AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE COMBINATÓRIA DE VINTE LINHAGENS DE MILHO EM UM DIALELO PARCIAL[1]

ROMÁRIO GAVA FERRÃO[2], ELTO EUGÊNIO GOMES E GAMA[3], HÉLIO WILSON LEMOS DE CARVALHO[4] e MARIA AMÉLIA GAVA FERRÃO[2]

RESUMO - Visando à identificação de linhagens obtidas de dois materiais de milho (*Zea mays* L.) de diferente base genética, para a obtenção de híbridos mais estáveis, através de um cruzamento dialélico, foram avaliados 100 híbridos simples, em Sete Lagoas (MG), Linhares (ES) e Aracaju (SE), usando-se "látice" simples 10 x 10 com duas repetições por local. Foram tomados os dados de produção de espigas despalhadas, em kg/ha, e realizada a análise genética. A análise estatística conjunta mostrou alta significância das interações de híbridos e capacidade geral e específica de combinações com locais. Nas análises individuais, as estimativas dos quadrados médios de híbridos e capacidade geral foram também significaticas ($P < 0,01$). A magnitude relativa das estimativas das capacidades geral e específica de combinação mostraram predominância dos efeitos gênicos aditivos. Houve especificidade de comportamento dos híbridos quanto à produção por local. Os híbridos L7 x L4', L7 x L7' e L1 x L9' foram os mais produtivos em Sete Lagoas, Linhares e Aracaju, respectivamente.

Termos para indexação: *Zea mays*, produção de espigas, híbridos, melhoramento genético.

EVALUATION OF THE COMBINING ABILITY OF TWENTY MAIZE LINES IN A PARTIAL DIALLEL CROSS

ABSTRACT - Aiming to identify inbred lines derived from two materials of maize (*Zea mays* L.) of different genetic basis to be used for obtaning more stable hybrids, a diallelic cross was carried out generating 100 single crosses which were evaluated at Sete Lagoas (MG), Linhares (ES) and Aracaju (SE). A simple 10 x 10 Lattice design with two replications per location was used. Data were collected for harvested ear in kg/ha, and submitted to a genetic analysis. The combined analysis showed significance for the interactions of hybrids, and for general and especific combining ability with locations. For the individual analysis within locations the mean square estimates were also significant ($P<0,01$) for hybrids and general combining ability. The relative magnitude of general and specific combining ability estimates showed a predominance of additive genic effects. A specificity of hybrids for each location was observed. Hybrids L7 x L4', L7 x L7' and L1 x L9' were the most productive at Sete Lagoas, Linhares and Aracaju, respectively.

Index terms: *Zea mays*, ear yield, hybrids, genetic improvement.

INTRODUÇÃO

A obtenção de linhagens de milho é um dos objetivos básicos num programa de melhoramento genético, pelo seu emprego na formação de híbridos comerciais e novas variedades sintéticas, com alta freqüência de genes favoráveis para futuros trabalhos de melhoramento.

O valor de uma linhagem, no processo de produção comercial de híbridos, depende de suas características e do seu comportamento em combinações híbridas. Vários autores têm utilizado os cruzamentos dialélicos como uma das formas efetivas de se testar um grupo de linhagens. Os cruzamentos dialélicos são definidos, por diversos autores, como sendo todos os possíveis cruzamen-

[1] Aceito para publicação em 27 de setembro de 1994.

[2] Eng.-Agr., M.Sc., EMCAPA/Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária, Caixa Postal 62, CEP-29900-970, Linhares, ES.

[3] Eng.-Agr., Ph.D., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo-CNPMS, Caixa Postal 151, Rodovia MG 424, km 65, CEP 35701-970, Sete Lagoas, MG.

[4] Eng.-Agr., Ph.D., EMBRAPA/Centro de Pesquisa Agropecuária dos Tabuleiros Costeiros (CPATC), Av. Beira-Mar, 3250, CEP 49025-040, Aracaju, SE.

tos dentro de um determinado grupo de genótipos. Como exemplo, citam-se os trabalhos desenvolvidos por Lima (1977), Pereira (1978), Gomide (1980), Santos (1981), Cruz (1981), Ferrão (1984), Ferrão et al. (1985, 1987).

São muitos os métodos utilizados para análise de dialelos, podendo-se citar, inicialmente, o esquema proposto por Yates (1947) e, posteriormente, os de Hayman (1954), Kempthorne (1956), Griffing (1956), Kempthorne & Curnow (1961), Keuls & Garretsen (1977), Garretsen & Keuls (1978), Miranda Filho & Geraldi (1984) e Oliveira et al. (1987).

É do conhecimento dos melhoristas que as linhagens formadoras dos híbridos de milho usados comercialmente têm sido derivadas de um germoplasma com base genética relativamente estreita. A efetiva utilização de populações com características superiores é de grande importância para um programa de produção de híbridos, cuja utilidade depende da superioridade das linhagens endogâmicas que podem ser obtidas delas (Moll et al., 1977).

Considerando a escassez de informações disponíveis sobre cruzamentos de linhagens obtidas de materiais melhorados e adaptados, e a importância que isto representa para os diferentes setores de produção de híbridos comerciais no País, torna-se necessário, cada vez mais, o fornecimento de maiores resultados de pesquisa neste sentido.

O objetivo do trabalho foi avaliar, mediante cruzamento dialélico parcial, a capacidade geral e específica de combinação de vinte linhagens de milho extraídas de materiais melhorados, para o caráter peso de espiga despalhada.

MATERIAL E MÉTODOS

Visando à obtenção de híbridos de milho adaptados e com características agronômicas para o Estado do Espírito Santo, principalmente para as áreas irrigadas, iniciou-se, em 1986, na Estação Experimental de Linhares, ES, da Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária (EMCAPA), o presente trabalho, com a extração de progênies endogâmicas no composto CMS 0508 (grupo 1) e sintético CMS 1215 (grupo 2). O composto CMS 0508 foi formado em 1980, pelo cruzamento controlado de vinte das melhores progênies de meios-irmãos de cada uma das duas populações Suwan DMR e Tuxpeño Amarillo. Após várias recombinações, este composto foi selecionado pela EMCAPA, por vários anos, para produção e tipo de grão (flint). O sintético CMS 1215 foi formado pelo cruzamento controlado de linhagens obtidas das populações Pool 21 e Pool 26.

Em 1988/89, foram obtidos e avaliados cem híbridos topcrosses de cada grupo, na Fazenda Experimental de Sooretama/EMCAPA, Linhares, ES, em solo característico da região (LVD_{11}). Dos resultados das avaliações de híbridos topcrosses foram selecionadas vinte linhagens S_3, sendo dez de cada grupo. As linhagens do grupo 1 apresentam os grãos de endosperma duro, e os do grupo 2, de endosperma semi-dentado.

Em 1989/90, utilizando-se cruzamentos controlados, foram produzidos cem híbridos simples no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS), em Sete Lagoas, MG, através de um dialelo parcial, os quais, em 1990/91, foram testados em Linhares, ES, na Fazenda Experimental de Sooretama, (Solo LDV_{11}, Clima Am, latitude 19°24', longitude 40°10', altitude de 28 m, precipitação média anual de 1.197 mm); em Sete Lagoas, MG, no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, (solo aluvial, clima Awb, latitude 19°28', longitude 44°15'08", altitude de precipitação média anual 1.345 mm, e temperatura média anual 22,1°C), e em Aracajú, SE, no Centro Nacional de Pesquisa de Coco - Poço Verde, (solo Cambissolo eutrófico, Zona Semi-árida - Awa, latitude 10°42'11" e longitude 38°11'08", altitude 126 m).

Para avaliação destes híbridos simples, utilizou-se o delineamento experimental de látice simples 10 x 10, com duas repetições por local. As parcelas foram formadas por duas fileiras de 5,0 m, com espaços, entre si, de 0,90 m, com cinco plantas por metro linear após o desbaste. A adubação de plantio foi feita de acordo com a análise de solo, e as de cobertura, foram de 80 kg N/ha, à base de sulfato de amônio aplicado em duas vezes, aos 35 e 50 dias após germinação. O controle de ervas daninhas, pragas e doenças foi de acordo com as necessidades. Sempre que necessário, foi feita irrigação complementar por aspersão.

Foram feitas análises de variância por local, conjunta, e estimados os efeitos da capacidade geral de combinação (CGC), e quanto ao caráter peso de espigas despalhadas (PED). Como o dialelo foi parcial, isso é, envolveu todos os cruzamentos possíveis entre as linhagens do grupo 1 (CMS 0508) com a do grupo 2 (CMS 1215), as estimativas de $\hat{G}i$ e $\hat{S}ij$ foram feitas com base no modelo de Miranda-Filho & Geraldi (1984) adaptado por Oliveira et al. (1987).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os quadrados médios das capacidades combinatórias das análises de variância conjunta e individual, referentes ao caráter produção de espigas despalhadas (PED), avaliado em Sete Lagoas, MG, Linhares, ES e Aracaju, SE. Verificaram-se diferenças altamente significativas ($P < 0,01$) em relação a híbridos, à CGC (grupo 1 e 2), à CEC e a interações com locais; a interação CEC x locais, porém, teve $P < 0,05$. Nas análises individuais ocorreram diferenças significativas ($P < 0,01$ e $P < 0,05$) quanto a híbridos e a CGC (grupo 1 e 2) nos três locais; entretanto, quanto a CEC, só foi significativo ($P < 0,01$) em Sete Lagoas. As diferenças significativas, com relação aos híbridos, evidenciaram a importância das variações genotípicas que possibilitaram as suas investigações através da análise da capacidade combinatória.

Embora os quadrados médios não sejam indicadores diretos da importância relativa dos componentes da variância genotípica, as significâncias encontradas referente aos quadrados médios dos efeitos da CGC e à CEC mostraram a existência de variabilidade devido tanto a efeitos gênicos aditivos como a não-aditivos, nos materiais estudados. A superioridade dos valores dos quadrados médios da CGC sobre os da CEC é indicativa da maior importância da variabilidade gênica aditiva sobre a não-aditiva. Resultados semelhantes foram encontrados por Gnoatto (1969), Lima (1977), Parentoni et al. (1991). Esta maior variação dos efeitos da CGC sobre a CEC era esperada, devido à procedência heterogênea dos materiais-base utilizados na obtenção das linhagens (Rojas & Sprague (1952); Lonnquist & Gardner (1961); Allard, (1971)).

A interação significativa de híbridos x locais mostrou o comportamento diferenciado dos híbridos simples nos distintos locais. Isso já era esperado, dadas as condições edafoclimáticas de Sete Lagoas e Aracaju, bem diferentes das encontradas em Linhares, onde os materiais que deram origem às linhagens passaram pelo processo de melhoramento. Este resultado evidencia a especificidade dos híbridos simples na região em que foram desenvolvidos ou em ambientes semelhantes.

Diante da significância dessa interação, as estimativas dos efeitos das capacidades de combinação de cada grupo de linhagens foram realizadas por local. Essas estimativas ($\hat{G}i$), referentes a cada linhagem, e o respectivo desvio padrão da diferença entre as duas estimativas quaisquer, en-

TABELA 1 - Análise de variância conjunta[a] e individual[b] do caráter produção de espigas (kg/ha) avaliado em Sete Lagoas (MG), Linhares (ES) e Aracaju (SE). 1990/91. EMCAPA, Linhares (ES), 1992.

				SeteLagoas	Linhares	Aracaju
Causas de variação	GL[a]	QM	GL[b]		QM	
Híbridos (H)	99	690114,5**	99	988614,4**	552924,6*	511890,0*
CGC (1)	9	1112635,8**	9	2382960,4**	1353350,4**	1850683,8**
CGC (2)	9	1538040,9**	9	2370245,7**	712610,9**	798078,9**
CEC	81	548953,6**	81	680172,5**	446245,4	3331336,4
Locais (L)	2	62518114,3**				
H x L	198	681657,3**				
CGC (1) x L	18	2237179,4**				
CGC (2) x L	18	1171447,4**				
CEC x L	162	454400,3*				
Erro	243	361615,0	81	405974,7	342504,1	336366,1

*, ** Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

contram-se na Tabela 2. Baixas estimativas de $\hat{G}i$ indicam que o valor da CGC da linhagem ou o valor de suas combinações híbridas com outras linhagens não difere da média de todos os cruzamentos do dialelo. Valores altos e positivos destas estimativas são do maior interesse, pois indicam que a média dos cruzamentos que envolvem os progenitores em questão é maior do que a média geral dos dados dos cruzamentos que entraram no sistema de cruzamento dialélico. Esses valores são indicações da importância dos genes considerados aditivos na variabilidade genética dos materiais utilizados neste estudo (Sprague & Tatum, 1942). Pode-se observar que, para Sete Lagoas, a linhagem L5 do grupo 1 tem contribuição genética positiva comum em todos os seus cruzamentos, e um aumento médio de 965 kg/ha na produção.

Analisando a Tabela 2, verificam-se as seguintes linhagens que contribuíram positivamente no aumento da produção de espigas nos híbridos: Em Sete Lagoas: (grupo 1), L5, L9, L6, L3 e (grupo 2) L4', L6', L8' e L9'. Em Linhares: (grupo 1) L3, L4, L8, L6, L9 e (grupo 2) L7', L5', L6', L4'. Em Aracaju: (grupo 1) L1, L7, L8, L4 e (grupo 2) L3', L4', L8', L6'.

Comparando os resultados de $\hat{G}i$ obtidos nos três ambientes, nota-se a ocorrência da interação híbridos x locais. As linhagens de maiores efeitos de CGC não foram as mesmas nos três locais. Tais resultados concordam com os obtidos por Ferrão et al. (1987), Cruz (1981), Parentoni et al. (1991), e não concordam com os de Gnoatto (1969), que obteve maior estabilidade em germoplasma com efeitos de $\hat{G}i$ elevados. Os valores dos desvios padrão foram semelhantes, o que indica pouca variabilidade dos dados nos três locais de estudo.

Na Tabela 3 são apresentadas as estimativas dos efeitos de capacidade específica de combinação ($\hat{S}ij$), os desvios padrão, e as respectivas médias de cruzamento por local dos dez melhores híbridos. Como os efeitos da capacidade específica de combinação ($\hat{S}ij$) são estimados como desvios de comportamento do híbrido em relação ao que seria esperado com base na CGC, interessa ao melhorista a combinação híbrida de maior estimativa $\hat{S}ij$ que envolva, pelo menos, um dos pais que tenha apresentado o efeito mais favorável de CGC. Desse modo, esses valores constituem uma indicação importante dos genes que exibem efeitos de dominância e epistasia (Sprague & Tatum, 1942). Observando-se os resultados obtidos em Sete La-

TABELA 2. Estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação ($\hat{G}i$) de um dialelo parcial envolvendo vinte linhagens (grupos 1 e 2), para produção de espigas (kg/ha) e desvio padrão da diferença entre duas estimativas CGC relativos a Sete Lagoas (MG), Linhares (ES) e Aracaju (SE). 1990/91. EMCAPA, Linhares (ES), 1992.

Linhagens		Sete Lagoas (MG)		Linhares (ES)		Aracaju (SE)	
		$\hat{G}i$		$\hat{G}i$		$\hat{G}i$	
Grupo1	Grupo2	Grupo1	Grupo2	Grupo1	Grupo2	Grupo1	Grupo2
L1	L1'	42,3	-558,0'	-667,9	3,7'	846,4	-58,5'
L2	L2'	-923,5	-553,0'	103,7	1,2'	-323,7	-84,2'
L3	L3'	250,8	-641,9'	405,7	-409,6'	-469,6	297,2'
L4	L4'	-192,3	845,6'	290,5	54,8'	173,8	284,8'
L5	L5'	965,0	72,6'	-548,1	324,2'	-4,5	-668,8'
L6	L6'	274,5	574,1'	174,9	102,2'	-242,6	122,4'
L7	L7'	59,7	78,1'	82,6	452,1'	443,4	-17,8'
L8	L8'	-20,1	196,5'	267,2	19,2'	185,6	197,4'
L9	L9'	421,9	105,4'	155,9	-279,5'	-41,2	37,3'
L10	L10'	-34,5	-139,5'	-254,6	-269,2'	-557,4	-89,9'
D.P. ($\hat{G}i$ - $\hat{G}j$)		142,5		130,8		129,6	

TABELA 3. Produção média e as estimativas dos efeitos de capacidade específica ($\hat{S}ij$) dos dez melhores híbridos simples, em relação ao caráter peso de espigas (kg/ha) e os desvios padrão da diferença entre duas estimativas da CEC, relativos a Sete Lagoas (MG), Linhares (ES) e Aracaju (SE). 1990/91. EMCAPA. Linhares (ES), 1992.

HS	Sete Lagoas (MG)			Linhares (ES)			Aracaju (SE)		
	Híbrido	Peso	$\hat{S}ij$	Híbrido	Peso	$\hat{S}ij$	Híbrido	Peso	$\hat{S}ij$
1	64(4x4')	9.290	1479	67(7x7')	8.870	1343	9(1x9')	7.670	1204
2	6(1x6')	8.940	1409	77(8x7')	8.570	852	83(9x3')	6.900	1065
3	47(5x7')	8.710	759	84(9x4')	8.260	1062	8(1x8')	6.850	219
4	28(3x8')	8.580	1219	20(2x10')	8.230	1397	54(6x4')	6.760	1134
5	46(5x6')	8.550	100	76(8x6')	8.200	843	7(1x7')	6.690	281
6	49(5x9')	8.540	560	25(3x5')	8.170	447	6(1x6')	6.580	22
7	29(3x9')	8.290	1019	21(3x1')	8.160	403	62(7x2')	6.550	617
8	42(5x2')	8.270	929	31(4x1')	8.150	767	80(8x10')	6.530	847
9	45(5x5')	8.220	270	71(8x1')	8.130	868	37(4x7')	6.490	757
10	36(4x6')	8.180	890	4(1x4')	8.050	1683	40(4x10')	6.480	822
S.E. ($\hat{S}ij$-$\hat{S}ik$)			621			570			565
S.E. ($\hat{S}ij$-$\hat{S}kl$)			604			555			550

goas, os híbridos que se destacaram com efeitos positivos foram L7 x L4', L1 x L6', L3 x L8' e L3 x L9', sendo que o híbrido L7 x L4' apresentou a maior produtividade, o maior efeito de $\hat{S}ij$ e um aumento de 1.470 kg/ha de espigas. Em Linhares, os melhores híbridos em termos de $\hat{S}ij$ foram: L1 x L4', L2 x L10', L7 x L7', L9 x L4', L8 x L1'. Neste caso, o híbrido L1 x L4', com maior valor de $\hat{S}ij$ (1683), não foi o de maior produção. O híbrido L7 x L7', que apresentou a maior produtividade (8.870 kg/ha), também apresentou um alto valor de $\hat{S}ij$ (1343), e possui em comum a linhagem L7 do melhor híbrido em Sete Lagoas. Os híbridos que se destacaram com efeitos positivos em Aracaju foram: L1 x L9', L6 x L4', L9 x L3' e L8 x L10'. Observa-se que o híbrido L1 x L9', com o maior valor de $\hat{S}ij$, possui a linhagem L1 em comum com o melhor híbrido de Linhares. As produtividades de espigas dos melhores híbridos foram superiores a 8.290, 8.200 e 6.480 kg/ha em Sete Lagoas, Linhares e Aracaju, respectivamente.

As melhores linhagens, quanto à magnitude dos efeitos de $\hat{G}i$, não foram as mesmas para os três locais, e assim, também os melhores híbridos não apresentaram estabilidade ambiental, o que não concorda com os resultados obtidos por Lynch et al. (1973) e Eberhart & Russel (1969). Assim, desde que todo tipo de ação gênica parece estar envolvida na estabilidade de híbridos simples, estes devem ser avaliados em maior número de ambientes, para que se possam identificar híbridos mais estáveis e de alto potencial produtivo (Eberhart & Russel, 1969).

CONCLUSÕES

1 - A interação significativa híbridos x locais indica a especificidade dos híbridos simples estudados, nos três ambientes.

2 - As magnitudes e significâncias dos quadrados médios dos efeitos das CGC e CEC e suas interações com os locais são indicativos da variabilidade genética dos materiais que poderão ser utilizados no melhoramento para formação de novos sintéticos.

3 - As melhores linhagens quanto à CGC foram: Em Sete Lagoas: (grupo 1) - L3, L5, L6 e L9,

(grupo 2) L4', L6', L8'e L9'; em Linhares: (grupo 1) - L3, L4, L6 e L8, (grupo 2) L4', L5', L6', L7'; em Aracaju: (grupo 1) - L1, L4, L7, L8, (grupo 2) L3', L4', L6'e L8'.

4 - Foi possível indicar híbridos específicos em Sete Lagoas: L7 x L4', L1 x L6', L3 x L8', L3 x L9'; em Linhares: L7 x L7', L1 x L4', L9 x L4', L8 x L7'; em Aracaju: L1 x L9', L6 x L4', L9 x L3', L8 x L10'.

REFERÊNCIAS

ALLARD, R.W. **Princípios de melhoramento genético das plantas**. São Paulo: Edgar Blucher, 1971. 381p.

CRUZ. C.D. **Análise dialélica e correlações entre caracteres em combinações híbridas de linhagens endogâmicas de milho (*Zea mays L.*)**. Viçosa, MG: UFV, 1981. 54p. Tese de Mestrado.

EBERHART, S.A.; RUSSEL, W.A. Yield and stability for 10-Line diallel of single cross and double cross maize hybrids. **Crop Science**, Madison, v. 9, p.357-361, 1969.

FERRÃO, R. G. **Cruzamentos dialéticos incompletos entre oito linhagens de milho (*Zea mays* L.) com diferentes ângulos de inserção da folha no colmo**. Viçosa, MG: UVF, 1984. 92p. Tese de Mestrado.

FERRÃO, R.G.; SILVA, J.C.; CRUZ, C.D. Análise da capacidade combinatória de linhagens de milho, quanto à produção e ângulo de inserção da folha no colmo, em um sistema dialélico incompleto. **Revista Ceres**, v. 34, n.195, p.462-473, 1987.

FERRÃO, R. G.; SILVA, J. C.; CRUZ, C. D. Avaliação da capacidade combinatória de oito linhagens de milho em um sistema dialélico desbalanceado. **Revista Ceres**, v.32, n.182, p.283-293, 1985.

GARRETSEN, F.; KEULS, M. A general method for the analysis of genetic variation in complete and incomplete diallels and North Carolina II (NC II) designs. Part II: procedures and general formulas for the fixed model. **Euphytica**, v. 27, p.49-68, 1978.

GNOATTO, I.L. **Análise de cruzamentos dialélicos entre linhagens de milho (*Zea Mays L.*) de diversas origens**. Piracicaba, SP: ESALQ/USP, 1969. 80p. Tese de Mestrado.

GOMIDE, F.B. **Cruzamentos dialélicos entre variedades de milho (*Zea mays L.*)**. Viçosa, MG: UFV, 1980. 71p. Tese de Mestrado.

GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Sciences**, v. 9, p.463-493, 1956.

HAYMAN, B.I. The theory and analysis of diallel crosses II. **Genetics**, California, v. 43. p.63-85, 1958.

KEMPTHORNE, O. The theory of the diallel cross. **Genetics**, California, v. 41, p.451-456, 1956.

KEMPTHORNE, O.; CURNOW, R.N. The parcial diallel cross.**Biometrics**, v. 17, p.229-250, 1961.

KEULS, M.; GARRETSEN, F. A general method for the analysis of genetic variation in complete and incomplete diallels and North Carolina II designs. Part I. Procedures and general formulas for the random model. **Euphytica**, v. 26, p.537-551, 1977.

LIMA, T.S.O. **Avaliação das capacidades geral e específica de combinação e correlação entre caracteres em oito populações de milho (*Zea mays L.*) opaco-2**. Viçosa, MG: UFV, 1977. 71p. Tese de Mestrado.

LONNQUIST, J.H.; GARDNER, C.O. Heterosis in intervarietal crosses in maize and its implication in breeding procedures. **Crop Science**, Madison, v. 1, p.179-183, 1961.

LYNCH, P.J.; HUNTER, R.B.; KANNENBERGER, L.W. Relative performance of single-cross free-way, cross and double-cross corn hybrids recommended in Ontario, 1968-1972. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 53, p.805-810, 1973.

MIRANDA FILHO, J.B.; GERALDI, I.O. An adapted model for the analysis of partial diallel crosses. **Revista Brasileira de Genética**. v. 7, p.677-688, 1984.

MOLL, R. H.; BARI, A.; STUBER, C. W. Frequency distribution of maize yield before and after reciprocal recurrent selection. **Crop Science**, v.17, p.794-796, 1977.

OLIVEIRA, A.C.; MORAIS, A.R.; SOUZA JUNIOR, C.L.; GAMA, E.E.G. Análise de cruzamentos dialélicos parciais repetidos em vários ambientes. **Revista Brasileira de Genética**, v. 10, n.3, p.517-533, 1987.

PARENTONI, S.N.; GAMA, E.E.G.; REIFSCHNEIDER, F.J.B.; GUIMARÃES, P.E.O. Avaliação de capacidade combinatória de dez linhagens de milho doce. **Horticultura Brasileira**, v. 9, n.2, p.71-73, 1991.

PEREIRA, P. **Comportamento de linhagens de milho (*Zea Mays L.*) em cruzamentos dialélicos**. Viçosa, MG: UFV, 1978. 70p. Tese de Mestrado.

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**, Wisconsin, v. 44, p.462-466, 1952.

SANTOS, M.M. **Avaliações de quinze caracteres agronômicas de seis variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) em cruzamentos dialélicos**. Viçosa, MG: UFV, 1981. 86p. Tese de Mestrado.

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

YATES, F. Analysis of data from all possible reciprocal crosses between a set of parental lines. **Heredity**, v. 1, p.287-307, 1947.