

ESTUDO DA CAPACIDADE COMBINATÓRIA DE MILHO NO ESQUEMA DE CRUZAMENTO DIALÉLICO

ROTTA, Douglas André¹; **REIS**, Edésio Fialho dos²; **SOUSA**, Mohamad Yussef³
Palavras-chave: Fósforo, cruzamento dialélico, combinação, milho

1. INTRODUÇÃO

A região dos cerrados, segundo maior bioma brasileiro, associa características favoráveis com restritivas ao desenvolvimento agrícola. Dentre as restritivas está a deficiência de fósforo aliada à alta capacidade de fixação deste nutriente (SETZER, 1949; LOPES e COX, 1977). Neste sentido diversos trabalhos têm sugerido alternativas para solução de problemas de fertilidade que seriam, além de melhores técnicas de adubação e correção dos solos, selecionar cultivares mais eficientes na absorção e utilização de fósforo.

Numerosos são os trabalhos que mostram variações adaptativas em diferentes culturas quando submetidos a estresses nutricionais, que justifica a importância de trabalhos que visam selecionar genótipos mais eficientes e produtivos em sistema de cultivo onde os teores de nutrientes disponíveis no solo não são suficientes. (BAKER et al., 1970; NILSCEN e BARBER, 1978; SCHENK e BARBER, 1979; FURLANI et al., 1985; THUNG, 1990; MACHADO et al., 1999; PARENTONI et al. 1999).

O presente trabalho tem por objetivo a escolha de progenitores para a formação de uma população-base de milho que caracteriza uma maior eficiência na absorção de fósforo, a qual será utilizada em programas de melhoramento. Utilizando-se os resultados da análise dialélica, será estimada a capacidade geral e específica de combinação das seis cultivares de milho e indicadas aquelas com maior potencial de combinação para iniciar um programa de melhoramento.

2. METODOLOGIA

Após realizar os cruzamentos dialélicos, as sementes foram colhidas e o ensaio de avaliação dos cruzamentos foi conduzido no campo experimental da Universidade Federal de Goiás/Campus Jataí - CCAB. O solo utilizado é um Latossolo Vermelho distroférrico, cultivado sob sistema de plantio direto, sendo a cultura antecessora, a soja. A análise química revelou um teor de fósforo de 1,0 mg/dm³ (ppm) extraído pelo método de Melich 1. Segundo Sousa e Lobato (2004), este teor é considerado muito baixo para um solo que apresenta 42 % de argila. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados completo no esquema fatorial com 3 repetições. Cada parcela foi representada por uma fileira de 5,0 m de comprimento, tendo como espaçamento entre fileiras a distância de 75 cm. A população foi ajustada para um stand de 60.000 plantas/ha. As doses de fósforo utilizadas foram (0; 50; 100 e 150 kg/ha de P₂O₅). A fonte de fósforo utilizada foi o Superfosfato triplo.

A adubação nitrogenada e potássica foram feitas seguindo as recomendações para a cultura do milho no estado de Goiás.

Foram avaliados os caracteres de importância agrônômica: floração masculina, altura de plantas, altura de espigas, número de plantas acamadas, número de plantas quebradas, número de plantas total, número de espigas (prolificidade), número de espigas mal empalhada e produção por parcela, posteriormente transformada em kg/ha.

A análise da capacidade combinatória foi realizada adotando-se o modelo 1 (fixo) e método 1 (progenitores, F1's e recíprocos) de Griffing(1956). O aplicativo computacional GENES, desenvolvido pelo setor de Biologia Geral da Universidade Federal de Viçosa, foi utilizado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os quadrados médios, médias e os coeficientes de variação para os caracteres avaliados encontram-se no Quadro 1. Verifica-se que, para os genótipos avaliados, houve

diferença a 1% de significância, para os caracteres em estudo, exceto para número de plantas acamadas (NPAC) e número de espigas mal empalhadas (EESP). Já para a dose de fósforo, detectou-se diferença a 1% em altura de planta, e a 5% de probabilidade em altura de inserção da espiga, já para os demais caracteres não houve diferença significativa, indicando que a dose de fósforo não tem efeito significativo nessas características até o nível de 5% de probabilidade. Enquanto para genótipo dentro de dose de fósforo, o comportamento dos genótipos numa mesma dose de fósforo não apresentou variação.

No quadro 2, está apresentada a análise de variância para genótipos, capacidade de combinação e efeito recíproco para produção de grãos. A análise revelou que os quadrados médios referentes à genótipos e à capacidade específica de combinação (CEC) nas quatro doses de fósforo, foram significativos, em 1% de probabilidade, indicando que existe potencial para formação de híbrido entre os genótipos e que existe efeito gênico não-aditivo nas combinações. Já para capacidade geral de combinação e efeito recíproco, não houve diferença significativa, até 5% de significância, indicando que as combinações entre este grupo de genótipos não apresenta efeito aditivo, não existe efeito recíproco.

Quadro 1 – Análise de variância, com as estimativas de quadrado médio para as características avaliadas.

FV	GL	QM								
		DPF	AP	AE	NPL	NESP	NPAC	NPQU	EESP	PGRA
BLOCOS	2	1,433	0,144	0,046	3,544	8,127	0,231	0,424	7,794	7.551.233,66
GENITORES	35	13,932**	0,121**	0,04**	0,599**	5,731**	0,137 ^{ns}	0,278**	0,598 ^{ns}	13.116.497.813**
DOSE DE P	3	1,829 ^{ns}	0,035**	0,016*	0,064 ^{ns}	5,475 ^{ns}	0,432 ^{ns}	0,095 ^{ns}	0,089 ^{ns}	1.201.265,15 ^{ns}
GEN/ DOSE DE P	105	1,034 ^{ns}	0,008 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,285 ^{ns}	2,407 ^{ns}	0,127 ^{ns}	0,128 ^{ns}	0,418 ^{ns}	466.071,85 ^{ns}
RESÍDUO	286	1,067	0,008	0,005	0,301	2,223	0,129	0,151	0,447	509.119,09
TOTAL	431									
MÉDIA		61,474	1,864	0,991	19,734	19,38	0,074	0,132	0,31	5.394,64
CV%		1,68	4,973	7,029	2,783	7,693	484,718	294,395	215,46	13,23

**, * Significativo ao nível de 1% e 5% respectivamente pelo teste F. ns – Não significativo. DPF – Dias para florescimento; AP – Altura de plantas; AE – Altura de inserção da espiga; NPL – Número total de plantas; NESP – Número de espigas; NPAC – Número de plantas acamadas; NPQU – Número de plantas quebradas; EESP – Número de espigas mal empalhadas; PGRA – Produção (kg/ha).

Quadro 2 - Análise de variância da produção de grãos de milho (kg/ha), em quatro doses de fósforo segundo o modelo proposto por Griffing (1956) para um dialelo envolvendo 6 progenitores.

FV	GL	Quadrado Médio			
		Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4
Genótipos	35	3.569.880,22**	3.272.680,39**	4.033.289,93**	3.638.862,27**
CGC	5	762.483,02 ^{ns}	422.836,02 ^{ns}	768.508,88 ^{ns}	431.344,02 ^{ns}
CEC	15	7.298.878,53**	6.816.219,87**	8.372.426,83**	7.573.584,17**
Ef. Recíproco	15	776.680,97 ^{ns}	679.089,02 ^{ns}	782.413,38 ^{ns}	773.313,11 ^{ns}
Resíduo	286	509.119,08	509.119,08	509.119,08	509.119,08

Doses de P₂O₅: Dose 1 – 0 kg/ha de P₂O₅; Dose 2– 50 kg/ha de P₂O₅; Dose 3– 100 kg/ha de P₂O₅; Dose 4– 150 kg/ha de P₂O₅. ** Significativo pelo teste F a 1% de probabilidade; ns – Não Significativo.

No Quadro 3 estão as estimativas dos efeitos da capacidade geral (CGC) e específica (CEC) de combinação para produção de grãos. Segundo Cruz e Regazzi (1997), a CGC proporciona informações sobre a concentração de genes predominantemente aditivos em seus efeitos e tem sido de grande utilidade na indicação de progenitores a serem utilizados em programas de melhoramento intrapopulacional. Os dados indicam que há uma variação na magnitude da CGC de acordo com a dose de fósforo utilizada, sendo que para 0 e 50 kg de P₂O₅, os genótipos CAJ6 e CAJ5 apresentaram maior magnitude, respectivamente, e para 100 e 150 Kg de P₂O₅, os genótipos CAJ3 e CAJ6 foram os melhores, respectivamente. Este

Quadro 3 - Estimativa do efeito da capacidade geral de combinação e efeito da capacidade específica de combinação e média das combinações, para produção de grãos de milho (kg/ha), nas diferentes doses de P₂O₅, obtidas em um dialelo envolvendo 6 progenitores seus híbridos F1's e recíprocos (Método 1 de Griffing).

Capacidade geral de combinação						
Genótipos	Dose 1		Dose 2	Dose 3	Dose 4	
CAJ 1	-198.487		-124.847	-142.624	-101.021	
CAJ 2	80.997		-79.003	12.821	8.680	
CAJ 3	44.625		28.693	218.754	192.799	
CAJ 4	-169.218		-66.616	-183.996	-101.607	
CAJ 5	118.343		84.416	45.701	-32.077	
CAJ 6	123.740		156.914	49.343	33.226	
Capacidade específica de combinação						
Gen. (♂x♀)	CAJ1	CAJ2	CAJ3	CAJ4	CAJ5	CAJ6
Dose 1						
CAJ 1	-1547,31(3299,1)	790,64(6011,0)	902,66(5367,8)	18,69(5044,6)	-510,67(5222,5)	385,99(5026,2)
CAJ 2	94,47(5822,1)	-2417,76(2987,6)	73,38(5389,5)	414,77(5764,1)	553,36(6144,1)	585,61(6074,5)
CAJ 3	-624,37(6616,5)	-52,86(5495,3)	-2586,91(2745,7)	507,53(5908,3)	219,72(6077,6)	883,62(6478,9)
CAJ 4	150,21(4744,2)	194,17(5375,8)	282,01(5344,3)	-2265,38(2639,6)	976,89(5664,9)	347,49(4979,1)
CAJ 5	569,93(4082,7)	148,03(5848,1)	451,51(5174,6)	-504,54(6674)	-1323,24(4156,8)	83,93(5593,4)
CAJ 6	-488,43(6003,1)	40,77(5993)	183,53(6111,9)	-566,30(6111,7)	24,00(5545,4)	-2246,65(3244,2)
Dose 2						
CAJ 1	-1.720,27(3513,0)	510,36(5214,1)	441,29(5663,7)	31,22(5270)	112,53(6098,7)	624,88(5773,5)
CAJ 2	-574,92(6364)	-1.969,67(3354,4)	5,33(5919,2)	360,98(5555,2)	131,87(5418,4)	961,13(6692,7)
CAJ 3	-163,96(5991,7)	482,10(4955,0)	-2.381,77(3157,7)	454,47(5556,2)	685,82(6354,5)	794,86(6335,2)
CAJ 4	-52,33(5374,6)	-142,31(5375,8)	-342,426(6241,1)	-1.750,88(3598,0)	986,66(6112,3)	-82,45(5025,1)
CAJ 5	544,07(5010,6)	-200,96(5820,4)	73,42(6207,6)	-374,251(6860,8)	-2.040,90(3610,1)	124,003(6147,6)
CAJ 6	-366,01(6505,5)	171,52(6349,6)	-127,33(6589,9)	-464,83(5954,8)	300,19(5547,3)	-2422,42(3373,5)
Dose 3						
CAJ 1	-1043,63(4117,8)	592,71(5742,8)	1.062(5809,7)	-37,68(4691,7)	-537,34(4672,9)	-36,47(5844,1)
CAJ 2	-167,31(6076,9)	-1816,91(3655,4)	-520,97(5325,6)	504,17(5612,4)	808,97(6308,6)	432,04(5993,4)
CAJ 3	-775,48(7360,7)	168,35(4988,9)	-2.844,39(3039,8)	171,59(6063,5)	1145,04(6697,7)	986,32(6407,7)
CAJ 4	-390,68(5473,0)	-167,26(5839,8)	410,51(5242,5)	-2408(2670,5)	1.020,46(6181,5)	749,67(6232,0)
CAJ 5	-139,45(4951,9)	-5,61(6319,8)	-158,42(7014,6)	-147,33(6476,2)	-2.320,51(3217,6)	-116,62(6123,1)
CAJ 6	527,17(4789,8)	52,53(5888,3)	-293,42(6994,5)	170,30(5891,4)	697,97(4727,1)	-2014,94(3530,4)
Dose 4						
CAJ 1	-1056,75(4147,54)	690,72(5876,6)	688,45(5596,2)	-176,05(5478,0)	-207,35(5509,3)	60,973(5701,4)
CAJ 2	-128,1(6132,8)	-2199,07(3224,6)	172,61(5713,0)	369,4(6018,2)	11,50(4713,5)	954,83(6398,5)
CAJ 3	-590,32(6776,9)	-67,39(5847,8)	-2968,81(2823,1)	624,38(6332,0)	796,38(6213,8)	686,98(6519,0)
CAJ 4	450,38(4577,3)	335,37(5347,4)	210,13(5911,7)	-2297,93(2905,2)	1.230,12(6144,9)	250,08(5301,8)
CAJ 5	443,45(4622,4)	-680,92(6075,4)	-149,58(6513,0)	-357,91(6860,7)	-1.869,34(3472,8)	38,68(5871,2)
CAJ 6	301,92(5097,6)	-4,52(6407,6)	199,65(6119,7)	-286,18(5874,2)	425,05(5021,1)	-1.991,55(3481,2)

Doses de P₂O₅: Dose 1: 0 kg/ha de P₂O₅; Dose 2: 50 kg/ha de P₂O₅; Dose 3: 100 kg/ha de P₂O₅; Dose 4: 150 kg/ha de P₂O₅.
Parte inferior do quadro, entre parêntese, média das combinações.

resultado indica que, caso o melhorista tenha interesse em um programa intrapopulacional desenvolvido em um ambiente com restrição de fósforo, os genótipos CAJ5 e CAJ6 deveriam ser utilizados e para um ambiente sem restrição de fósforo, os genótipos CAJ3 e CAJ6. Já a CEC para a produção de grãos de milho (kg/ha), nas diferentes doses de P₂O₅, mostra que o cruzamento entre o genótipo CAJ4 com CAJ5, foi o que apresentou efeito mais favorável em praticamente todas as doses de fósforo, podendo ser um cruzamento interessante para obtenção de híbrido, uma vez que apresenta um bom efeito de dominância e o genótipo CAJ5 apresenta CGC bastante favorável, principalmente em ambientes com restrição de fósforo, mostrando efeito aditivo.

Outros cruzamentos merecem destaque, por apresentarem boa CEC, principalmente em doses baixas de fósforo e pelo menos uns dos progenitores apresentaram boa CGC, sendo eles: CAJ2XCAJ6; CAJ3xCAJ4; CAJ3XCAJ5; CAJ3XCAJ6.

4. CONCLUSÃO

1. Para ambientes com restrição de fósforo e melhoramento intrapopulacional, os genótipos mais indicados são: CAJ6 e CAJ5;
2. Para ambientes sem restrição de fósforo e melhoramento intrapopulacional, os genótipos mais indicados são: CAJ3 e CAJ6;
3. Na produção de híbrido o cruzamento mais promissor foi CAJ4 com CAJ5;

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAKER, D.E.; JARRE, A.E.; MARSHAL, L.E.; THOMAS, N.I.; Phosphorus uptake from soils by corn hybrids selected for high and low phosphorus accumulation. **Agronomy Journal**, v.62, p.103-6, 1970.
- CRUZ, C. D. ; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa: UFV, 1997. 390p.
- FURLANI, A.M.C.; BATAGLIA, O.C.; LIMA, M. Eficiência de linhagens de milho na absorção e utilização de fósforo em solução nutritiva. **Bragantia**, Campinas, v.44, n.1, p.129-147, 1985.
- GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Science**, 9: 463-493, 1956.
- LOPES, A.S.; COX, F.R. A survey of the fertility status of surface soils under cerrado vegetation in Brazil. **Soil Science Society American production**, 41:742-747, 1977.
- MACHADO, C.T.T. et al. Variabilidade entre genótipos de milho para eficiência no uso de fósforo. **Bragantia**, v. 58, n.1, p. 109-24, 1999.
- NILSEN, N.E.; BARBER, S.A. Differences among genotypes of corn in the kinetics of P uptake. **Agronomy Journal**, v.70, n.5, p.695-8, 1978.
- PARENTONI, S.N. Adaptação de milho a solos ácidos: Tolerância à toxidez de alumínio e eficiência no uso de nutrientes no programa de pesquisa da EMBRAPA-Milho e Sorgo. In: REUNION LATINOAMERICANA DEL MAIZ, 18. Sete Lagoas, MG. **Memórias...** Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS/México: CIMMYT, p. 179-99, 1999.
- SCHENK, M.K.; BARBER, S.A. Root characteristics of corn genotypes as related to phosphorus uptake. **Agronomy Journal**, v. 71, p. 921-24, 1979.
- SOUSA, D.M.G; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416p.
- SETZER, J. **Os solos do Estado de São Paulo**. Biblioteca Geográfica Brasileira Pública, 6, 1949.
- THUNG, M. Phosphorus: A limiting nutrient in bean production in Latin America and field screening for efficiency end response. In: EL RASSAN, M. Et al. **Genetics aspects of plant mineral nutrition**. The Netherlands, p. 501-21, 1990.

¹ Bolsista de iniciação científica. Curso de Agronomia CAJ - UFG, dougrotta@bol.com.br

² Orientador/Professor Adjunto III- Campus Jataí/UFG, edesio@jatai.ufg.br

³ Aluno de iniciação científica. Curso de Agronomia CAJ-UFG mohamadsousa@bol.com.br