

Avaliação do potencial, da variabilidade e de parâmetros genéticos em população de milho com e sem estresse

hídrico
Lívia Gracielle Oliveira Tomé¹, Elto Eugenio G. Gama², Cláudia Teixeira Guimarães³, Jurandir Vieira de Magalhães⁴, Rodrigo Mendes Oliveira⁵ e Cosme Damião Cruz⁶.

Introdução

A produção de milho no Brasil, juntamente com a soja, contribui com cerca de 80% da produção de grãos total no país. Entretanto, o déficit hídrico em algumas regiões, brasileiras, é responsável pela redução de 14 a 28% da produtividade da cultura, podendo até mesmo chegar à perda total [1].

Estresses abióticos, como a seca, causam efeitos adversos no crescimento da planta e na produtividade de culturas eles podem reduzir significativamente os rendimentos das lavouras e restringirem as latitudes e os solos onde espécies comercialmente importantes podem ser cultivadas [2].

Entretanto, o milho é uma espécie muito estudada e tem mostrado variabilidade genética para responder às pressões de seleção para os mais variados caracteres de planta e espiga, nas mais variadas condições ambientais. Em geral, a tolerância ao estresse hídrico está associada a várias características morfológicas e fisiológicas, dentre as quais, pode-se citar: senescência foliar, alterações no tempo dos eventos reprodutivos, a morfologia da raiz e alterações na arquitetura da planta [3].

A seleção de cultivares com considerável tolerância ao estresse hídrico tem sido o meio mais econômico e eficiente em áreas sujeitas à seca quando, são utilizadas práticas de manejo apropriadas [4]. Os principais parâmetros a serem considerados para seleção são os coeficientes de variação genético e ambiental, a variância genotípica e a herdabilidade [5].

Portanto, os objetivos deste trabalho foram avaliar o potencial, a variabilidade e os parâmetros genéticos em população F3 de milho com e sem estresse de água.

Material e métodos

No ano agrícola de 2006, na fazenda experimental da Embrapa Milho e Sorgo, em Janaúba, localizada na região norte do Estado de Minas Gerais, altitude de 516 m, latitude de 15°47' S e longitude 43°18' W foram instalados, em áreas contíguas, dois ensaios para estudo de tolerância à seca em milho sendo um com estresse de água e outro com irrigação normal. Foram

utilizadas 98 progênies F3, extraídas do cruzamento entre os parentais: 31.2.1.2 (tolerante) e 2.3.2.1 (susceptível), no delineamento em blocos ao acaso, com três repetições. As parcelas consistiam de uma fileira de 4 m de comprimento, espaçadas em 80 cm, onde foram semeadas vinte sementes por fileira. Os ensaios foram conduzidos no período de junho a setembro, época em que a probabilidade de chuvas na região é mínima. A irrigação foi feita utilizando o sistema de gotejamento e a umidade do solo foi monitorada pelo método gravimétrico, medida em três profundidades: 0-10 cm, 10-30 cm e 30-50 cm.

No ensaio com estresse, a irrigação foi interrompida ao 15º dia antes do florescimento (emborrachamento do pendão). As plantas ficaram sem água por aproximadamente 35 dias.

Foram avaliadas as características: intervalo entre o florescimento masculino e feminino (IFMF, em dias), altura da planta (AP, cm), altura de espiga (AE, cm), número de espigas (NE), percentual de folhas mortas (%FM), produção de espigas e de grãos (PE e PG) e a prolificidade (PR). Para a característica IFMF, os dados levantados foram referentes ao dia em que 10% das plantas da parcela iniciaram tanto o florescimento masculino quanto o feminino. O mesmo foi feito quando 50% da parcela iniciaram o florescimento. A produção de espigas e de grãos em Kg.ha⁻¹, (PE e PG) foi corrigida para 14,5% de umidade. Realizou-se a correção para estande ideal de 20 plantas por parcela, pelo método proposto por [6].

As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa GENES [7]

Resultados e Discussão

Nas tabelas 1 e 2 é possível verificar a existência de diferenças significativas entre todas as variáveis analisadas exceto para o intervalo de florescimento masculino e feminino 10%.

Em relação à característica IFMF foi possível detectar variabilidade expressiva entre as famílias no ambiente desfavorável, apenas quando 50% da parcela iniciaram o florescimento masculino e feminino.

Para as características AP, AE, NE, PE, PG e PR foi possível detectar variação genética potencial para seleção em ambas as condições ambientais, sem estresse hídrico e

1. Estudante de doutorado de Biologia Celular, Universidade Federal de Viçosa. E-mail: liviatomé@yahoo.com.br

2. Pesquisador EMBRAPA Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. E-mail: gamaelto@cnpms.embrapa.br

3. Pesquisador EMBRAPA Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. E-mail: claudia@cnpms.embrapa.br

4. Pesquisador EMBRAPA Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. E-mail: jurandir@cnpms.embrapa.br

5. Estudante de graduação de Agronomia, Universidade Estadual de Montes Claros. E-mail: roagronomo@yahoo.com.br

6. Professor titular do departamento de Biologia Geral, Universidade Federal de Viçosa. E-mail: cdacruz@ufv.br

Apoio financeiro: FAPEMIG

com estresse hídrico. Quanto à característica morte foliar com 10 dias após o corte da irrigação, houve variabilidade genética potencial entre as famílias, apenas no ambiente com estresse hídrico. Desta forma, será possível obter ganhos com a prática de seleção utilizando estas características no ambiente com estresse.

O potencial de produção de espiga e produção de grãos, no ambiente com estresse hídrico, com base na média foi de 56,07% e 57,04%, respectivamente (tabelas 1 e 2).

A característica que apresentou menor coeficiente de variação (CV) foi altura de planta, nos dois ambientes sem e com estresse de 8,5% e 7,32%, respectivamente (tabelas 1 e 2).

Quanto à precisão experimental, as características altura de planta e altura de espiga foram as que apresentaram maior precisão experimental. Neste experimento, foram obtidos CV (%) de classificação mediana para ambas as características, segundo a classificação de [8]. [9] relatam que sob normalidade, tem-se a expectativa de que a maioria dos experimentos tenha coeficientes de variação próximos da média, e de que coeficientes de variação muito baixos ou muito altos ocorrem, porém com baixa frequência.

Na tabela 3, estão apresentadas as estimativas de parâmetros genéticos e ambientais para todas as características. Observa-se que apesar das condições adversas, do ambiente com estresse hídrico, os valores da variância genotípica indicaram a existência de uma acentuada variabilidade genética entre as progênies, em relação à maioria das características analisadas. Provavelmente, isto se deve a uma maior influência do estresse hídrico sobre as famílias, as quais responderam de forma diferencial ao estresse hídrico.

Quanto à eficiência do processo seletivo, predita pelas elevadas estimativas de herdabilidade, destacam-se as características altura de plantas, altura de espiga, número de espiga, produção de espigas e de grãos e prolificidade, principalmente no ambiente com estresse hídrico. Nota-se que esta estimativa entra em concordância com análise de variância das tabelas 1 e 2, confirmando a confiança destes valores fenotípicos como guias para seleção do valor genotípico.

Além da herdabilidade, o coeficiente de variação genético (CV_g) e a relação CV_g/CV_e também são parâmetros utilizados na quantificação da variabilidade genética disponível na população, quando se deseja determinar o potencial desta para fins de melhoramento [10]. O CV_g dá idéia sobre a proporcionalidade do ganho em relação à média no caso de seleção, e a relação CV_g/CV_e quando maior que 1 indica situação favorável à prática de seleção. Neste experimento, foi obtida esta relação para produção de espigas e de grãos, de 1,49 e 1,26, respectivamente (tabela 3). Foi possível detectar um aumento do valor do CV_g para todas as características avaliadas, do ambiente com estresse em relação ao ambiente sem estresse. É válido ressaltar que para as características altura de planta,

altura de espiga, produção de espigas, produção de grãos e prolificidade os valores percentuais foram consideráveis para o ambiente com estresse hídrico indicando significativa variabilidade genética entre as famílias. E, os coeficientes de variação genéticos para altura de planta e altura de espiga aqui obtidos estão em concordância com os valores obtidos por [11], que foram de 5,16% e 10,35%, respectivamente.

Agradecimentos

Agradeço à EMBRAPA Milho e Sorgo pela possibilidade de execução dos experimentos, bem como a todos os pesquisadores que me orientam neste trabalho.

À FAPEMIG, pelo apoio financeiro.

Aos demais autores que me ajudaram na realização deste trabalho.

Referências

- [1] SANTOS, M. X.; LOPES, M. A.; COELHO, A. M.; GUIMARÃES, P. E. O.; PARENTONI, S. N.; GAMA, E. E. G.; FRANÇA, G. E. 1997. Drought and low N status limiting maize production in Brazil. In: Symposium developing drought and low N-tolerant maize, El Batán: CIMMYT, ed. G. O. Edmeades, M. Bazinger, H., Mickelson, C.B. Pena-Valdivia. p. 20-23.
- [2] NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N.; FARIAS, J. R.B.; OYA, T. 2001. Tolerância à seca em plantas: Mecanismos Fisiológicos e Moleculares. Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento, n. 23.
- [3] RIBAUT, J. M.; BANZIGER, M. HOISINGTON, D. 2002. Genetic dissection and plant improvement under abiotic stress conditions: drought tolerance in maize as an example. IIRCAS Working Report, p. 85-92.
- [4] TURNER, L. B. 1991. The effect of water stress on the vegetative growth of white clover (*Trifolium repens* L.), comparative of long-term water deficit and short-term developing water stress. Journal of Experimental Botany, v. 42, p. 311-316.
- [5] CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético. Viçosa, 2004. 480p.
- [6] VENCOVSKY, R.; CRUZ, C. D. 1991. Comparação de métodos de correção do rendimento de parcelas com estandes variados. I. Dados simulados. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, n. 5, v. 26, p. 647-657.
- [7] CRUZ, C. D. Programa GENES 1. ed., v. 1. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006.
- [8] GARCIA, C. H. Tabelas para classificação do coeficiente de variação. Piracicaba: IPEF, 1989. (Circular Técnica 171)
- [9] SCAPIM, C. A.; CARVALHO, C. G. P. de e CRUZ, C. D. 1995. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, n. 5, v. 30, p. 683-686.
- [10] SANTOS, M. X. 1985. Estudo do potencial genético de duas raças brasileiras de milho (*Zea mays* L.), para fins de melhoramento. Piracicaba: Esalq. 185p.
- [11] ZIMBACK, L. 1985. Estimativa de parâmetros genéticos e fenotípicos em uma variedade de milho dentado braquítico opaco (*Zea mays* L.). Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, Esalq, Piracicaba, 162p.

Tabela 1. Resultado da análise de variância no modelo de blocos ao acaso, no ambiente sem estresse de água, para as características: intervalo entre florescimento masculino e feminino em 10 % e 50% da parcela (IFMF10% e IFMF50%), altura da planta (AP), altura da espiga (AE), número de espigas (NE), % de folhas mortas (%FM), produção de espigas (PE), produção de grãos (PG) e prolificidade (PR).

FV	GL	QM								
		IFMF10%	IFMF50%	AP	AE	NE	%FM	PE	PG	PR
Blocos	2	2,12	1	1890,08	1023,25	11,74	0,06	6417127	3495569	0,19
Genótipos	99	2,83*	1,28**	293,33**	179,37**	27,42**	0,0011 ^{ns}	5644667**	3769842**	0,11**
Resíduo	198	2,05	0,73	137,22	83,69	10,75	0,001	846024	579001	0,05
Total	299									
Média		-0,043	-0,45	138,63	67,45	17,11	0,2173	4960,71	3826,22	1,09
C.V. (%)		-3306,23	-189,5	8,45	13,56	19,16	14,5	18,54	19,89	20,19

** e * efeitos significativos pelos teste F a 1% e 5% respectivamente, ns = não significativo

Tabela 2. Resultado da análise de variância no modelo de blocos ao acaso, no ambiente com estresse de água, para as características: intervalo entre florescimento masculino e feminino em 10 % e 50% da parcela (IFMF10% e IFMF50%), altura da planta (AP), altura da espiga (AE), número de espigas (NE), percentual de folhas mortas antes do corte da irrigação (FMACI), de folhas mortas 10 dias após corte da irrigação (%FM10), produção de espigas (PE), produção de grãos (PG, kg) e prolificidade (PR).

FV	GL	QM									
		IFMF10%	IFMF50%	AP	AE	NE	FMACI	%FM10	PE	PG	PR
Blocos	2	1,17	2,73	943,58	782,47	5,92	0,0001	0,035	2205760	1236728	0,18
Genótipos	99	2,06 ^{ns}	1,64*	352,44**	195,44**	27,76**	0,0017 ^{ns}	0,078**	4248334**	2591378**	0,12**
Resíduo	198	1,95	1,23	89,46	51,86	7,47	0,0014	0,037	553119	452218	0,035
Total	299										
Média		-0,57	-0,69	129,17	66,52	12,31	0,28	0,41	2781,38	2182,4	0,81
C.V. (%)		-245,27	-160,40	7,32	10,83	22,2	13,12	47,17	26,74	30,81	23,25

** e * efeitos significativos pelos teste F a 1% e 5% respectivamente, ns = não significativo

Tabela 3. Parâmetros genéticos e ambientais para as características: intervalo entre florescimento masculino e feminino em 10 % e 50% da parcela (IFMF10% e IFMF50%), altura da planta (AP), altura da espiga (AE), número de espigas (NE), percentual de folhas mortas antes do corte da irrigação (FMACI), de folhas mortas 10 dias após corte da irrigação (%FM10), produção de espigas (PE), produção de grãos (PG, kg) e prolificidade (PR).

Características	s ²		h ²		cv _g (%)		cv _g /cv _e	
	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com
IFMF10%	0,26	0,036	27,37	5,24	-1171,66	-33,30	0,35	0,14
IFMF50%	0,18	0,14	42,97	25,22	-94,98	-33,78	0,5	0,34
AP	52,04	87,66	53,22	74,62	5,20	7,25	0,62	0,99
AE	31,89	47,86	53,34	73,46	8,37	10,4	0,62	0,96
NE	5,56	6,76	60,81	73,11	13,78	21,13	0,72	0,95
FMACI (%)	0,0	0,0	10,57	19,66	2,88	3,75	0,2	0,29
FM10 (%)	-	0,013	-	52,8	-	28,8	-	0,61
PE	1599547	1231738	85	86,98	25,5	39,90	1,38	1,49
PG	1063613	713053	84,64	82,55	27	38,69	1,36	1,26
PROL	0,020	0,03	55,59	69,63	13	20,33	0,65	0,87