

## Capacidade Combinatória em Linhagens de Milho Comum Utilizando Testadores não-relacionados

Geovana Cremonini Entringer<sup>1</sup>, Pedro Henrique Araujo Diniz Santos<sup>2</sup>, Julio Cesar Fiorio Vettorazzi<sup>3</sup> Keila Silva da Cunha<sup>4</sup>, Renato Santa Catarina<sup>5</sup> Roberto dos Santos Trindade<sup>6</sup> e Messias Gonzaga Pereira<sup>7</sup>.

<sup>1,2,4</sup>Doutorandos em Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, e-mail: [geocremonini@yahoo.com.br](mailto:geocremonini@yahoo.com.br), [pasantos@yahoo.com.br](mailto:pasantos@yahoo.com.br) e [kscuenf@hotmail.com](mailto:kscuenf@hotmail.com). <sup>3,5</sup>Graduando em Agronomia, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, e-mail: [juliocesar.f.v@hotmail.com](mailto:juliocesar.f.v@hotmail.com). <sup>5</sup>Pesquisador INCAPER CRDR Centro Norte, e-mail: [roberto.trindade@incaper.es.gov.br](mailto:roberto.trindade@incaper.es.gov.br) <sup>6</sup> Professor titular em Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, e-mail: [messias@uenf.br](mailto:messias@uenf.br).

**RESUMO** - O presente trabalho teve por objetivo avaliar a capacidade específica (CEC) e geral de combinação (CGC) em um grupo de linhagens obtido no programa de seleção recorrente recíproca de milho comum da UENF. Cada grupo de linhagens (“Flint” e “Dent”) foi cruzado com dois testadores, sendo um de base ampla, que permite inferir sobre a capacidade geral de combinação (CGC) e um de base estreita, que permite inferir sobre a capacidade específica de combinação (CEC). Os testadores utilizados para as linhagens do grupo “Dent” foram a linhagem L 159 br e uma variedade, ambos pertencentes ao grupo “Flint”, que testam para CEC e CGG, respectivamente. Para as linhagens do grupo “Flint”, os testadores utilizados foram a linhagem L6 e uma variedade, ambas pertencentes ao grupo “Dent”, testadores para CEC e CGG, respectivamente. O delineamento experimental utilizado para avaliação do Topcross foi o de Blocos Casualizados com três repetições, com 46 tratamentos, sendo 44 híbridos Topcrosses e duas testemunhas comerciais. A linhagem 41 expressou valores elevados de CGC e CEC para os dois ambientes, denotando alto valor genético para combinações híbridas com linhagens do grupo “Flint”.

Palavras chaves – *Zea mays* L, Topcross; Heterose.

### Introdução

Os programas de melhoramento de milho geram milhares de linhagens por ano. Devido à depressão por endogamia, que torna este tipo de genótipo pouco competitivo e com baixo potencial *per se*, existem dificuldades na sua avaliação e na caracterização fenotípica (Hallauer et al.; 2010). Isto pode levar a estimativas imprecisas de parâmetros genéticos importantes, como variabilidade genotípica e herdabilidade, além de altas estimativas para coeficientes de variação experimentais, ocasionando baixa eficiência na escolha de genitores.

A seleção de parentais superiores é o primeiro passo para o melhoramento genético visando à obtenção de cultivares produtivas. Dessa forma, recomenda-se

que a avaliação de caracteres agronômicos seja feita em híbridos sintetizados via dialelos ou topcrosses, que possibilitam a expressão de heterose e permitem avaliar o mérito das linhagens como genitoras, uma vez que a correlação entre o desempenho per se das linhagens e os híbridos é baixa (Davis, 1924).

Os cruzamentos dialélicos são comumente empregados para avaliação da capacidade específica de combinação (CEC) e capacidade geral de combinação (CGC) (Griffing, 1956; Cruz et al., 2004). Entretanto, sua praticidade é reduzida quando o número de linhagens é elevado. Para contornar este problema, melhoristas têm optado pelo método de topcrosses, proposto por Davis (1924). Esta metodologia consiste em avaliar o mérito relativo de um grande número de linhagens em cruzamentos com testadores, eliminando as de desempenho agronômico inferior, tornando mais racional e eficiente o programa de híbridos (Nurmburg et al., 2000).

A seleção do testador ideal é um dos pontos chaves na metodologia do Topcross. Um bom testador deve oferecer simplicidade no uso, gerar informação que classifique corretamente o potencial relativo das linhagens em cruzamento e maximizar o ganho genético (Duarte et al.; 2003). A combinação híbrida mais favorável é aquela que apresenta maior estimativa CEC e que seja resultante de um cruzamento em que pelo menos um dos parentais apresente elevada CGC (Cruz et al., 2004).

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo identificar e selecionar linhagens que possuam boa capacidade específica de combinação (CEC) e boa capacidade geral de combinação (CGC).

### **Materiais e Métodos**

Os cruzamentos para obtenção dos híbridos de milho comum foram realizados na área experimental do Colégio Estadual Agrícola Antônio Sarlo, em Campos dos Goytacazes –RJ.

As linhagens utilizadas fazem parte de dois grupos heteróticos distintos, a saber: população “Flint” e a população “Dent”. Estas linhagens são extraídas de populações dos grupos CIMMYT e Pirão oriundas do programa de seleção recorrente recíproca de irmãos completos (SRRFIC) assistidos por marcadores moleculares da UENF. A cada ciclo de seleção são obtidos híbridos

interpopulacionais e também são extraídas linhagens, sendo que o programa se encontra em seu 13º ciclo de SSRFIC.

Inicialmente, realizou-se um ensaio para avaliar o desempenho *per se* das linhagens obtidas ao longo dos ciclos de SRRFIC. A partir daí, selecionou-se 22 linhagens, sendo 10 linhagens do grupo “Flint” e 12 linhagens do grupo “Dent” em diferentes níveis de homozigose, para uso no presente trabalho. Cada grupo de linhagens (“Flint” e “Dent”) foi cruzado com dois testadores, sendo um de base ampla que permite inferir sobre a capacidade geral de combinação (CGC) e um de base estreita que permite inferir sobre a capacidade específica de combinação (CEC).

Os testadores utilizados para as linhagens do grupo “Dent” foram a linhagem 159 br (linhagem com o melhor desempenho *per se* do grupo Flint) e a variedade C8 (população pertencente ao grupo Flint do 8º ciclo de seleção recorrente recíproca), que testam para CEC e CGG, respectivamente. Para as linhagens do grupo “Flint”, os testadores utilizados foram a linhagem L6 e a variedade P8 que também testam para CEC e CGG, respectivamente.

As 22 linhagens selecionadas combinadas com os seus respectivos testadores geraram 44 híbridos topcrosses (Tabela 1). As avaliações dos híbridos obtidos foram feitas em dois locais, a saber: Colégio Estadual Agrícola Antônio Sarlo, em Campos dos Goytacazes, no Norte Fluminense, e na Estação Experimental Ilha Barra do Pombo, em Itaocara, no Noroeste Fluminense.

O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados com três repetições, com 46 tratamentos, sendo 44 híbridos Topcrosses e duas testemunhas (BR 106 e UENF 508-8). Cada parcela foi constituída por uma linha de cinco metros de comprimento, com espaçamento entre linhas de 0,9 metros e cinco sementes por metro linear, totalizando 25 plantas por parcela. Na colheita, cada parcela foi colhida separadamente, para debulha e posterior avaliação do rendimento de grãos (REND).

A análise estatística foi efetuada com auxílio do programa SAS (1996), considerando um modelo de análise conjunta, onde apenas o efeito de ambiente foi considerado como fixo, uma vez que os ambientes de avaliação não representam a totalidade das condições edafoclimáticas das regiões Norte e Noroeste Fluminense. Nesta análise, foram observados efeitos significativos de F calculado para rendimento ( $P > 0,05$ ). As estimativas das capacidades geral e específicas de

combinação foram obtidas para cada grupo heterótico e ambiente através do método proposto por Hallauer et al. (2010), onde tal estimativa é obtida através do desvio do cruzamento em relação à média do conjunto de híbridos obtidos para o mesmo testador.

### **Resultado de Discussão**

Nas Tabelas 2 e 3, encontram-se as estimativas dos efeitos da capacidade específica CEC e geral CGC de combinação para o rendimento de grãos das linhagens dos grupos heteróticos “Flint” e “Dent”. As estimativas dos efeitos da CGC referentes ao grupo “Dent” em Campos dos Goytacazes (Tabela 2) variaram de  $-1271,60 \text{ kg.ha}^{-1}$  (L3br) a  $1691,36 \text{ kg.ha}^{-1}$  (L14), sendo que a linhagem L2 também teve estimativa da CGC superior a  $1300 \text{ Kg.ha}^{-1}$ . Já em Itaocara, nota-se que as estimativas da CGC (tabela 3) variaram de  $-888,89 \text{ kg.ha}^{-1}$  (L10A) e  $1259,26 \text{ kg.ha}^{-1}$ .

Não foi observada uma coincidência no desempenho dos híbridos das linhagens no que diz respeito à CGC nos dois ambientes avaliados, ocorrendo estimativas elevadas de CGC em um local e baixas estimativas em outro, chegando a se observar valores negativos, comprovando forte influência ambiental. Há evidências de que a variância das estimativas de Capacidade Geral de Combinação (CGC) e de Capacidade Específica de Combinação (CEC) pode interagir com locais e anos e que a CEC inclui desvios de dominância e epistasia, além de uma porção significativa da interação genótipo por ambiente (Sprague, 1952).

Ainda para o grupo “Dent”, as estimativas da CEC em Campos dos Goytacazes variaram de  $-1327,16 \text{ kg.ha}^{-1}$  (L3br e B73) a  $1043,21 \text{ kg.ha}^{-1}$ , sendo que as linhagens L13, L10A, L15 e L14 também tiveram boa CEC. Em Itaocara, as estimativas da CEC variaram de  $-2814,81 \text{ kg.ha}^{-1}$  (C. Bulk) a  $2222,23 \text{ kg.ha}^{-1}$  (L3br), sendo que as linhagens L5, L13 e L10A também tiveram boa CEC. Embora as linhagens L10A e L13 tenham boas estimativas de CEC para os dois ambientes, nota-se que as demais linhagens analisadas para o grupo “Dent” tiveram desempenhos distintos nos dois ambientes avaliados, evidenciando também uma forte influência ambiental para a CEC.

Para o grupo “Flint”, as estimativas da CGC em Campos dos Goytacazes variaram de  $-3770,37 \text{ kg.ha}^{-1}$  (L35) a  $1118,52 \text{ kg.ha}^{-1}$  (L41), observando-se também boa CGC para as linhagens L26 e L36. Em Itaocara, as estimativas da CGC variaram de  $-2155,55 \text{ kg.ha}^{-1}$  (L35) a  $1400,01 \text{ kg.ha}^{-1}$  (L48), porém a linhagem L41 também teve boa CGC. Nota-se que a linhagem L41 apresentou ótima CGC para os dois ambientes, demonstrando pouca

influencia do ambiente em sua capacidade combinatória, enquanto que as demais linhagens do grupo “FLINT” apresentam alta variação no que diz respeito a CGC.

Levando em consideração a CEC, ainda para o grupo “Flint”, as estimativas em Campos dos Goytacazes variaram de -1422,22 Kg.ha<sup>-1</sup> (L29 e L25A) a 1318,52 kg.ha<sup>-1</sup> (L36). Nota-se que as linhagens L41 e L33 também tiveram boas estimativas de CEC. Em Itaocara, as estimativas variaram de -1501,71 kh.ha<sup>-1</sup> (L36) a 3162,96 kg.ha<sup>-1</sup> (L33), sendo que as linhagens L41 e L10B também tiveram boa CEC. Tal fato mostra que a linhagem L41, além de possuir uma boa CGC, também possui uma boa CEC para os dois ambientes, o que mostra o seu alto valor genético, ou seja, esta linhagem apresenta um bom comportamento em combinações híbridas para o grupo “Flint”.

### **Conclusão**

Em Campos dos Goytacazes, as linhagens de maior CGC no grupo “Dent” foram as linhagens L14 e L2 e para o grupo “Flint”, as melhores linhagens foram a L41, L26 e L36. Para a CEC, as melhores linhagens do grupo “Dent” foram L3br<sup>2</sup>br<sup>2</sup>, B73, L13, L10A, L15 e L14, e para o grupo “FLINT” foi a linhagem L36. Em Itaocara, a linhagem com maior CGC do grupo “Dent” foi a linhagem L10A, e para o grupo “Flint”, as melhores linhagens foram a L48 e L41. Para a CEC, as melhores linhagens do grupo “Dent” foram L3br, L5, L13 e L10A e para o grupo “Flint” foram as linhagens L33, L41 e L10B. A L41 apresentou valores elevados de CGC e CEC para os dois ambientes expressando bom comportamento em combinações híbridas para o grupo “Flint”.

### **Literatura citada**

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 3. ed. Viçosa: UFV, 2004. v. 1

DUARTE, I. A.; FERREIRA, J. M.; NUSS, C. N. Potencial discriminatório de três testadores em top crosses de milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.38, n.3, p.365-372, mar.2003

HALLAUER AR, MIRANDA FILHO JB AND CARENA MJ (2010) *Quantitative Genetics In Maize Breeding*. Springer, New York, 663p.

NURMBERG, P.L.; SOUZA, J.C.; RAMALHO, M.A.P.; RIBEIRO,P.H.E. Desempenho De Híbridos Simples Como Testadores De Linhagens De Milho Em Top Crosses. In: Congresso Brasileiro De Melhoramento De Plantas, 1., 2000, Goiânia. Resumos... (CD-Rom)

SAS Institute (1996) SAS/STAT: user’s guide. SAS Institute, Cary, 1028p.

SPRAGUE, G.F.; EBERHART, S. A. Corn breeding. In: SPRAGUE, W. F. (Ed.). Corn and Corn Improvement. Madison: American Society of Agronomy, 1977. p. 335-336.

WEIR, B. S. Genetic data analysis II. 2nd edition. Sunderland (MA): Sinauer Associates, 1996. 445p.

**Tabela 1-** Esquema para obtenção dos Híbridos Topcrosses.

<b>Linhagens “Dent”</b>	<b>Testador base estreita “Flint” (L159)</b>	<b>Testador base ampla “Flint” (C8)</b>	<b>Linhagens “Flint”</b>	<b>Testador base estreita “Dent” (L6)</b>	<b>Testador base ampla “Dent”(P8)</b>
L 5	X	X	L 29	X	X
L 13	X	X	L 26	X	X
L 10 A	X	X	L 23	X	X
L 15	X	X	L 41	X	X
L 22	X	X	L 25 A	X	X
L 3 br	X	X	L 36	X	X
L 2	X	X	L 10 B	X	X
L 14	X	X	L 35	X	X
L 8	X	X	L 33	X	X
B 73	X	X	L 48	X	X
C. Bulk	X	X			
L 1032	X	X			

**Tabela 2-** Capacidades Geral e específica de combinação em Campos dos Goytacazes para rendimento (kg.ha<sup>-1</sup>).

Linhagens “DENT”	Testador base estreita “FLINT” (L159)	CEC	Testador base ampla “FLINT” (C8)	CGC	Linhagens “FLINT”	Testador base estreita “DENT” (L6)	CEC	Testador base ampla “DENT” (P8)	CGC
L 5	6740,74	376,54	6962,967	432,10	L 29	4962,963	-1422,22	5555,557	-288,89
L 13	7037,037	672,84	6814,813	283,95	L 26	5777,777	-607,41	6888,887	1044,44
L 10 A	6962,963	598,77	6148,147	-382,72	L 23	7111,113	725,93	6370,37	525,93
L 15	7037,04	672,84	5555,557	-975,31	L 41	7333,333	948,15	6962,963	1118,52
L 22	6592,593	228,40	6740,74	209,88	L 25 A	4962,963	-1422,22	4962,96	-881,48
L 3 br	5037,04	-1327,16	5259,26	-1271,60	L 36	7703,703	1318,52	7555,557	1711,11
L 2	6444,443	80,25	7851,85	1320,99	L 10 B	6370,37	-14,82	6518,52	674,08
L 14	6888,887	524,69	8222,22	1691,36	L 35	5851,853	-533,33	2074,073	-3770,37
L 8	7407,407	1043,21	6444,443	-86,42	L 33	7333,333	948,15	6074,073	229,63
B 73	5037,037	-1327,16	6370,37	-160,49	L48	6444,443	59,26	5481,483	-362,96
C. Bulk	5111,11	-1253,09	6296,297	-234,57					
L 1032	6074,077	-290,12	5703,703	-827,16					

**Tabela 3 -** Capacidades Geral e específica de combinação em Itaocara para rendimento (kg.ha<sup>-1</sup>).

Linhagens “DENT”	Testador base estreita “FLINT” (L159)	CEC	Testador base ampla “FLINT” (C8)	CGC	Linhagens “FLINT”	Testador base estreita “DENT” (L6)	CEC	Testador base ampla “DENT” (P8)	CGC
L 5	6592,593	962,97	5259,257	296,29	L 29	3777,777	-911,11	4666,667	362,97
L 13	6222,15	592,53	3555,557	-1407,41	L 26	3333,333	-1355,56	4222,147	-81,55
L 10 A	6222,223	592,60	4074,073	-888,89	L 23	3851,853	-837,04	4518,517	214,82
L 15	5185,187	-444,44	5407,41	444,45	L 41	5407,407	718,52	5259,26	955,56
L 22	4740,74	-888,88	4666,667	-296,30	L 25 A	4518,517	-170,37	3703,703	-599,99
L 3 br	7851,85	2222,23	5407,407	444,44	L 36	3185,183	-1503,71	4518,52	214,82
L 2	6222,223	592,60	4666,667	-296,30	L 10 B	6148,147	1459,26	4666,663	362,97
L 14	5259,26	-370,36	4814,813	-148,15	L 35	4000	-688,89	2148,15	-2155,55
L 8	5703,703	74,08	6222,223	1259,26	L 33	7851,85	3162,96	3629,63	-674,07
B 73	5259,257	-370,37	5703,703	740,74	L48	4814,817	125,93	5703,703	1400,01
C. Bulk	2814,813	-2814,81	5629,63	666,67					
L 1032	5481,483	-148,14	4148,147	-814,82					