ($P < 0,05$) para capacidade específica de combinação (CEC) e para as interações CGC x locais e CEC x locais. Os híbridos LD 82-019 x CP 88-003, LD 92-017 x LD 22-014, EPG-009 x CP 88-003 e CP 88-003 x JS 87-041 foram selecionados para maximizar o rendimento de grãos em locais específicos e possuem linhagens com alta CGC.

Palavras-chave: *Zea mays*, capacidade de combinação, heterose, produção de grãos.

ABSTRACT

In Brazil, about 2,495 thousand of hectares were cultivated with maize during the second crop season in 2002. This area was equivalent to 31% of the area employed for maize production during the traditional planting season. The present work was set up in 2002 to evaluate a set of diallel crosses in four environments to verify the combining ability of ten maize lines originated of french hybrids and one synthetic originated of commercial hybrids and the most promising combinations among their hybrids. A randomized complete block design with three replications was used. Data of grain yield, plant and ear height and number of days to female flowering were assessed. Diallel analysis was performed according to the Griffing's method 2. Significant differences ($P < 0.05$) for grain yield were observed among hybrids, locations and interaction hybrids x locations. In the joint diallel analysis, significant differences ($P < 0.05$) were observed for specific combining ability (SCA) and interactions GCA x locations and SCA x locations, but not for GCA effects. Hybrids LD 82-019 x CP 88-003, LD 92-017 x LD 22-014, EPG-009 x CP 88-003 e CP 88-003 x JS 87-041 from lines with high GCA were selected to maximize grain yield in specific locations.

Key words: *Zea mays*, combining ability, heterosis, grain yield.

¹Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Agronomia na Universidade Estadual de Maringá (UEM).

²Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor do Departamento de Agronomia, UEM, Bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, PR. E-mail: cascapim@uem.br. Autor para correspondência.

³Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor do Departamento de Agronomia, UEM.

⁴Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor do Departamento de Agronomia, Universidade Estadual do Norte Fluminense. Bolsista do CNPq.

INTRODUÇÃO

Os agricultores brasileiros semearam 2.945 milhões de hectares de milho na safrinha de 2002. Essa área é 21,4% superior a de 2001, correspondendo a 31% da safra normal (ANUÁRIO BRASILEIRO DO MILHO, 2002). Os Estados do Paraná e Mato Grosso foram os maiores produtores. A produtividade brasileira, na safrinha, foi de 2.600kg ha⁻¹ em 2001. Os Estados do Paraná e do Mato Grosso produziram, em média, 3.100kg ha⁻¹ e 2.880kg ha⁻¹, respectivamente. Estes dados permitem afirmar a importância da safrinha que, em determinadas regiões, deixou de ser apenas opção de inverno para ser agricultura rentável, em que a colheita ocorre na entressafra, com preços mais atrativos. O milho safrinha é conceituado como a cultura de sequeiro realizada extemporaneamente (fora do período normal), de janeiro a abril, em sucessão a uma cultura de primavera-verão (GERAGE & BIANCO, 1990). Ressalta-se que a época de safrinha está consagrada e, assim, todos os esforços devem ser direcionados para a maximização da eficiência produtiva (FANCELLI, 2001).

A escolha de cultivares a serem utilizadas para cada região e para cada época de semeadura na mesma região é fundamental para o bom desenvolvimento da cultura. Até o momento, a maioria das cultivares utilizadas não foi desenvolvida para o cultivo de milho safrinha, ou seja, aquelas utilizadas foram, na realidade, desenvolvidas para a safra primavera-verão e apenas testadas para as condições de "safrinha" (outono-inverno). Nesse aspecto, os programas de melhoramento devem procurar selecionar materiais para as condições prevaescentes nesse período de cultivo (GERAGE et al., 2001).

No melhoramento de milho, o desenvolvimento de híbridos de linhagens adaptados à safrinha é uma etapa importante. Assim, a Universidade Estadual de Maringá desenvolveu linhagens de milho selecionando-as para a época de semeadura denominada safrinha. O próximo passo e objetivo deste trabalho seria avaliar, por meio de cruzamentos dialélicos, as capacidades geral e específica de combinação das linhagens elites.

MATERIAL E MÉTODOS

Em 2001/02, foram efetuados os cruzamentos dialélicos de dez linhagens elites (S7), e foram obtidos os 45 híbridos simples. As linhagens foram identificadas como: (1) FR-KP, (2) EPG-007, (3)LD82-019, (4)EPG-009, (5)CP91-013, (6)CP88-003, (7)LD92-017, (8)LD22-014, (9)JS 87-041 e (10)KW 8903. As seis primeiras pertencem ao Departamento de Agronomia-

UEM e foram obtidas a partir de híbridos franceses e as demais pertencem à COODETEC-PR (Cooperativa Central Agropecuária de Desenvolvimento Tecnológico e Econômico Ltda) e foram geradas de um sintético de gerações avançadas de híbridos comerciais. Para a obtenção dos híbridos, semearam-se as 10 linhagens em linhas de 5,0 metros, em Cascavel-PR e Palotina-PR, pareadas em todas as combinações possíveis. Na época de florescimento, foram feitos os cruzamentos entre as linhagens, por meio de polinizações manuais.

Os experimentos foram conduzidos em quatro locais na safrinha de 2002; em Palotina-PR, Maracajú-MS, Campo Verde-MT e Sete Lagoas-MG. As datas de semeadura foram, respectivamente, 4/2/2002, 12/3/2002, 13/4/2002 e 8/3/2002. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com 55 tratamentos (10 genitores e 45 híbridos), com 3 repetições por ambiente, sendo a unidade experimental constituída de uma fileira de 5m, espaçada de 0,80m, com uma população de 62.500 plantas por hectare, após o desbaste. Os tratos culturais consistiram de capinas e aplicações de fertilizantes 40kg ha⁻¹ de N, 60kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 40kg ha⁻¹ de K₂O na semeadura e de 45kg ha⁻¹ de N em cobertura.

Foram coletados os dados das seguintes características: altura de planta (cm); altura de espiga (cm); estande final; florescimento feminino (dias) e rendimento de grãos corrigido para kg ha⁻¹ a 13% de umidade. Foram feitas análises individuais e conjunta de acordo as recomendações de CRUZ & REGAZZI (2001). As médias das linhagens e dos híbridos foram agrupadas, separadamente, de acordo com o teste de SCOTT & KNOTT (1974), a 5% de probabilidade. As análises dialélicas foram executadas, segundo o Método 2 e Modelo 1 de GRIFFING (1956).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância individual revelaram diferenças significativas (P<0,05) entre médias de tratamentos para todos os caracteres, indicando a importância das diferenças genotípicas. Os coeficientes de variação (cv's) obtidos nos quatro locais variaram de 15,6% a 18,8%, para rendimento de grãos, de 6,7% a 8,8% para altura de plantas, de 9,7% a 13,1% para altura de espigas, e de 1,7% a 3,7% para florescimento feminino. Esses valores são considerados médios para rendimento de grãos e, para as demais variáveis como baixos, demonstrando boa precisão experimental, de acordo com a classificação proposta por SCAPIM et al. (1995).

Na análise conjunta dos experimentos, houve diferenças significativas (P<0,05) de genitores, híbridos, locais e do contraste genitores vs híbridos para todos os

caracteres, indicando que o comportamento médio dos genitores foi diferente do comportamento médio dos híbridos. A interação híbridos x locais foi significativa ($P < 0,05$) para rendimento de grãos e florescimento feminino, mas não para altura de plantas e espigas, indicando resposta diferenciada dos híbridos em relação aos locais. TROYER (1996) afirma que híbridos simples, normalmente, apresentam resposta diferenciada maior frente aos locais do que os híbridos duplos. Na análise conjunta, os cv's obtidos foram de 17% para rendimento de grãos, 7,6% para altura de plantas, 12% para altura de espigas e de 2,7% para florescimento feminino.

Para os híbridos, houve a formação de dois grupos para os locais 1 e 2, e três grupos para os locais 3 e 4 pelo teste de Scott-Knott (SCOTT & KNOTT, 1974) (Tabela 1). As médias gerais dos híbridos em Campo Verde-MT (6.742kg ha^{-1}), Maracaju-MS (6.075kg ha^{-1}) e Sete Lagoas-MG (6.056kg ha^{-1}) são satisfatórias, quando comparadas com os híbridos avaliados no ensaio estadual de cultivares de milho-safrinha 2001 (GERAGE & SHIOGA, 2001). Denota-se, portanto, o potencial para a safrinha, com exceção de Palotina-PR, em que houve baixas precipitações e altas temperaturas e a média dos híbridos foi baixa (3.675kg ha^{-1}). Os híbridos simples 5x7, 6x8, 6x9, 7x8 e 4x10 apresentaram consistência de rendimento nos quatro locais, pertencendo sempre ao primeiro grupo, pelo teste de agrupamento. A média geral desses híbridos variou de 6.424kg ha^{-1} (4x10) a 6.925kg ha^{-1} (5 x 7). Outro híbrido que se destacou foi o 3 x 6 que produziu em Campo Verde-MT 9.317kg ha^{-1} . Esses resultados de produtividade são superiores aos relatados no Ensaio Paranaense de Milho na Safrinha (GERAGE & SHIOGA, 2001)

Os resultados da análise dialéctica conjunta revelaram diferenças significativas ($P < 0,05$) para CGC e CEC para todos os caracteres, com exceção da CGC para rendimento de grãos (Tabela 2). Os quadrados médios significativos para ambas as capacidades combinatórias indicam a existência de variabilidade entre os efeitos da CGC (\hat{g}_i), associados a efeitos gênicos aditivos e entre os efeitos da CEC (\hat{S}_{ij}), associados a efeitos não-aditivos. A variabilidade dos \hat{g}_i permite inferir que as linhagens contribuíram diferentemente nos cruzamentos nas quais estavam envolvidas. A variabilidade entre os efeitos da \hat{S}_{ij} indica que existem combinações híbridas que tiveram performance diferente do que era esperado somente com base nos efeitos da CGC. Houve interação significativa ($P < 0,05$) para CGC x locais para todos os caracteres, com exceção de altura de plantas. Isso significa que a capacidade geral das linhagens foi diferente para cada local, sugerindo a necessidade de selecionar linhagens parentais diferentes para a formação dos híbridos em locais específicos. Também, a interação CEC x locais foi

significativa ($P < 0,05$) para todos os caracteres, com exceção de altura de espigas, permitindo inferir que houve resposta diferenciada das combinações híbridas frente aos locais. Essas interações são relatadas na literatura por diversos autores (ROJAS & SPRAGUE, 1952, MATZINGER et al., 1959, PIXLEY & BJARNASON, 1993, NASS et al., 2000, LOCATELLI et al., 2002).

Os componentes quadráticos da média mostraram que os efeitos da CEC foram superiores aos da CGC para todos os caracteres (Tabela 2). A relação CEC/CGC foi de 73 para rendimento de grãos, 3,7 para altura de plantas, 4,2 para altura de espigas e 2,0 para florescimento feminino. Esses resultados estão de acordo com SPRAGUE & TATUM (1942) que indicavam que para linhagens selecionadas, a CEC é mais importante que a CGC, principalmente, para rendimento de grãos. No entanto, outros autores têm relatado predominância da CGC em relação a CEC para rendimento de grãos (GAMA et al., 1995; BECK et al., 1990; AGUIAR et al., 2003).

As estimativas dos efeitos da CGC, para as linhagens genitoras e o desvio-padrão da diferença entre as duas linhagens, por ambiente e na média para as quatro características avaliadas (Tabela 3). Para altura de plantas, não houve interação significativa ($P > 0,05$) da CGC x locais, portanto, foram obtidas as estimativas médias de \hat{g}_i . Considerou-se haver diferenças entre os efeitos de dois genitores, quando o mesmo superou em, pelo menos duas vezes, o desvio-padrão (SINGH & CHAUDHARY, 1979). Para rendimento de grãos, os genitores 6, 8 e 10, apresentaram estimativas positivas de \hat{g}_i , para os quatro locais indicando aumento da contribuição gênica para rendimento de grãos médio nos cruzamentos em que participa. Estes genitores podem ser identificados como os mais promissores para serem usados em combinações híbridas, pois a capacidade combinatória é uma característica herdável. Os genitores 1, 4 e 9 apresentaram estimativas negativas para os quatro locais, indicando redução na contribuição do caráter. Nesse contexto, os genitores 2, 3, 5 e 7 apresentaram valores positivos e negativos conforme o local, indicando forte interação com os locais testados. O genitor 7 apresentou o maior \hat{g}_i no local 4. Isso significa que, para maximizar o potencial do rendimento dos híbridos para o local 4, a escolha deve ser feita levando em consideração o genitor 7. Para altura de plantas, os genitores 4, 5, 6, 7 e 9 apresentaram estimativas negativas de \hat{g}_i . Para altura de espigas, as linhagens 3, 4, 7 e 9 apresentaram estimativas negativas nos quatro locais. Para florescimento feminino, as linhagens 1, 2 e 4 apresentaram estimativas negativas nos três locais avaliados. As estimativas negativas para as três características são importantes, pois no programa de melhoramento deseja-se linhagens que contribuem para redução da altura de plantas e de espigas, além de

Tabela 1 - Resultados médios para a característica rendimento de grãos (kg ha⁻¹) dos genitores e F1's, nos quatro locais e na média.

Genitores	Média	A 1 ¹		A 2		A 3		A 4	
1- FR-K	1345	1554	b ²	2252	b	790	b	784	c
2- EPG-007	1539	1616	b	2416	b	842	b	1284	b
3- LD 82-019	1096	1197	b	2075	b	503	c	608	c
4-EPG - 009	839	984	c	1064	d	455	c	853	c
5-CP 91 - 013	869	572	c	1600	b	521	c	782	c
6- CP 88 - 003	1420	1918	a	1793	b	1030	b	938	c
7- LD 92 - 017	879	537	c	627	d	409	c	1943	a
8- LD 22 - 014	1162	1140	b	1806	c	524	c	1179	b
9- JS 87 - 041	987	1135	b	1514	c	531	c	765	c
10- KW 8903	2256	2629	a	3347	a	1600	a	1448	b
Média	1239	1328		1849		720		1058	
Híbridos ³									
1x2	4475	6332	B ⁴	5328	B	2764	C	3475	C
1x3	4428	5583	B	5495	B	2729	C	3902	C
1x4	4310	5063	B	4693	B	2919	C	4564	C
1x5	4591	5169	B	5615	B	3162	B	4419	C
1x6	5485	7118	A	6197	A	3535	B	5088	C
1x7	5321	6495	B	6244	A	3395	B	5149	C
1x8	6262	7673	A	6832	A	3181	B	7363	A
1x9	4643	6686	B	5288	B	2868	C	3728	C
1x10	5363	7736	A	6116	A	2884	C	4717	C
2x3	5656	7464	A	5933	B	2790	C	6436	B
2x4	5070	6372	B	5628	B	2927	C	5353	C
2x5	5927	6517	B	6662	A	3455	B	7072	B
2x6	6078	6668	B	6412	A	3842	A	7388	A
2x7	6198	6891	A	5859	B	4650	A	7392	A
2x8	5954	6489	B	6547	A	3926	A	6855	B
2x9	5779	7743	A	5880	B	3410	B	6084	B
2x10	5898	6553	B	6724	A	4110	A	6203	B
3x4	5301	7147	A	4995	B	3364	B	5700	C
3x5	6009	7492	A	6392	A	4209	A	5944	B
3x6	6653	9317	A	6401	A	4484	A	6409	B
3x7	5184	6300	B	5781	B	3351	B	5303	C
3x8	5685	6892	A	6493	A	3666	B	5691	C
3x9	6200	7158	A	6565	A	3930	A	7147	B
3x10	5288	5817	B	5943	B	4299	A	5091	C
4x5	5726	6727	B	6657	A	3531	B	5989	B
4x6	6046	6441	B	7208	A	3814	A	6718	B
4x7	5489	7216	A	4742	B	3408	B	6590	B
4x8	5682	7044	A	5228	B	3534	B	6923	B
4x9	4995	6327	B	5095	B	3600	B	4959	C
4x10	6424	7951	A	6131	A	3816	A	7796	A
5x6	5149	5982	B	5889	B	4124	A	4602	C
5x7	6925	7352	A	7063	A	4234	A	9051	A
5x8	4768	6420	B	5574	B	3018	C	4061	C
5x9	4560	5688	B	4023	B	3808	A	4722	C
5x10	6295	7499	A	6973	A	4200	A	6507	B
6x7	5586	6209	B	6288	A	3460	B	6384	B
6x8	6890	7823	A	6450	A	4856	A	8433	A
6x9	6727	6953	A	7370	A	4207	A	8377	A
6x10	6193	6940	A	6469	A	4607	A	6756	B
7x8	6716	6823	A	7128	A	4787	A	8125	A
7x9	4730	4256	B	6203	A	2545	C	5918	B
7x10	5742	6449	B	6033	A	3997	A	6489	B
8x9	5912	6713	B	6851	A	3987	A	6096	B
8x10	5907	7631	A	5638	B	4046	A	6314	B
9x10	5441	6256	B	6332	A	3944	A	5234	C
Média dos híbridos (F1's)	5637	6742		6075		3675		6056	
Média geral	4837	5757		5307		3138		5147	

¹A1=Campo Verde-MT, A2=Maracajú-MS, A3=Palotina-PR e A4=Sete Lagoas-MG.²Médias seguidas de uma mesma letra minúscula, na coluna, constituem um grupo homogêneo de acordo com o agrupamento de SCOTT & KNOTT (1974).³Híbridos simples.⁴Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula, na coluna, constituem um grupo homogêneo de acordo com o agrupamento de SCOTT & KNOTT (1974).

Tabela 2 - Análise de variância conjunta do dialelo para os caracteres de rendimento de grãos (RG-kg ha⁻¹), altura de plantas (AP-m), altura de espigas (AE-m) e florescimento feminino (FF-dias), na cultura de milho.

FV	RG		AP		AE		FF			
	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM		
Blocos/ambientes	8	6470303,6	8	665,06	8	273,8	6	9,2		
Tratamentos	54	40206501,4	**	54	6156,3	**	54	1557,3	**	
CGC	9	9964318,5	ns	9	13774,3	**	9	2927,7	**	
CEC	45	46254938,0	**	45	4632,6	**	45	1283,2	**	
Ambientes	3	222835689,2	**	3	53124,3	**	3	43670,2	**	
Tratamentos x Ambientes	162	1777467,4	**	162	255,9	**	162	126,5	**	
CGC x Ambientes	27	2091978,4	**	27	257,9	ns	27	187,7	**	
CEC x Ambientes	135	1714565,2	**	135	255,5	**	135	114,3	ns	
Resíduo médio (combinado)	432	715211,4		432	176,4		432	94,8		
CV %		17,48			7,67			11,96		2,70
Componentes quadráticos										
CGC (Fixo)		49329,6			90,7			17,6		1,60
CEC (Fixo)		3616174,3			327,2			75,3		3,27

* - Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade;

** - Significativo pelo teste F a 1% de probabilidade;

ns - Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

florescimento precoce. Analisando conjuntamente os quatro caracteres (Tabela 3), observa-se a dificuldade de reunir, por exemplo, num sintético, alto rendimento com baixa arquitetura de planta e florescimento precoce.

As estimativas de \hat{S}_{ij} para as 45 combinações híbridas e, \hat{S}_{ij} para os 10 genitores, relacionados

somente à variável principal rendimento de grãos, por ambiente, pois a interação CEC x locais foi significativa ($P < 0,05$) (Tabela 4). Para a característica rendimento de grãos, os genitores apresentaram as estimativas de \hat{S}_{ij} negativos para todos os locais, indicando desvios de dominância no sentido de aumentar os valores da

Tabela 3 - Estimativas dos efeitos de Capacidade Geral de Combinação (\hat{G}_i) e Desvio Padrão (D.P.) da diferença entre duas linhagens (P) por local e média, para as características de Rendimento de Grãos (RG), Altura de Plantas (AP), Altura de espigas (AE) e Florescimento Feminino (FF).

G ²	RG ¹					AP ¹				AE ¹				FF ¹			
	A1 ³	A2 ³	A3 ³	A4 ³	Média	Média	A1	A2	A3	A4	Média	A1	A2	A3	A4	Média	
1	-197	-171	-458	-1054	-471	3	5.6	2.0	0.5	-1.8	1.6	-	-1.5	-2.1	-1.7	-1.8	
2	77	119	-80	183	75	5	5.9	8.4	4.9	5.2	6.1	-	-0.5	-0.2	-1.4	-0.7	
3	186	-18	-57	-315	-51	11	-2.0	-2.4	-1.1	-1.8	-1.9	-	0.2	0.7	1.4	0.7	
4	-89	-489	-224	-26	-207	-18	-7.0	-5.6	-3.2	-6.8	-5.6	-	-2.5	-3.2	-1.6	-2.5	
5	-278	-27	22	-224	-127	-6	-5.2	-5.6	-5.0	1.5	-3.6	-	0.6	0.1	0.2	0.2	
6	329	324	373	451	370	-3	2.3	1.0	1.3	3.3	2.0	-	0.5	-0.5	0.5	0.1	
7	-355	-148	10	639	36	-8	-5.2	-0.4	-4.2	-4.5	-3.6	-	0.6	1.2	0.8	0.8	
8	204	165	128	466	241	14	4.5	4.0	3.0	4.0	3.9	-	1.9	2.4	0.3	1.5	
9	-273	-145	-96	-235	-187	-4	-4.2	-5.7	-1.4	-8.4	-5.0	-	0.7	1.5	1.7	1.3	
10	396	390	382	115	321	6	5.4	4.3	5.2	9.3	6.1	-	0.1	0.1	-0.1	0.0	
D.P	230	201	115	228	199	3.1	2.4	1.8	3.1	3.0	2.3		0.2	0.2	0.4	0.3	

¹RG (Rendimento de Grãos), AP (Altura de plantas), AE (Altura de espigas) e FF (Florescimento feminino).²G - Genitores - (1) FR-KP, (2) EPG-007, (3) LD 82-019, (4) EPG-009, (5) CP 91-013, (6) CP 88-003, (7) LD 92-017, (8) LD 22-014, (9) JS 87-041 e (10) KW 8903.³A1=Campo Verde-MT, A2=Maracajú-MS, A3=Palotina-PR e A4=Sete Lagoas-MG.

Tabela 4 - Estimativa dos efeitos médios de Capacidade Específica de Combinação \hat{S}_{ij} e dos \hat{S}_{ii} para Rendimento de grãos.

Efeito de S_i	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)				
	Média	A1 ¹	A2	A3	A4
1- FR-K	-2551,77	-3809,08	-2711,27	-1431,30	-2255,44
2- EPG-007	-3448,40	-4296,49	-3129,14	-2135,95	-4231,33
3- LD 82-019	-3639,11	-4932,67	-3194,47	-2520,44	-3908,86
4-EPG – 009	-3583,25	-4594,01	-3264,60	-2234,07	-4240,31
5-CP 91 – 013	-3714,87	-4628,29	-3652,75	-2660,96	-3917,47
6- CP 88 – 003	-4156,58	-4498,49	-4163,37	-2853,27	-5111,18
7- LD 92 – 017	-4031,35	-4509,37	-4383,40	-2750,48	-4482,16
8- LD 22 – 014	-4157,00	-5026,76	-3830,96	-2869,13	-4901,16
9- JS 87 – 041	-3475,93	-4075,30	-3502,59	-2414,24	-3911,58
10- KW 8903	-3223,34	-3921,42	-2740,14	-2302,21	-3929,59
Efeito de S_{ij}					
1x2	32,68	694,52	74,14	164,33	-802,24
1x3	111,77	-162,82	378,89	106,80	124,21
1x4	150,04	-407,88	47,24	463,71	497,09
1x5	351,13	-112,72	507,05	460,30	549,89
1x6	747,98	1228,79	736,94	482,45	543,74
1x7	917,49	1290,90	1257,20	704,94	416,92
1x8	1654,11	1908,42	1531,71	373,49	2802,82
1x9	463,11	1399,51	298,10	284,87	-130,01
1x10	675,19	1779,43	591,23	-178,32	508,44
2x3	794,66	1443,34	525,61	-210,71	1420,41
2x4	364,89	626,63	690,86	93,01	48,93
2x5	1141,00	960,78	1263,62	374,56	1965,06
2x6	795,55	503,53	661,23	411,50	1605,94
2x7	1248,67	1411,10	580,72	1581,32	1421,55
2x8	800,80	449,48	956,36	739,91	1057,45
2x9	1054,37	2181,86	598,61	448,13	988,88
2x10	664,13	321,71	908,44	669,72	756,65
3x4	722,63	1292,86	195,86	507,65	894,18
3x5	1350,12	1827,25	1131,23	1106,32	1335,67
3x6	1497,06	3044,23	788,13	1030,39	1125,50
3x7	361,58	712,43	641,31	260,38	-167,79
3x8	658,31	743,41	1040,45	457,51	391,86
3x9	1601,57	1487,99	1241,97	946,13	2550,21
3x10	180,49	-537,36	265,47	836,39	143,45
4x5	1223,05	1237,69	1866,34	595,42	1092,74
4x6	1046,21	443,71	2066,06	528,14	1146,94
4x7	822,66	1903,71	72,60	484,26	830,08
4x8	811,48	1171,86	245,03	492,72	1336,29
4x9	552,65	932,43	422,11	782,43	73,66
4x10	1472,86	1886,99	923,08	520,67	2560,68
5x6	69,27	173,26	284,43	591,12	-771,71
5x7	2177,80	2228,77	1931,45	1061,95	3489,02
5x8	-183,09	736,09	129,75	-269,60	-1328,61
5x9	37,20	482,30	-1111,71	744,19	34,03
5x10	1263,23	1623,15	1303,32	657,63	1468,84
6x7	342,18	477,50	804,93	-60,83	147,14
6x8	1442,46	1530,80	654,01	1217,21	2367,82
6x9	1707,28	1138,84	1883,10	792,40	3014,75
6x10	665,12	456,27	447,88	714,14	1042,20
7x8	1601,06	1216,24	1804,47	1510,82	1872,70
7x9	44,07	-872,51	1189,25	-507,76	367,35
7x10	547,16	650,57	484,86	465,87	587,32
8x9	1020,97	1024,65	1523,93	817,98	717,33
8x10	507,88	1272,55	-223,82	398,20	584,62
9x10	470,58	375,51	779,79	520,09	206,94

¹A1=Campo Verde-MT, A2=Maracajú-MS, A3=Palotina-PR e A4=Sete Lagoas-MG.

característica. Em relação à magnitude, em valor absoluto, os genitores 6, 7 e 8 são os de maiores estimativas, sendo, portanto, os mais divergentes em relação aos outros genitores ou da média do dialelo.

Nas análises dialélicas, deve-se escolher os híbridos de maior capacidade específica de combinação, no qual uma das linhagens genitoras apresenta a maior capacidade geral de combinação. Em relação ao caráter rendimento de grãos, as linhagens que se destacaram para CGC foram as de número 6, 8 e 10. Nesse contexto, as maiores estimativas de \hat{S}_{ij} , na média geral, foram para as combinações 6x8, 6x9, 3x6, 7x8, 4x10 e 1x8. Observa-se que essas combinações apresentaram, na média geral, os maiores rendimentos (Tabela 1).

A combinação 3 x 6 é importante para Campo Verde-MT, pois apresentou a maior estimativa de \hat{S}_{ij} e destacou-se em rendimento médio. Em Palotina, a combinação 7 x 8 deve ser selecionada. Em Maracaju-MS, as combinações 4x6 e 6x9 devem ser priorizadas. Por meio das informações de rendimento de grãos da análise dialélica, é possível estimar os híbridos triplos e duplos de melhor desempenho. Dos 360 híbridos triplos e 630 híbridos duplos possíveis, doze sobressaíram, com médias estimadas acima de 6.300kg ha⁻¹, superando a média geral do experimento e dos F₁s, que foram respectivamente, 4.837kg ha⁻¹ e 5.637kg ha⁻¹. Visualiza-se que as melhores combinações preditas, apresentam linhagens de alta CGC (Tabela 3).

CONCLUSÕES

Para rendimento de grãos, os genitores 6, 8 e 10 podem ser identificados como os mais promissores para serem usados em combinações híbridas. Os híbridos 3x6, 7x8, 4x6 e 6x9 foram selecionados para maximizar o rendimento de grãos em locais específicos e possuem linhagens com alta CGC.

AGRADECIMENTOS

À COODETEC, por instalar e conduzir os experimentos em quatro locais sem nenhum custo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, A.M. et al. Combining ability of inbred lines of maize and stability of their respective single-crosses. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.60, n.1, p.83-89, 2003.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DO MILHO 2002. **Gazeta grupo de comunicações**. Santa Cruz do Sul-RS, 2002. 136p.
- BECK, D. L. et al. Heterosis and combining ability of CIMMYT's tropical early and intermediate maturity maize (*Zea mays* L.) germoplasm. **Maydica**, Bergamo, v.35, p.279-285, 1990.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.D. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa : UFV, 2001. 390p.
- FANCELLI, A.L. A cultura do milho safrinha. Fisiologia das plantas de milho em condições de safrinha. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 6., 2001, Londrina. **Anais...** Londrina : IAPAR, 2001. p.11-31.
- GAMA, E.E. et al. Heterosis in maize single crosses derived from a yellow Tuxpeño variety in Brazil. **Brazilian Journal of Genetics**, Ribeirão Preto, v.18, p.81-85, 1995.
- GERAGE, A. C.; BIANCO, R. A. A produção de milho na safrinha. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.14, p.39-44, 1990.
- GERAGE, A.C.; SHIOGA, P.M. **Avaliação estadual de cultivares de milho "safrinha"**. Londrina : IAPAR, 2001. 45p. (Boletim Técnico, 139.)
- GERAGE, A.C. et al. A cultura do milho safrinha. Cultivares. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 6., 2001, Londrina. **Anais...** Londrina : IAPAR, 2001. p.32-44.
- GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal Biology Science**, Melbourne, v.9, p.463-493, 1956.
- 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.
- MATZINGER, D.F. et al. Diallel cross of maize in experiments repeated over locations and years. **Agronomy Journal**, Madison, v.51, p.346-350, 1959.
- NASS, L.L. et al. Combining ability of maize inbred lines evaluated in three environments in Brazil. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n.1, p.129-134, 2000.
- PIXLEY, K.V.; BJARNASON, M.S. Combining ability for yield and protein quality among modified-endosperm opaque-2 tropical maize inbreds. **Crop Science**, Madison, v.33, p.1229-1234, 1993.
- ROJAS, B.A.; SPRAGUE, G.F. A comparison of variance components in corn yield trials: III. General and specific combining ability and their interaction with locations and years. **Agronomy Journal**, Madison, v.44, p.462-466, 1952.
- SCAPIM, C.A. et al. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.5, p.683-685, 1995.
- SCOTT, A.J.; KNOTT, M.A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Raleigh, v.30, n.3, p.507-512, 1974.
- SINGH, R.K.; CHAUDHARY, B.D. **Biometrical methods in quantitative genetic analysis**. New Delhi : Kalyani, 1979. 304p.
- SPRAGUE, G.F.; TATUM, L.A. General vs specific combining ability in single crosses of corn. **Journal of the American Society of Agronomy**, Madison, v.34, p.923-932, 1942.
- TROYER, A.F. Breeding widely adapted, popular maize hybrids. **Euphytica**, Wageningen, v.92, p.163-174, 1996.