

Avaliação dialélica parcial de linhagens de milho para região oeste do Paraná

Diego Luan Kunz¹; Celso Gonçalves de Aguiar²; Marcos Araújo Rodovalho³

RESUMO: O milho é uma planta originária do México e, nas últimas décadas inúmeras pesquisas na área de melhoramento genético desta cultura tem surgido o que faz com que a mesmo alcance altos níveis de produtividade. Entretanto, para desenvolver cultivares superiores torna-se essencial o conhecimento do potencial genético de populações e o seu comportamento em cruzamentos. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi analisar a capacidade geral de combinação (CGC), a capacidade específica de combinação (CEC) e o nível de produtividade de 24 híbridos obtidos em um cruzamento dialélico parcial realizado na estação experimental da Syngenta Seeds em Cascavel - PR. Para as análises estatísticas foi utilizado o programa Genes da Universidade Federal de Viçosa, no qual os F₁ foram avaliados pelo delineamento de blocos ao acaso e, a CGC e a CEC através do modelo 4 proposto por Griffing (1956) adaptado por Miranda Filho e Geraldi (1984). Nas condições em que o experimento foi conduzido pode-se observar que os progenitores L10 e L50 do grupo G1 e os progenitores L3 e L4 do grupo G2 apresentaram-se em melhores condições para gerar novas populações, as melhores combinações específicas encontradas foram correspondentes aos híbridos L43/L02, L41/L01, L41/L03, L10/L06 e L50/L05 e os híbridos L10/L06 e L50/L05 apresentaram pelo menos um dos pais com alta capacidade geral de combinação. Portanto, a partir deste estudo foi possível observar que mesmo em linhagens com uma base genética estreita é possível ter variabilidade para a participação e retirada de um novo híbrido.

Palavras-chave: Melhoramento; heterose; efeitos.

Partial diallel evaluation of maize lines to the western region of Paraná

ABSTRACT: Corn is a native plant from Mexico and, in the last decades, extensive research has been carried out on the breeding area of this culture, what leads to high levels of productivity. However, to develop superior cultivars it is essential the knowledge of genetic potential of populations as well as their behavior in intersections. Therefore, the aim of this study was to analyze the general combining ability, the specific combining ability and the level of productivity of 24 hybrids obtained in a partial diallel mating conducted in the experimental station of Syngenta Seeds in Cascavel – PR. For statistical analysis, the Genes program of the Federal University of Viçosa was used, in which the F₁ were evaluated by the design of randomized blocks and, the general and specific combining ability through model 4 proposed by Griffing (1956) adapted by Miranda Filho and Geraldi (1984). In the conditions under which the experiment was conducted, it can be seen that parents L10 and L50 of group G1 as well as the parents L3 and L4 from group G2 presented themselves in better conditions to generate new populations. The best specific combinations found were related to the hybrids L43/L02, L41/L01, L41/L03, L10/L06 and L50/L05 while the hybrids L10/L06 and L50/L05 had at least one of the parents with high general combining ability. As a result, it was observed through this study that even in strains with a narrow genetic base, it might be possible to have variability for the participation and withdrawal of a new hybrid.

¹ Graduando de agronomia. Graduando da Faculdade Assis Gurgacz (FAG). – Pr. diegoluan.kunz@gmail.com

² Engenheiro Agrônomo. Doutor em Agronomia (UEM). Professor da disciplina de Melhoramento Genético Vegetal do Curso de Agronomia da Faculdade Assis Gurgacz – Pr. celso@aguiar.eti.br

³ Engenheiro Agrônomo. Doutor em Agronomia (UEM). Pesquisador da Syngenta SEEDS – Cascavel Pr. marcos.rodvalho@syngenta.com

Keywords: improvement, heterosis, effects.

Introdução

O milho (*Zea mays* L.) é uma planta pertencente à família Poaceae, subfamília Panicoidae, gênero *Zea* e espécie *Zea mays* L., de caráter monoico, com os dois sexos na mesma planta em inflorescências diferentes, originário de regiões pertencentes ao México (NOGUEIRA E JÚNIOR, 2015).

Nas últimas décadas a cultura do milho tem exercido importante papel econômico como componente na alimentação de aves, suínos, bovinos e na viabilidade de outras culturas. Devido a isso, têm surgido inúmeras e diferentes pesquisas na área de melhoramento genético desta cultura, o que faz com que o mesmo alcance alto níveis de produtividade. No entanto, este aumento na produtividade acontece desde que, em ambientes apropriados e com técnicas de cultivo adequadas (GORGULHO e FILHO, 2001).

Silva e Filho (2003) acreditam ainda, que para desenvolver cultivares superiores torna-se essencial o conhecimento do potencial genético de populações e de seu comportamento em cruzamentos. No melhoramento de milho, o desenvolvimento de híbridos de linhagens é uma etapa muito importante. Visto que, o emprego de linhagens está associado à busca de vigor de um híbrido (heterose), fenômeno que proporciona alta produtividade em híbridos provenientes de cruzamentos de parentais que exibem divergência entre si (PATERNIANI et al., 2008).

Na produção de linhagens endogâmicas ocorre a autofecundação de plantas selecionadas, por vários ciclos, visando à obtenção de genótipos homozigotos. As plantas que serão autofecundadas, geralmente, são obtidas a partir de populações melhoradas através de seleções recorrentes (BESPALHOCK *et al.*, 2013).

De acordo com Silva et al. (2000) uma das etapas mais críticas, nos programas de melhoramento genético, constitui-se da escolha dos genitores para o desenvolvimento de populações capazes de obterem os ganhos de seleção esperados. O melhorista pode através dos cruzamentos dialélicos identificar os genitores baseado na capacidade destes se combinarem em híbridos que produzam populações segregantes promissoras.

Segundo Dias et al. apud Cruz e Regazzi (2012), dialélico é uma expressão utilizada para representar um conjunto de híbridos resultantes do cruzamento de genitores, que são utilizados para estimativas de parâmetros úteis para a seleção de novas linhagens, visando a produção de híbridos de alto desempenho. Paterniani *et al.* (2008) cita ainda, que os

cruzamentos dialélicos proporcionam a criação de estimativas das capacidades de combinações gerais e específicas.

Estão disponíveis inúmeros métodos para análise de cruzamentos dialélicos, tais como, os balanceados, que tiveram como pioneiros Jinks e Hayman datado de 1953, Hayman de 1954, Griffing de 1956, Gardner e Eberhart de 1966; cruzamentos dialélicos parciais, desenvolvido por Kempthorne e Curnow de 1961 e; cruzamentos dialélicos incompletos e desbalanceados, proposto por Cruz & Regazzi de 1994 (SILVA *et al.*, 2000). Com o objetivo de reduzir o número de cruzamentos e materiais a serem utilizados Miranda Filho e Geraldi (1984), propuseram uma adaptação do método completo de Gardner e Eberhart com o objetivo de analisar e estimar os parâmetros de cruzamentos dialélicos parciais entre dois grupos de variedades distintas (GORGULHO e FILHO, 2001).

Em estudo, realizado durante a safra 2003/2004 na fazenda escola da Universidade Estadual de Londrina e, na safra 2004/2005 no Município de São João do Triunfo, teve como objetivo determinar a capacidade geral e específica de combinação entre variedades locais e sintéticas de milho e identificar os cruzamentos que reunissem características de interesse agrônômico, foi concluído que existem combinações híbridas com potencial para síntese de novas variedades melhores que as variedades locais e semelhantes aos híbridos comerciais (KOSTETZER *et al.*, 2009).

Outro estudo realizado por Aguiar *et al.* (2004), no qual analisaram os cruzamentos dialélicos, as capacidades combinatórias e as combinações híbridas mais promissoras em quatro localidades durante a safra 2002, puderam observar que o cruzamento de uma das linhagens elites oriundas de híbridos franceses, e outros dois cruzamentos, obtidos de um sintético de gerações avançadas de híbridos comerciais, foram os mais promissores para serem usados em combinações híbridas.

Portanto, através dos cruzamentos dialélicos torna-se possível prever as melhores combinações entre diferentes grupos de linhagens de milho, possibilitando maior eficiência no direcionamento dos recursos financeiros e humanos, a fim de gerar um constante ganho genético no desenvolvimento de híbridos elites (VALÉRIO *et al.*, 2009).

Frente ao exposto acima, este estudo tem como objetivo analisar a capacidade geral e específica de combinação (C.G.C e C.E.C.), das linhagens de híbridos de milho e avaliar o nível de produtividade das mesmas.

Material e métodos

Este estudo caracteriza-se como experimental e tem como objetivo verificar a capacidade geral e específica de combinação e o nível de produtividade de 24 híbridos obtidos em um cruzamento dialélico parcial realizado no período de 28/09/2013 a 21/01/2014, na estação experimental da Syngenta Seeds em Cascavel – PR, cuja localização geográfica corresponde a 24°57'21''S, 53°27'19''O e 731 m de altitude.

Para a avaliação da capacidade geral (CGC) e específica (CEC) de combinação será utilizado o método proposto por Miranda Filho e Geraldi (1984). As análises de variância serão realizadas através do programa Genes da Universidade Federal de Viçosa.

O plantio dos cruzamentos foi realizado em 28/09/2013 no qual foram utilizadas cinco sementes por metro, totalizando 3 metros de plantio para cada linhagem. As adubações, os tratamentos culturais, bem como, as aplicações de inseticidas e fungicidas ocorreram de acordo com o desenvolvimento da cultura e recomendações técnicas.

A partir do cruzamento dialélico parcial envolvendo 4 linhagens do Grupo 1 (G1) L43, L41, L10, L50, doadoras de pólen para 6 linhagens receptoras de pólen do Grupo 2 (G2) L01; L02; L03; L04; L05; L06 foram obtidos 24 híbridos F₁ que foram analisados no presente estudo.

No período anterior as fases de florescimento as inflorescências das espigas foram cobertas com sacos plásticos para que não ocorresse a autopolinização e contaminação das mesmas. Foram utilizados sacos de papel para cobrir o pendão das plantas e coletar o pólen. Nos cruzamentos, foram utilizados o pólen das linhagens do Grupo 1 para então cruzá-los com as linhagens do Grupo 2. Segundo o esquema dialélico parcial 6x4, a caracterização das linhagens participantes esta apresentada na (Tabela 1).

Tabela 1- Esquema dialélico parcial 6x4, segundo metodologia adaptada por Miranda e Filho (1984)

		G ₂					
		L01	L02	L03	L04	L05	L06
G ₁	L43	L43L01	L43L02	L43L03	L43L04	L43L05	L43L06
	L41	L41L01	L41L02	L41L03	L41L04	L41L05	L41L06
	L10	L10L01	L10L02	L10L03	L10L04	L10L05	L10L06
	L50	L50L01	L50L02	L50L03	L50L04	L50L05	L50L06

Legenda - G₁= grupo 1; G₂= grupo 2; L= linhagens.

Fonte= do autor.

Os ensaios constaram de 24 tratamentos (24 híbridos experimentais) realizados na safra de verão 2014. O plantio foi realizado em uma época, na data de 06/10/2014 na cidade de Cascavel - PR. Sendo o delineamento empregado de blocos ao acaso com quatro repetições.

As parcelas foram compostas por 2 linhas de 5 metros de comprimento em um espaçamento de 0,60 metros entre linhas, a colheita foi realizada na data de 29/01/2015, sendo colhidas as duas linhas.

O modelo estatístico para análise de variância em blocos ao acaso foi

$$Y_{ij} = \mu + G_i + B_j + \varepsilon_{ij}$$

Y_{ij} : observação obtida na parcela com o i -ésimo híbrido no j -ésimo bloco;

μ : média geral;

G_i : efeito do i -ésimo genótipo;

B_j : efeito do j -ésimo bloco;

ε_{ij} : efeito do erro associado à observação de ordem ij .

A variável analisada foi produtividade em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ e para a análise dialélica parcial, foi utilizado o modelo 4 proposto por Griffing (1956), adaptados para cruzamentos dialélicos parciais por Miranda Filho e Geraldi (1984). Foram analisadas as combinações híbridas, segundo o modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + g_i + g_j + s_{ij} + \bar{\varepsilon}_{ij}$$

onde:

Y_{ij} é o valor médio de combinação híbrida da linhagem G1 com a linhagem G2;

μ : é a média geral de combinações híbridas,

g_i é o efeito da capacidade geral de combinação do grupo i ;

g_j : é o efeito da capacidade geral de combinação do grupo j ;

s_{ij} é o efeito da capacidade específica de combinação (CEC) para os cruzamentos entre os genitores de ordem i e j ,

ε_{ij} é erro experimental médio associado.

Resultados e Discussão

Pela análise de variância, foi observada diferença significativa para fonte de variação híbridos para todas as características de rendimento de grãos Tabela 2. A partir deste estudo pode-se observar um coeficiente de variação (CV%) para o rendimento $\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ correspondente a 9,35%, o que denota uma boa precisão experimental, segundo a classificação proposta por Scapim *et al.* (1995) o valor CV% ficou dentro dos limites que normalmente são relatados em experimentos com a cultura do milho.

O estudo realizado por Machado *et al.* (2008) corrobora a informação descrita acima. Pois, o mesmo encontrou para peso de grãos dos híbridos valores entre 10,212 e 11,247 Kg.há⁻¹ e ainda observou que a produtividade dos cruzamentos intervarietais foi superior à dos seus genitores e, o de Oliboni *et al.* (2013) um rendimento médio de grãos de 11,88%. Já, em outro estudo realizado por Gorgulho e Filho (2001) a média geral de produtividade encontrada foi inferior à deste estudo. E, no de Kostetzer *et al.* (2009) o coeficiente de variação (CV%) médio foi baixo quanto à produtividade.

Tabela 2 - Análise da variância dos tratamentos para rendimento Kg.ha⁻¹

FV	GL	SQ	QM	F	P
Blocos	3	21096342,05	7032114,02		
Tratamentos	23	89237469,44	3879889,98	3,18	0.01115 **
Resíduo	69	84308329,99	1221859,85		
Total	95	194642141,5			
CV(%)		9,35			
Média		11827,50			

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

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

A análise dialélica (Tabela 3) revelou efeitos altamente significativos para os fatores de cruzamentos, capacidade geral combinação (CGC I e II), capacidade específica de combinação (CEC) para todos os caracteres analisados.

A presença de significância para as capacidades gerais indica que pelo menos uma linhagem em cada conjunto gênico difere das demais na concentração de alelos favoráveis para o caráter, qualquer que seja o tipo de dominância destes alelos (VENCOVSKY e BARRIGA, 1992).

Tabela 3 – Quadrados médios da capacidade geral (C.G.C) e específica de combinação (C.E.C), para rendimento de grãos

FV	GL	SQ	QM	F	P
Híbridos	23	89237469,44	3879889,98	3,18	0.01115 **
CGC (G-I)	3	12278673,73	4092891,244	3,35	0.023885 *
CGC (G-II)	5	33664470,72	6732894,145	5,51	0.000267 **
CEC (IxII)	15	43294324,98	2886288,332	2,36	0.008391 *
Resíduo	69	84308329,99	1221859,85		
Total	95	194642141,5			
Média		11827,49			
DP(u)		112.81			

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

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

Para o caráter rendimento de grãos a partir da análise realizada no grupo I, as linhas L43 L10 e L50 apresentaram estimativas favoráveis para o caráter, às demais linhagens revelam

estimativas com magnitudes negativas, sendo desfavoráveis para o rendimento de grãos (Tabela 4).

Aguiar *et al.* (2004); Machado *et al.* (2008), Pfann *et al.* (2009) também verificaram efeitos significativos da CGC para produção de grãos, indicando que entre o conjunto de genitores ocorre diferenças para frequência de alelos favoráveis, existindo desta forma genitores mais promissores no conjunto do dialelo.

Em relação às linhagens do grupo II (Tabela 4) os genitores L03 e L04 apresentam efeitos positivos para CGC, os demais seis genitores expressam magnitudes negativas para as estimativas da \hat{g}_i , possibilitando o emprego em cruzamentos com outros grupos heteróticos, sendo as estimativas das linhagens L01, L02, L05 e L06 desfavoráveis para a expressão deste caráter.

Tabela 4 - Estimativa dos efeitos da capacidade geral de combinação (\hat{g}_i) e desvio padrão (DP) das 4 linhagens do grupo 1 (GI) e 6 linhagens do grupo 2(GII), para rendimento de grãos

Progenitor (i)	Efeito G_I	Progenitor (j)	Efeito G_{II}
G_{iL43}	22,97	G_{jL01}	-350,31
G_{iL41}	-583,13	G_{jL02}	-130,11
G_{iL10}	195,98	G_{jL03}	563,67
G_{iL50}	364,19	G_{jL04}	1016,97
		G_{jL05}	-490,12
		G_{jL06}	-610,10
DP(G_I):	195,41		252,27
DP(G_I - G_j):	319,10		390,81

Legenda - G_I = grupo 1; G_j = grupo 2; L = linhagens.

Fonte = do autor.

A estimativa da Capacidade Específica de Combinação CEC do grupo 1 e do grupo 2 apresentada na Tabela 5. Após a identificação dos progenitores superiores com os melhores efeitos, baseados na CGC, as estimativas dos efeitos CEC serão úteis na recomendação do melhor par. Efeitos significativos para CEC indicam que os genitores com as melhores estimativas podem gerar híbridos com maior heterose (OLIBONI *et al.*, 2013).

Com relação às estimativas da capacidade específica de combinação os cruzamentos para aumento do caráter rendimento de grãos (Tabela 5) são entre as linhagens, L41/L01, L43/L02, L41/L03, L50/L05, L10/L06, L10/L04, L43/L05, L50/L06, L43/L03, L50/L01, L43/L04, L41/L06 e L10/L05 com valores de \hat{S}_{ij} de 1363,7375, 1315,8209, 752,5625, 723,0209, 714,4209 441,4709, 355,7209, 307,5209 115,2459 92,3209 74,2709 53,4375 22,5209 respectivamente.

As maiores estimativas de \hat{S}_{ij} foram às combinações híbridas L41/L01, L41/L03, L10/L06 e L50/105, já que as combinações L10/L06 e L50/L05 apresentam um dos pais com alta capacidade geral de combinação, com estimativas entre 13040 Kg.há⁻¹ a 11400 Kg.ha⁻¹, Nota-se que as melhores combinações dos progenitores correspondentes ao \hat{g}_1 foram: L43; L41; L50 sendo que, a linhagem L43 foi a que obteve maior Capacidade Geral de Combinação, podendo ser indicada como a mais promissora para combinações híbridas. Portanto, mesmo em linhagens com uma base genética estreita é possível ter variabilidade para a participação e retirada de um novo híbrido.

Tabela 5 – Estimativas dos efeitos da Capacidade Específica de Combinação (\hat{S}_{ij}) para rendimento de grãos

		G_2					
		L01	L02	L03	L04	L05	L06
G_1	L43	-785,63	1.315,79	115,22	74,25	355,71	-1.075,34
	L41	1.363,73	-1.038,48	752,55	-29,99	-1.101,27	53,46
	L10	-670,41	-169,93	-338,06	441,49	22,52	714,39
	L50	92,31	-107,38	-529,70	-485,74	723,04	307,48
DP(\hat{S}_{ij})		436,94					

Legenda – G1 = 1; G2 = grupo 2; L = linhagens.

Fonte = do autor.

Em termos de comparações de híbridos estão apresentados na tabela 6, através da realização do teste Scott e Knott (1974) a 5% de probabilidade para comparação das medias observou-se a formação de dois grupos onde o grupo “a” é composto com os híbridos com medias superior ao outro grupo correspondente a letra “b” na tabela a seguir.

Tabela 6 - Médias dos híbridos F1's, e agrupamento pelo teste de Scott e Knott (1974), a 5% de probabilidade, para rendimento de grãos

Híbridos	Progenitores G1 / G2	Médias de Rendimento (Kg.ha ⁻¹)	Grupos
Híbrido 16	4x4	13481,92	a
Híbrido 2	1x2	13036,15	a
Híbrido 4	1x4	12941,68	a
Híbrido 22	3x4	12722,90	a
Híbrido 9	2x3	12560,57	a
Híbrido 3	1x3	12529,35	a
Híbrido 23	3x5	12424,59	a
Híbrido 7	2x1	12257,78	a
Híbrido 15	4x3	12249,08	a
Híbrido 10	2x4	12231,34	a
Híbrido 21	3x3	12225,64	a
Híbrido 18	4x6	12127,76	a
Híbrido 20	3x2	11954,18	a
Híbrido 19	3x1	11933,68	a
Híbrido 24	3x6	11889,07	a
Híbrido 14	4x2	11723,42	a
Híbrido 5	1x5	11716,05	a
Híbrido 17	4x5	11555,87	a
Híbrido 8	2x2	10075,77	b
Híbrido 6	1x6	10165,03	b

Híbrido 12	2x6	10687,73	b
Híbrido 1	1x1	10714,53	b
Híbrido 13	4x1	11002,75	b
Híbrido 11	2x5	9652,96	b

Conclusões

Nas condições em que o experimento foi conduzido conclui-se que:

- ✓ Para o grupo G1 os progenitores L10 e L50 apresentam-se em melhores condições para gerar novas populações;
- ✓ Para o grupo G2 os progenitores L3 e L4 são os que melhor adaptaram para constituição de novas populações;
- ✓ As melhores combinações específicas foram os híbridos L43/L02, L41/L01, L41/L03, L10/L06 e L50/L05;
- ✓ Para os híbridos L10/L06 e L50/L05 apresenta pelo ao menos um dos pais com alta capacidade geral de combinação;

Referências

- AGUIAR, C. G.; SCAPIM, C. A.; PINTO, R. J. B.; JÚNIOR, A. T. A.; SILVÉRIO, L.; ANDRADE, C. A. B. Análise dialélica de linhagens de milho safrinha. **Ciência Rural**, RS, v. 34, n. 6, p. 1737-1737, 2004.
- BESPALHOK F., J.C.; GUERRA, E.P.; OLIVEIRA, R. Introdução ao Melhoramento de Plantas. In: BESPALHOK F., J.C.; GUERRA, E.P.; OLIVEIRA, R. Melhoramento de Plantas. Disponível em www.bespa.agrarias.ufpr.br; p. 11-20, 2013.
- DIAS, H. A. c.; MARINO, T. O.; LOPES, K. B.; Andressa Camila Seiko NAKAGAWA, A. C. S.; DALTO, P. G.; KRAUSE, M. D.; Alana Padia CAVALCANTE, A. P.; KOLTUN, A.; Robson ROCKEMBACHER, R.; PAIVA, M. R. C.; MOREIRA, R. M.; FERREIRA, J. M. **Capacidade de combinação de linhagens endogâmicas de milho dos sintéticos ST08 e ST17**. In: XXIX congresso Nacional de Milho e sorgo. SP, 2012
- GORGULHO, E. P.; FILHO, J. B. M. Estudo da capacidade combinatória de variedades de milho no esquema de cruzamento dialélico parcial. **Bragantia**, SP, v. 60, n. 1, p. 1-8, 2001.
- KOSTETZER, V.; MOREIRA, R. M. P.; FERREIRA, J. M. Cruzamento dialélico parcial entre variedades locais do Paraná e variedades sintéticas de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, DF, v.44, n.9, p.1152-1159, 2009.
- MACHADO, A. T.; NASS, L. L.; PACHECO, C. A. P. Cruzamentos intervartetais de milho avaliados em esquema dialélico parcial. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, DF, v.7, n.3, p.291-394, 2008.

NOGUEIRA, L.; JÚNIOR, A. L. B. **Categorias e níveis de resistência de genótipos de milho crioulo a *Spodoptera* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae).** 2015. Dissertação (Mestrado da UNESP – Campus de Agronomia), SP.

OLIBONI, R.; FARIA, R. V.; NEUMANN, M.; RESENDE, J. T. V.; BATISTTELLI, G. M.; TEGONI, R. G.; OLIBONI, D. F. Análise dialélica na avaliação do potencial de híbridos de milho para geração de populações-base para obtenção de linhagens. **Semina: Ciências Agrárias**, PR, v.34, n.1, p.7-18, 2013.

PATERNIANI, M. E. A. G.; GUIMARÃES, P. S.; LUDERS, R. R.; GALLO, P. B.; SOUZA, A. P. LABORDA, P. R.; OLIVEIRA, K. M. Capacidade combinatória, divergência genética entre linhagens de milho e correlação com heterose. **Bragantia**, SP, v. 67, n. 3, p. 639-648, 2008.

PFANN, A. Z.; FARIA, M. V.; ANDRADE, A. A.; NASCIMENTO, I. R.; FARIA, C. M. D. R.; BRINGHENTTI, R. M. Capacidade combinatória entre híbridos simples de milho em dialelo circulante. **Ciência Rural**, RS, v. 39, n. 3, p. 128-134, 2009.

SCAPIM, C. A.; CARVALHO, C. G. P.; CRUZ, C. D. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. **Pesq Agropecuária Bras**, DF, v.30, n.5, p.683-686, 1995.

SILVA, R. M.; FILHO, J. B. M. Heterosis expression in crosses between maize populations. **Scientia Agricola**, SP, v. 60, n. 3, p. 519-524, 2003

SILVA, S. A. G.; MORAIS, O. P.; RAVA, C. A.; COSTA, J. G. C. Método Generalizado de análise de dialelos desbalanceados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, DF, v.35, n.10, p.1999-2005, 2000.

VALÉRIO, I. P.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; LORENCETTI, C.; SOUZA, V. Q.; SILVA, J. A. G.; HARWING, I.; SCHMIDT, A. M.; BERTAN, I.; RIBEIRO, G. Estabilidade da produção e da capacidade de combinação de diferentes populações de aveia. **Semina: Ciências Agrárias**, PR, v. 30, n. 2, p. 331-346, abr./jun. 2009.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética Biométrica no Fitomelhoramento.** SP: Sociedade Brasileira de Genética, 1992.