

CAPACIDADE DE COMBINAÇÃO DE GENÓTIPOS DE MILHO PARA SOLOS COM BAIXOS NÍVEIS DE FERTILIDADE¹

Ronaldo Rodrigues COIMBRA²
Elainy Cristina Alves MARTINS³
Glauco Vieira MIRANDA⁴
Lucas Koshy NAOE⁵
Expedito Alves CARDOSO⁶
Eliane Regina ARCHANGELO⁷

RESUMO: O objetivo deste trabalho é avaliar a capacidade geral e específica de combinação de genótipos de milho visando à identificação de genótipos para a formação de população base para o melhoramento em condições de baixo nível de fertilidade de solo no estado do Tocantins. Foram utilizados sete genitores em cruzamento dialélico com o emprego do método 4 de Griffing, sendo obtidos 21 híbridos experimentais. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com três repetições. Os cruzamentos envolvendo as cultivares XB2271 e XB2270 com a cultivar AS2449 foram considerados os mais promissores, sendo observados maiores valores de CEC para os caracteres número de espigas, peso de espigas e peso de grãos, e por envolverem o genitor AS2449, que foi o que apresentou maiores valores de CGC. Os resultados obtidos evidenciam a importância do melhoramento vegetal na identificação de genitores para a formação de populações cada vez mais adaptadas às condições de determinada região e na identificação de combinações híbridas que melhor expressam a heterose.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: *Zea mays* L., Estresse Abiótico, Poucos Insumos.

1 Aprovado para publicação em 12/08/08

2 Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor Adjunto da Fundação Universidade do Tocantins-UNITINS- Quadra108 Sul, Alameda11, Lote04, CEP 77.022-122, Cx. Postal: 173. Email: ronaldo.rc@unitins.br

3 Aluna de Ciências Biológicas da Fundação Universidade Federal do Tocantins-UFT

4 Engenheiro Agrônomo, PhD, Professor Associado da Universidade Federal de Viçosa-UFV

5 Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor Titular da UNITINS

6 Engenheiro Agrônomo, M.Sc., Pesquisador Científico da UNITINS

7 Engenheira Agrônoma, Dra., Professora da UNITINS

COMBINING CAPACITY OF MAIZE GENOTYPES FOR LOW FERTILITY SOILS

ABSTRACT: This work had the objective to evaluate general (GCA) and specific (SCA) combining abilities of maize genotypes for genotype identification in order to create a base population for corn improvement in **low fertility** soils in the state of Tocantins. **Seven** parents were crossed in a diallelic design using the Griffing's method 4. The experiment included three replications of a randomized block design. The crossing involving the parents XB2271 and XB2270 with AS2449 were the most promising, therefore presented greater SCA values for number and weight of corn cob and grain weight, and involved the parent AS2449 that presented greater GCA values. These results indicate the importance of parents identification improvement to grow populations adapted to the conditions of a chosen region and identify hybrid combinations that best express the heterosis.

INDEX TERMS: *Zea mays* L., Abiotic Stress, Low Input.

1 INTRODUÇÃO

Devido ao grande crescimento populacional tanto a nível nacional como mundial, surge a necessidade de aumentar a produção de alimentos nas regiões consideradas aptas, e no Brasil, uma das opções é a expansão da agricultura e o aumento da produtividade nos cerrados (FERNANDES; MUROAKA, 2002).

O Cerrado é um dos maiores biomas do Brasil, com 204 milhões de hectares e com grande importância nos cenários agrícolas nacional e mundial. No entanto, nessa região, predominam os Latossolos que, em condições naturais, apresentam baixa produtividade devido à elevada saturação por alumínio e baixos teores da maioria dos nutrientes minerais de plantas (PEREIRA; PERES, 1986; LOPES et al., 2004).

A baixa fertilidade natural dos solos de cerrado do Brasil, especialmente em fósforo e nitrogênio, é a principal limitação, do ponto de vista nutricional, para o aumento na produção agrícola. A deficiência de fósforo (P) faz com que este seja o nutriente mais usado em adubação. No entanto, o nitrogênio (N) é quantitativamente o nutriente mineral mais importante para o crescimento das plantas (PRESTERL et al., 2002).

O fósforo é importante já na fase inicial do desenvolvimento vegetativo da cultura por estimular a formação e o desenvolvimento do sistema radicular das plantas (MUZILLI; OLIVEIRA; CALEGARI, 1989). Na fase produtiva, a máxima concentração de P ocorre nas espigas, onde o nutriente está ligado ao metabolismo dos carboidratos, lipídios e proteínas que são armazenados nos grãos.

Assim, o desenvolvimento e a produção dos grãos são influenciados pelo fósforo.

Plantas mais capazes de extrair fósforo do solo; diferenças no metabolismo que minimizem a necessidade do nutriente, resultando em maior eficiência no uso do nutriente na produção de biomassa são características importantes para um efetivo crescimento e melhores rendimentos em solos com baixos teores de P como os de cerrado (MACHADO, 2000).

O nitrogênio também assume grande relevância por sua atuação no metabolismo, principalmente na síntese de proteínas, sendo muito importante tanto no incremento da produção de grãos, como na elevação do teor protéico. O desenvolvimento de cultivares de milho com maior eficiência no uso de nitrogênio é relatado por Presterl et al. (2002), como grande contribuição do melhoramento vegetal para agricultura sustentável.

Diante do exposto, fica evidente que colocar em disponibilidade cultivares produtivas e com características de tolerância a estresses abióticos é um desafio contínuo para os programas de melhoramento, pois tais estresses são uma das maiores fontes de instabilidade do rendimento de grãos de milho em áreas tropicais, incluindo o Brasil (DURÃES et al., 2004).

Nesse sentido, a análise de cruzamentos dialélicos fornece estimativas de parâmetros úteis para a seleção de genitores para hibridação e para o entendimento dos efeitos genéticos envolvidos na determinação dos caracteres

(CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004). O conhecimento das relações genéticas entre os genitores envolvidos nos cruzamentos possibilita a escolha adequada de métodos de melhoramento e seleção a serem aplicados, bem como a determinação do potencial genético dos genitores.

O desenvolvimento de cultivares tolerantes a solos com baixos níveis de fertilidade é de fundamental importância para produtores de milho no estado do Tocantins, principalmente para pequenos produtores, que geralmente são descapitalizados e necessitam de cultivares produtivas adaptadas a condições de estresse. Além disso, a utilização de cultivares menos exigentes nutricionalmente diminui a utilização de fertilizantes, reduzindo também o impacto destes ao meio-ambiente. Com isso, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a capacidade geral e a capacidade específica de combinação de genótipos de milho visando à identificação de genótipos para a formação de população base para o melhoramento em condições de baixos níveis de fertilidade do solo no estado do Tocantins.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas como genitores sete cultivares de milho previamente avaliadas em ambientes contrastantes quanto à fertilidade do solo, sendo identificadas como promissoras para serem utilizadas em melhoramento visando à tolerância a solos com baixos níveis de fertilidade nas condições climáticas do

estado do Tocantins (Tabela 1).

O bloco de cruzamento foi conduzido em Agosto de 2005 no Complexo de Ciências Agrárias (CCA) pertencente à Fundação Universidade do Tocantins, localizado a 30 km da cidade de Palmas - TO, com latitude 10°12'46" Sul, longitude 48°21'37" Oeste e altitude de 230 m, sendo o solo do local latossolo vermelho amarelo, textura média.

Foram realizados todos os cruzamentos possíveis entre os genitores para a formação de um dialelo completo, obtendo-se 21 híbridos experimentais, estimando a capacidade geral de combinação (CGC) dos genitores e a capacidade específica de combinação (CEC) dos genótipos avaliados.

O ensaio da avaliação de híbridos experimentais também foi instalado no CCA, com o plantio realizado no dia 20/12/05, em solo com baixos níveis de fertilidade (Tabela 2). Durante a condução do experimento, nos meses de dezembro de 2005 a abril de 2006, foram registradas as precipitações pluviais e as temperaturas médias máximas e mínimas pela estação meteorológica situada no CCA (Figura 1).

O experimento foi conduzido no delineamento em blocos ao acaso, com três repetições. Os tratamentos foram os 21 híbridos experimentais (F1's). A parcela experimental foi composta por 2 linhas de 5 m de comprimento, espaçadas em 0,9 m e densidade de semeadura de 5 plantas por metro linear.

De acordo com a Comissão de

Fertilidade de Solos de Goiás (1988), o solo onde se instalou o ensaio de avaliação dos híbridos experimentais pode ser considerado de baixa fertilidade. Visando à manutenção dos baixos níveis de fertilidade, a adubação de semeadura foi realizada utilizando-se o adubo formulado 05-25-15, sendo aplicado 12 kg de N/ha, 60 kg de P₂O₅/ha e 36 kg de K₂O/ha.

Aos 20 dias da emergência foi realizado o desbaste, sendo deixadas cinco plantas por metro linear. A adubação de cobertura foi composta de 67,7 kg de N/ha na forma de Sulfato de Amônio, e 22,2 kg de K₂O na forma de KCl. O controle da lagarta-de-cartucho foi realizado com a aplicação de inseticida com o princípio ativo clorpirofos (0,6 l/ha).

Avaliou-se os seguintes caracteres:

Florescimento (NDF): número de dias da emergência, ao dia em que 50% das plantas da parcela apresentarem a emissão do pendão, com flores em antese; Altura da planta (AP): medida em metros, após o pendoamento, do nível do solo a inserção da folha bandeira, em seis plantas competitivas por parcela; Altura da espiga (AE): medida em metros, após o pendoamento, do nível do solo a inserção da espiga superior no colmo, nas mesmas seis plantas por parcela; Número de plantas acamadas (NPA): obtido pela contagem de plantas que apresentarem ângulo de inclinação superior a 45° em relação à vertical, em cada parcela, por ocasião da colheita; Número de plantas quebradas (NPQ): obtido pela contagem de plantas que apresentam o colmo quebrado abaixo da espiga superior em cada

parcela, por ocasião da colheita; Número de plantas (NP): contadas todas as plantas existentes na parcela, por ocasião da colheita; Número de espigas (NE): contadas todas as espigas existentes na parcela, por ocasião da colheita; Prolificidade (PRL): avaliada dividindo-se o número de espigas por parcela, pelo número de plantas por parcela; Peso de espigas (PE): obtido por pesagem das espigas despalhadas, após a colheita, em kg/ha; Peso de grãos (PG): obtido por pesagem dos grãos debulhados, em kg/parcela, corrigido para

13% de umidade; Umidade dos grãos (UM): avaliada a porcentagem em uma amostra de grãos de cada parcela; e Número de espigas doentes (NED): obtido por contagem das espigas doentes, por ocasião da colheita.

Foram realizadas análises de variância e análises dialélicas. Nas análises dialélicas, adotou-se o método 4, proposto por Griffing (1956), considerando genótipos fixos, aplicando-se o Programa Genes, versão Windows (CRUZ, 2006), para todas os caracteres analisados.

Tabela 1 - Cultivares de milho utilizadas como genitores no experimento de avaliação da capacidade de combinação de genótipos para solos com baixos níveis de fertilidade. Palmas – TO, UNITINS, 2005/2006

Identificação	Cultivares	Ciclo	Tipo de Cultivar*
1	AS2449	Precoce	HS
2	XB2271	Precoce	HD
3	XB7116	Precoce	HT
4	SHS4080	Precoce	HD
5	NB7361	Precoce	HT
6	CD307	Precoce	HS
7	XB2270	Super Precoce	HD

* HS=Híbrido Simples; HD=Híbrido Duplo e HT=Híbrido Triplo.

Tabela 2 - Características físicas e químicas do solo da área onde se instalou o experimento para avaliação dos híbridos experimentais, na profundidade de 0 – 20 cm. Palmas – TO, UNITINS, 2005/2006

Argila	pH	P	K	Ca+Mg	Al	K	H + Al	S	CTC	V	M.O.
%	Águamg/dm ³								%	g/kg
12	5,5	1,3	27,7	2,2	0,5	0,1	2,1	2,3	4,2	52,3	9,9

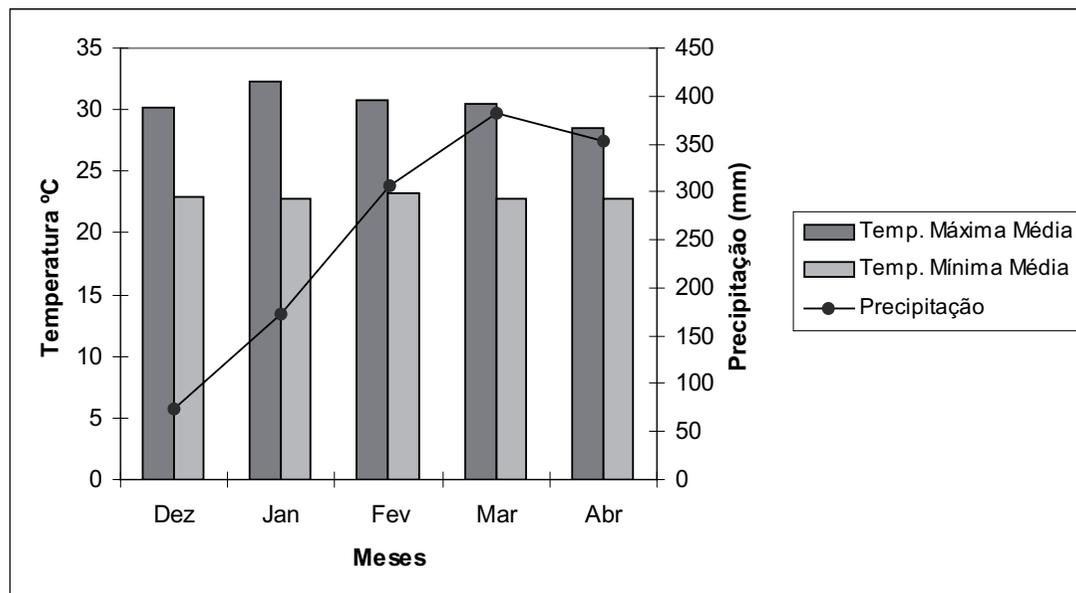


Figura 1 - Precipitação pluvial (mm) e temperatura máxima e mínima (°C) no período de 20 dezembro de 2005 a 20 abril de 2006.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A data de florescimento dos híbridos experimentais foi bastante uniforme, ocorrendo em média 57 dias após a emergência.

A qualidade de colmo é um dos mais importantes caracteres do milho para a produção em larga escala com colheita mecanizada, podendo ser avaliada pela porcentagem das plantas acamadas e quebradas (MIRANDA et al., 2003). No presente trabalho, não foram observados problemas com acamamento e quebraimento de plantas. O mesmo ocorreu para o caractere número de espigas doentes e, de acordo com Machado (1997), esse caractere é de suma importância para o milho já que as cultivares devem ser tolerantes às principais pragas e doenças da cultura.

Houve diferenças significativas entre os híbridos considerando-se a AP, NE, PE e PG, o que demonstra a existência de variabilidade entre os genitores para estes caracteres (Tabela 3).

O caractere Peso de grãos (PG) apresentou coeficiente de variação igual a 18,45%. Vale ressaltar que para caracteres que são controlados por muitos genes, como é o caso de peso de grãos, os valores para o coeficiente de variação, via de regra, são maiores que os obtidos em outros caracteres em que o número de genes controlando o caráter é menor (RIBEIRO; RAMALHO; SOUZA, 2000). Considerando o trabalho de Scapim, Carvalho e Cruz (1995), que apresentam uma sugestão que classifica o C.V. em função do caractere considerado, pode-se dizer que o experimento apresentou C.V. de média magnitude, o que

pode ser considerado aceitável sob o ponto de vista experimental.

Foram detectadas diferenças significativas nos efeitos de capacidade geral de combinação (CGC) e nos efeitos da capacidade específica de combinação (CEC) para os caracteres AP, PE e PG (Tabela 3). Neste caso, o controle destes caracteres é determinado por interações gênicas aditivas e não aditivas. Entretanto, de acordo com o componente quadrático do caractere PG, houve predominância dos efeitos não aditivos sobre os aditivos. Para o caractere PE ocorreu o mesmo, os efeitos não aditivos foram predominantes. De acordo com Fuzatto (2003), resultados de trabalhos com dialelo na cultura do milho têm mostrado que, em geral, os efeitos da CGC são mais expressivos que os de CEC, independentemente do nível de significância. Entretanto, os efeitos de CEC são muito importantes em combinações híbridas específicas. Para a característica AP, os efeitos aditivos e não aditivos foram similares.

Teixeira et al. (2001) e Parentoni et al. (1991) também encontraram significância para CGC e CEC avaliando peso total de espigas, o que mostra a existência de variabilidade tanto para efeitos gênicos aditivos quanto não aditivos.

Não foram verificadas diferenças significativas para CGC entre os genitores para o caractere NE, enquanto que para CEC houve significância a 1% de probabilidade, sugerindo que este caractere seja controlado por efeitos genéticos não aditivos, como pode

ser observado nos componentes quadráticos.

Os efeitos da capacidade geral de combinação dos genitores são apresentados na Tabela 4. O genitor AS2449 apresentou valores positivos de CGC para os caracteres AP, NE, PE e PG, o que sugere que, em média, a cultivar contribuiu para a obtenção de híbridos com maior altura de planta, maior número de espigas e maiores pesos de espigas e de grãos.

Os genitores XB2271 e XB7116 apresentaram valores negativos de CGC para a maioria dos caracteres. O genitor SHS4080 apresentou valores positivos e de elevada magnitude de CGC para AP e NE; entretanto, para os caracteres PE e PG apresentou valores de baixa magnitude.

Os valores de CGC do genitor NB7361 indicam que esta cultivar é uma das que contribui para a obtenção de híbridos de menor porte, podendo ser utilizada em programas de melhoramento com esta finalidade. Miranda et al. (2003) afirmam que plantas que crescem em demasia apresentam maior suscetibilidade ao acamamento, não sendo indicadas para cultivo em locais com grande intensidade de ventos e com solos férteis.

Os genitores CD307 e XB2270 apresentam CGC com valores positivos de baixa magnitude ou negativos em relação ao PG, PE, NE e AP. Isso indica uma tendência da contribuição gênica no sentido de diminuição da média para estes caracteres, nos cruzamentos em que tais genitores participam.

Em relação aos efeitos da CEC, segundo Cruz e Vencovsky (1989), os cruzamentos

mais promissores são aqueles que apresentam estimativas de magnitudes elevadas (positivos ou negativos, dependendo da característica) e que sejam provenientes do cruzamento de genitores divergentes, onde pelo menos um deles apresente elevada CGC. Portanto, o cruzamento envolvendo os genitores AS2449 e XB2271 mostra-se como o mais promissor, uma vez que apresentou maiores valores de CEC (Tabela 5) para os caracteres NE, PE e PG e envolveu o genitor AS2449 que foi o que apresentou maiores valores de CGC (Tabela 4). Isso indica uma complementação alélica favorável nos loci quando se realiza o cruzamento AS2449 x XB2271. Entretanto, o genitor XB2270 também pode ser considerado promissor por apresentar altos valores de CEC

com o genitor AS2449 para os caracteres citados anteriormente.

Os genitores AS 2449, XB 2271 e XB 2270 apresentaram potencial para o desenvolvimento de populações base para programas que visam ao melhoramento para solo com baixos níveis de fertilidade, onde os resultados obtidos evidenciam a importância do melhoramento vegetal na identificação de genitores para a formação de populações cada vez mais adaptadas às condições limitantes de determinada região e na identificação de combinações híbridas que melhor expressam a heterose.

Tabela 3 – Resumo das análises de variância de sete caracteres avaliados em esquema dialélico envolvendo sete genitores de milho, de acordo com o Método 4 de Griffing. Palmas, UNITINS AGRO, 2005/2006

CARAC.	MÉDIAS	CV%	Quadrado Médio				Comp. Quadráticos		
			FV	TRAT	CGC	CEC	RES.		
			GL	20	6	14	40	CGC	CEC
NP	38,06	12,48		34,387 ^{ns}	22,676 ^{ns}	39,406 ^{ns}	22,582	0,006	5,607
AP (m)	1,68	3,51		0,011**	0,018**	0,008**	0,003	0,001	0,001
AE (m)	0,72	11,25		0,009 ^{ns}	0,008 ^{ns}	0,010 ^{ns}	0,006	0,000	0,001
NE	31,28	15,00		56,342**	30,098 ^{ns}	67,590**	22,003	0,537	15,185
PRL	0,82	11,34		0,013 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,016*	0,008	0,000	0,002
PE (kg/ha)	3475,17	17,46		1175301,9**	1199002,6**	1165144,4**	368278,3	55381,61	265622,04
PG (kg/ha)	2428,49	18,45		637066,19**	756708,33**	585790,99**	200795,91	37060,82	128331,69

CARAC: caracteres; FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; TRAT: tratamentos; CGC: capacidade geral de combinação; CEC: capacidade específica de combinação; RES:resíduo; NP: número de plantas; AP: altura de planta; AE: altura da espiga; NE: número de espigas; PRL: prolificidade; PE: peso da espiga; PG: peso de grãos; ^{ns} não significativo; * significativo a 5% de probabilidade; ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste de F.

Tabela 4 – Estimativa dos efeitos da capacidade geral de combinação (CGC) de sete genitores de milho, com relação a sete caracteres. Palmas, UNITINS AGRO, 2005/2006

CARAC	C.G.C.						
	1	2	3	4	5	6	7
AP	0,029	-0,052	0,020	0,043	-0,029	0,014	-0,025
NE	1,057	-2,676	-0,010	1,524	0,524	-0,943	0,524
PE	564,085	-264,756	-23,940	6,636	5,667	-300,819	13,127
PG	459,041	-184,071	-53,070	20,760	24,690	-229,807	-37,549

CARAC: caracteres; CGC: capacidade geral de combinação; AP: altura de planta; NE: numero de espigas; PE: peso da espiga; PG: peso de grãos.

Tabela 5 - Estimativa dos efeitos da capacidade específica de combinação (CEC) de sete genitores de milho, com relação a nove caracteres. Palmas, UNITINS AGRO, 2005/2006

CEC.	CARACTERES								
	NP	AP (m)	AE (m)	NPQ	NE	PRL	PE (kg)	PG (kg)	NED
1x2	5,16	0,00	0,02	-0,73	6,00	0,05	915,4	688,1	-0,64
1x3	-0,58	-0,01	0,03	-0,13	-2,00	0,04	-286,4	-219,7	0,69
1x4	-3,31	-0,05	-0,04	0,27	-5,20	-0,08	-523,7	-401,8	-0,58
1x5	-0,71	0,04	-0,03	0,53	3,47	0,11	130,6	124,3	1,16
1x6	-3,78	-0,03	0,01	0,33	-7,40	-0,11	-1058,7	-737,0	-0,44
1x7	3,22	0,06	0,00	-0,27	5,13	0,06	822,8	546,0	-0,18
2x3	-2,71	-0,05	-0,08	0,13	-3,93	-0,05	-475,4	-315,3	-0,04
2x4	3,22	0,06	0,05	-0,13	0,87	-0,04	181,7	92,1	0,69
2x5	-3,18	0,04	0,08	0,47	-3,47	-0,03	-323,8	-212,5	-1,24
2x6	0,76	-0,03	-0,05	-0,07	3,33	0,08	382,19	219,4	0,49
2x7	-3,24	-0,02	-0,03	0,33	-2,80	-0,01	-680,0	-417,7	0,76
3x4	-1,51	0,00	-0,04	1,13	0,53	0,05	138,5	100,9	-0,64
3x5	4,09	-0,05	-0,02	-0,60	4,87	0,03	786,2	546,5	0,09
3x6	1,36	0,11	0,11	-1,33	2,33	0,03	314,7	230,0	0,16
3x7	-0,64	-0,01	0,00	-0,40	-1,80	-0,03	-477,4	-342,5	-0,24
4x5	3,36	0,03	0,01	-0,53	0,00	-0,06	-66,7	-94,4	1,16
4x6	1,96	-0,01	0,03	-0,40	6,13	0,11	287,6	292,7	-0,44
4x7	-3,71	-0,04	-0,01	-0,33	-2,33	0,02	-17,5	10,5	-0,18
5x6	-4,11	-0,05	-0,09	-1,33	-5,53	-0,06	-401,9	-313,4	-0,38
5x7	0,56	0,00	0,04	-0,27	0,67	0,01	-124,0	-50,48	-0,78
6x7	3,82	0,01	-0,02	0,40	1,13	-0,05	476,2	308,2	0,62

4 CONCLUSÃO

Existe variabilidade significativa entre os genitores avaliados, considerando-se os caracteres altura de planta, número de espiga, peso de grãos e peso de espigas.

Entre os genitores avaliados, o AS2449, XB2271 e XB2270 apresentam potencial de melhoramento para solo com baixos níveis de fertilidade.

REFERÊNCIAS

COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLOS DE GOIÁS. *Recomendações de corretivos e fertilizantes para Goiás: 5ª aproximação*. Goiânia: UFG/Emgopa, 1988. 101 p. (Informativo Técnico, 1).

CRUZ, Cosme Damião. *Programa Genes: estatística experimental e matrizes*. Viçosa (MG): Ed. da UFV, 2006. 285p.

_____; VENCOSKY, Roland. Comparação de alguns métodos de análise dialélica. *Revista Brasileira de Genética*, Ribeirão Preto, v.12, n.2, p.425-436, 1989.

_____; REGAZZI, Adair José; CARNEIRO, Pedro Crescêncio Souza. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa (MG): UFV, 2004. 480p.

DURÃES, F. O.M., SANTOS, M. X. D.; GAMA, E. E. G. E., MAGALHÃES, P. C.; ALBUQUERQUE, P. E. P., GUIMARÃES, C. T. *Fenotipagem associada com a tolerância a seca em milho para uso em melhoramento, estudos genotípicos e seleção assistida por marcadores*. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2004. (Circular Técnica, v.39)

FERNANDES, Cristiano; MURAOKA, Takashi. Absorção de fósforo por híbridos de milho cultivados em solo de cerrado. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.59, n.4, p.781-787, out./dez. 2002.

FUZATTO, Sandro Ricardo. *Dialelo parcial circulante interpopulacional em milho (Zea mays L.): efeito do número (s) de cruzamentos*. 2003. 131p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento)-ESALQ, Piracicaba, 2003.

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

LOPES, Alfredo Scheid; WIETHÖLTER, Sírio; GUILHERME, Luiz Roberto Guimarães; SILVA, Carlos Alberto. *Sistema de plantio direto: bases para o manejo da fertilidade do solo*. São Paulo: ANDA, 2004. 110p.

- MACHADO, Cynthia Torre de Toledo. *Caracterização de genótipos de milho quanto a parâmetros morfológicos, fisiológicos e microbiológicos associados à eficiência de absorção e uso de fósforo*. 2000. 366p. Tese (Doutorado em Agronomia) – UFRRJ, Rio de Janeiro, 2000.
- MACHADO, Patrícia Fontes. *Efeito das condições de colheita e secagem sobre a capacidade de expansão de milho-pipoca*. 1997. 41p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – UFV, Viçosa (MG), 1997.
- MIRANDA, Glauco Vieira; COIMBRA, Ronaldo Rodrigues; GODOY, Cleiton Lacerda; SOUZA, Leandro Vagno; GUIMARÃES, Lauro José Moreira; MELO, Aurélio Vaz de. Potencial de melhoramento e divergência genética de cultivares de milho-pipoca. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 38, n. 6, p. 681-688, 2003.
- MUZILLI, Osmar; OLIVEIRA, Edson Lima de; CALEGARI, Ademir. *Adubação do milho*. Campinas: Fundação Cargill, 1989. 29p. (Série Técnica, 4).
- PARENTONI, Sidney Netto; GAMA, Elto Eugênio Gomes; REIFSCHNEIDER, Francisco Jose Becker; GUIMARÃES, Paulo Evaristo de Oliveira. Avaliação da capacidade combinatória de dez linhagens de milho doce. *Horticultura Brasileira*, Brasília, DF, v.9, n.2, p.71-73, 1991.
- PEREIRA, J; PERES, J. R. R. Manejo da matéria orgânica. In: GOEDERT, W. J. (Ed.). *Solos dos Cerrados: tecnologias e estratégias de manejo*. São Paulo: Nobel, 1986. p.261-284.
- PRESTERL, Thomas; GROH, Susane; LANDBECK, Matthias; SEITZ, Guenter; SCHMIDT, Walter; GEIGER, Hartwig. Nitrogen uptake and utilization efficiency of European maize hybrids developed under conditions of low and high nitrogen input. *Plant Breeding*, v.121, p. 480-486, 2002.
- RIBEIRO, Pedro Hélio Estevam; RAMALHO, Magno Antônio Patto; SOUZA, João Cândido de. *Desempenho produtivo de populações de milho obtidas de híbridos comerciais em três sistemas de plantio no cerrado de Roraima*. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2000. 27p. (Embrapa Roraima. Boletim de Pesquisa, 2).
- SCAPIM, Carlos Alberto; CARVALHO, Cláudio Guilherme Portela de; CRUZ, Cosme Damião. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v.30, n.4, p.683-686, maio, 1995.
- TEIXEIRA, Flávia França; SOUZA, Izabel Regina Prazeres; GAMA, Elto Eugênio Gomes; PACHECO, Cleso Antônio Patto; PARENTONI, Sidney Netto; SANTOS, Manoel Xavier; MEIRELLES, Walter Fernandes. Avaliação da capacidade de combinação entre linhagens de milho doce. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.25, n.3, p.438-488, 2001.