

Desempenho de Híbridos de Milho quanto à Tolerância à Seca

Lauro José Moreira Guimarães¹, Flávia Ferreira Mendes², Sidney Netto Parentoni³, Paulo Evaristo Oliveira Guimarães⁴, Cleso Antônio Patto Pacheco⁵, Jane Rodrigues de Assis Machado⁶, Walter Fernandes Meirelles⁷, Adelmo Resende da Silva⁸

^{1,3,4,5,6,7,8} Embrapa/CNPMS, Sete Lagoas, MG, ¹lauro@cnpmis.embrapa.br, ³evaristo@cnpmis.embrapa.br, ⁴sidney@cnpmis.embrapa.br, ⁵cleso@cnpmis.embrapa.br, ⁶jane@cnpt.embrapa.br, ⁷walter@cnpsa.embrapa.br, ⁸adelmo@cnpaf.embrapa.br, ²Doutora em Genética e Melhoramento de Plantas, flvmendes2001@yahoo.com.br.

RESUMO – A seca é um dos principais fatores limitantes à produção agrícola, sendo que esse estresse ocorre com frequência nas regiões e épocas onde o milho é cultivado no Brasil. No ano de 2010, o CIMMYT enviou à Embrapa Milho e Sorgo, linhagens de milho classificadas como tolerantes à seca. Essas linhagens foram cruzadas com duas linhagens testadoras da Embrapa, gerando 28 híbridos experimentais, que foram avaliados em condições contrastantes quanto à disponibilidade hídrica, no norte de Minas Gerais, em 2011. Os objetivos deste trabalho foram identificar os híbridos experimentais mais promissores em ambientes com e sem estresse de seca e identificar linhagens superiores quanto à tolerância à seca. Foram identificados híbridos com elevadas médias de produtividade de grãos, tanto sob condição de estresse como no ambiente sem restrição hídrica. Esse trabalho também possibilitou a identificação de linhagens provenientes do CIMMYT promissoras para introgressão de alelos favoráveis para tolerância à seca em linhagens elite do Programa de Melhoramento de Milho da Embrapa Milho e Sorgo.

Palavras-chave: *Zea mays* L., estresses abióticos, deficiência hídrica, seleção, melhoramento genético.

Introdução

Entre os fatores ambientais, a seca é um dos principais estresses que limitam a produção agrícola a nível mundial (SILVA et al., 2011). As alterações climáticas globais previstas para as próximas décadas devem diminuir a precipitação em várias regiões do Brasil. Desta forma, o desenvolvimento de cultivares mais tolerantes à seca, e a outros estresses abióticos, torna-se um ativo de alto valor para os programas de melhoramento de culturas agrícolas (GUIMARÃES et al., 2011). A utilização de cultivares mais tolerantes à seca poderia ajudar, por exemplo, a elevar a produção de milho cultivado na safrinha brasileira, e em outras regiões onde esse estresse ocorre. Na safrinha, frequentemente, a disponibilidade de chuvas é menor que na safra normal, sendo a seca uma das causas de baixa produtividade nessa época de cultivo. Assim, com a mesma tecnologia de plantio empregada atualmente na safrinha, cultivares com esta característica apresentariam maior estabilidade de produção, minimizando perdas em produtividade, em condições de veranicos moderados.

Diante do exposto, os objetivos deste trabalho foram avaliar o desempenho agrônomico de híbridos experimentais de milho, derivados de cruzamentos entre linhagens da Embrapa e

linhagens do CIMMYT, em ambientes com e sem estresse de seca, e identificar linhagens úteis para introgressão de alelos favoráveis para tolerância à deficiência hídrica.

Material e Métodos

No ano de 2010, o Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo (CIMMYT), localizado no México, enviou uma série de linhagens de milho à Embrapa Milho e Sorgo, como parte de um acordo internacional de pesquisa que envolve essa cultura. Na safra de 2010/11, 14 dessas linhagens (L.C.₁ a L.C.₁₄), previamente identificadas pelo CIMMYT como tolerantes á seca, foram cruzada com duas linhagens elite da Embrapa Milho e Sorgo, representantes dos grupos heteróticos duro (L₃) e dentado (L₂₂₈₋₃). Foram, então, produzidas sementes de 28 híbridos experimentais que, juntamente com oito híbridos testemunhas, foram avaliados em condições contrastantes quanto à disponibilidade hídrica, no campo experimental da Embrapa, localizado em Nova Porteirinha, no norte de Minas Gerais.

Foram instalados dois ensaios conduzidos no delineamento de látice 6x6, sendo utilizadas três repetições para o ensaio sob estresse de seca e apenas duas repetições para o ensaio sem estresse. O plantio foi realizado no mês de maio. Dados históricos climáticos da região do Norte de Minas demonstram haver baixas probabilidades de ocorrência de precipitações no período de desenvolvimento da cultura quando plantada nessa época. Ambos os ensaios foram implantados em área com irrigação por gotejamento, havendo diferenciação no suprimento de água, de modo que para o ensaio sob estresse hídrico a irrigação foi suspensa aos 45 dias após o plantio, permanecendo assim até a colheita, enquanto que, para o ensaio sem estresse, a irrigação foi mantida até a fase de maturação fisiológica dos grãos.

A parcela experimental foi constituída por uma linha de 3,6 m de comprimento e 0,8 m entre linhas, com plantio de 22 sementes por parcela. Em ambas as condições hídricas, além da produtividade de grãos (PG, em kg ha⁻¹, corrigido para 13% de umidade), foram avaliadas as características de índice de espigas (IE, dado pela razão entre o número de espigas e o número de plantas da parcela), florescimento feminino (FF, em dias), florescimento masculino (FM, em dias), intervalo entre FF e FM (IF, em dias) e altura de espigas (AE, em cm).

Na adubação de plantio, para os dois ambientes, foram aplicados 300 kg.ha⁻¹ de 8-28-16, e 100 kg.ha⁻¹ de uréia em cobertura, no estádio de seis folhas completamente expandidas, totalizando 69 kg.ha⁻¹ de N, 84 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e 48 kg.ha⁻¹ de K₂O. Os demais tratos culturais foram realizados de acordo com as recomendações para a cultura.

Resultados e Discussão

De acordo com os resultados das análises de variância conjuntas (Tabela 1), houve boa precisão experimental para todas as características, pois as estimativas dos coeficientes de variação (CV) foram inferiores a 20%. Verificou-se variabilidade entre genótipos para todas as características ($p < 0,01$ para PG, FM, FF, IF e AE, e $p < 0,05$ para IE). Além disso, os ambientes com e sem estresse por deficiência hídrica apresentaram médias estatisticamente distintas entre si para todas as características ($p < 0,01$), exceto para FF. Entretanto, não foi detectada significância para a fonte de variação referente à interação genótipos por ambientes (G x A) para qualquer característica avaliada. A dispersão das médias de produtividade de grãos, dos 36 híbridos avaliados, está plotada no gráfico 1. Pode-se inferir que, apesar de haver variabilidade entre genótipos e diferenças entre as médias ambientais, a classificação dos híbridos foi pouco influenciada pelos regimes hídricos impostos nos ambientes com e sem estresse de seca. Isso é vantajoso, visto que os híbridos com bom comportamento produtivo sob seca, também apresentaram alto potencial de produção no ambiente sem estresse. Além do alto potencial produtivo, e valores adequados para caracteres agronômicos, a estabilidade de produção é uma das principais características buscadas em cultivares de milho.

O estresse imposto pela supressão da irrigação aos 45 dias após o plantio provocou uma redução de 56,66 % na produtividade de grãos em relação ao ambiente com irrigação plena. Verificou-se, ainda que para as características IE, FM e AE, o estresse por seca provocou reduções nas médias de 9,86, 1,83 e 15,3%, respectivamente. Por outro lado, houve aumento de 0,81% para o FF e de 156% para a característica IF.

Os dados indicam que, em média, houve atraso na emissão dos estilo-estigmas e, de forma mais drástica, houve aumento no intervalo entre florescimentos feminino e masculino dos híbridos cultivados sob estresse por seca. Uma menor sincronia entre os florescimentos masculino e feminino pode causar escassez de pólen na fase em que os estilo-estigmas estão viáveis, provocando perdas em produtividade de grãos. A deficiência hídrica também pode provocar a dessecação de tecidos tenros como os estilo-estigmas, diminuindo sua viabilidade, e aumentar o abortamento de óvulos logo após a polinização. Banziger et al. (2000), Parentoni, et al. (2010) e Mendes (2012) relataram a ocorrência de maiores intervalos entre florescimentos feminino e masculino em milho cultivado sob condições de estresses abióticos e perdas em produtividade de grãos correlacionadas a esta falta de sincronia.

Quanto à produtividade de grãos, destacaram-se os híbridos experimentais L₂₂₈₋₃ x L.C.14, L₂₂₈₋₃ x L.C.9, L₃ x L.C.14, L₃ x L.C.11, L₃ x L.C.12, L₃ x L.C.8, L₂₂₈₋₃ x L.C.6, L₂₂₈₋₃ x L.C.11 e L₃ x L.C.9, que não diferiram da melhor testemunha (BRS 1055), pelo teste de Scott e

Knott, a 5% de probabilidade (Tabela 2). As linhagens provenientes do CIMMYT (L.C.), genitoras destes híbridos superiores, são interessantes para a introgressão de alelos favoráveis para a tolerância a seca em linhagens da Embrapa.

Conclusões

Foram identificados híbridos experimentais promissores, tanto sob condição de estresse por seca como no ambiente sem restrição hídrica.

Foi possível identificar linhagens promissoras para introgressão de alelos favoráveis, para tolerância à seca, em linhagens elite do Programa de Melhoramento de Milho da Embrapa Milho e Sorgo.

Agradecimento

À FAPEMIG- Fundação de Apoio à Pesquisa de Minas Gerais, pelo apoio financeiro.

Literatura Citada

BANZIGER, M; EDMEADES, G. O.; BECK, E. D.; BELLON, M. Breeding for drought and nitrogen stress tolerance in maize from theory to practice. México, D.F: CIMMYT (2000) 68 p.

MENDES, F. F. Controle genético da eficiência no uso de fósforo em milho tropical. Lavras, 2012. 134p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas - Universidade Federal de Lavras/UFLA).

PARENTONI, S. N.; SOUZA JR, C. L. de; ALVES, V. M. C.; GAMA, E. E. G. e; COELHO, A. M.; OLIVEIRA, A. C.; GUIMARAES, C. T.; VASCONCELOS, M. J. V. de; PACHECO, C. A. P.; MEIRELLES, W. F.; MAGALHAES, J. V. de; GUIMARAES, L. J. M.; SILVA, A. R. da; MENDES, F. F.; SCHAFFERT, R. E. Inheritance and breeding strategies for phosphorus efficiency in tropical maize (*Zea mays* L.). *Maydica*, Bergamo, v. 55 (1), p. 1-15, 2010.

SILVA, M. A.; SANTOS, C. M.; LABATE, C. A.; GUIDETTI-GONZALEZ, S.; BORGES, J. S.; FERREIRA, L. C.; DELIMA, R. O.; FRITSCHÉ-NETO, R. Melhoramento para eficiência no uso da água. In: FRITSCHÉ-NETO, R.; BORÉM, A. (Ed.). Melhoramento de plantas para condições de estresses abióticos. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2011. p. 127-149.

GUIMARÃES, L. J. M.; PARENTONI, S. N.; MENDES, F. F.; MARTINS, A. O. Melhoramento visando à tolerância a estresses abióticos (melhoramento do milho para estresses abióticos). In: CARDOSO, D. L.; LUZ, L. N. da; PEREIRA, T. N. S. (Ed.). Estratégias em melhoramento de plantas. Viçosa, MG: Arka, 2011. p. 39-53.

Tabela 1. Resumo das análises de variância conjuntas, coeficientes de variação e médias na análise conjunta e nos ambientes de seca e irrigado, para as características produtividade de grãos (PG, em kg há⁻¹), índice de espigas (IE), florescimento feminino (FF, em dias), florescimento masculino (FM, em dias), intervalo entre FF e FM (IF, em dias) e altura de espigas (AE), em Nova Porteirinha - MG, 2011.

FV	DF	Quadrados Médios					
		PG	IE	FM	FF	IF	AE
Ambiente (A)	1	629754665 ^{**}	0.359 ^{**}	66.50 ^{**}	13.55 ^{ns}	140.11 ^{**}	15488.9 ^{**}
Rep/A	3	4468236	0.015	5.58	43.45	26.78	1241.3
Bloc/Rep/A	25	3317340	0.023	3.22	21.02	10.43	262.6
Genótipo (G)	35	2086346 ^{**}	0.023 [*]	16.69 ^{**}	14.86 ^{**}	11.79 ^{**}	339.6 ^{**}
G x A	35	872582 ^{ns}	0.006 ^{ns}	0.92 ^{ns}	1.41 ^{ns}	1.68 ^{ns}	66.4 ^{ns}
Resíduo	80	600019	0.0129	1.008	4.941	3.62	82.4
CV%		17.41	13.05	1.50	3.22	1.90	8.08
Média Geral		4448	0.87	66.9	69.1	2.23	112
Média Seca		2921	0.83	66.4	69.4	2.95	105
Média Irrig.		6739	0.92	67.6	68.8	1.15	124
% Redução		56.66	9.86	1.83	-0.81	-156.22	15.30

^{**}, ^{*}: Significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F. ^{ns} é não significativo.

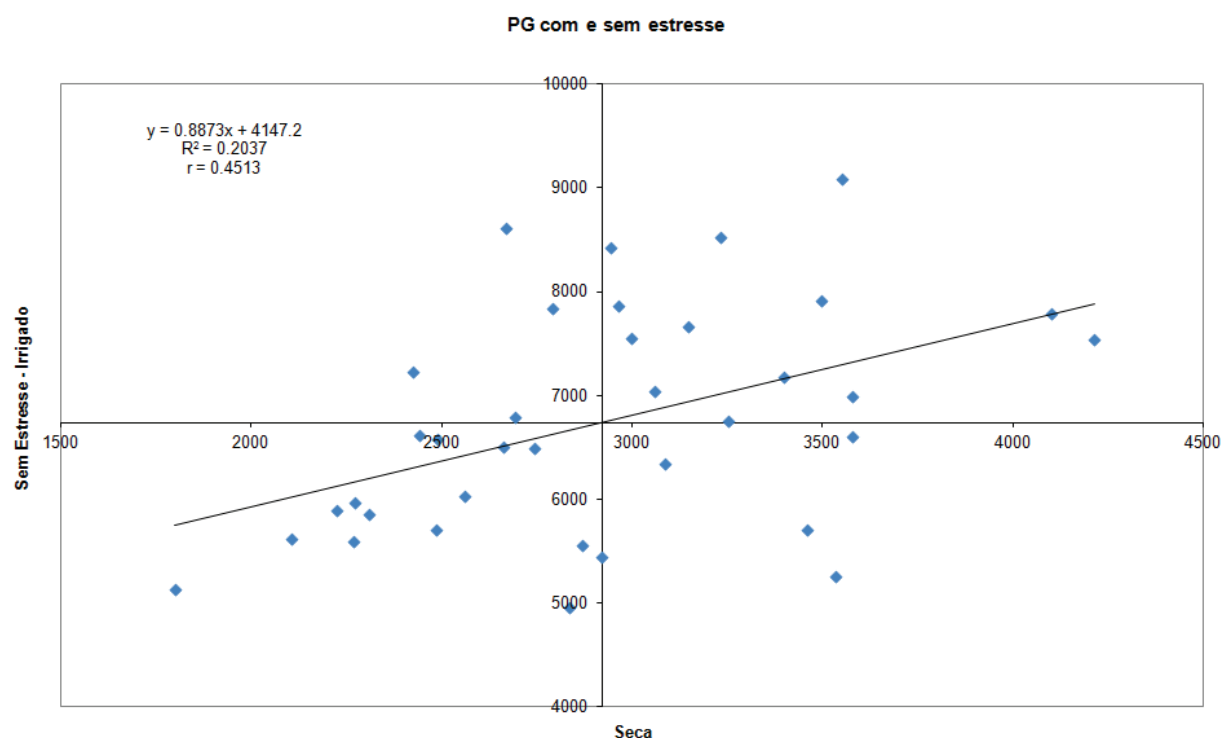


Gráfico 1. Dispersão das médias de produtividade de grãos, de 36 híbridos de milho avaliados em ensaios conduzidos com e sem estresse de seca. Nova Porteirinha – MG, 2011.

Tabela 2. Médias e classificação (Rank) dos 36 híbridos na análise conjunta, bem como nos ambientes de seca e sem estresse. Nova Porteirinha – MG. 2011

Trat	Híbrido	Conjunta - Geral		Seca		Irrigado	
		Média	Rank	Média	Rank	Média	Rank
35	L228-3 x L.C.14	5854 a*	1	3496	7	7919	5
22	L228-3 x L.C.9	5752 a	2	4100	2	7793	8
34	L3 x L.C.14	5586 a	3	3398	9	7173	13
27	L3 x L.C.11	5503 a	4	2942	17	8422	4
29	L3 x L.C.12	5482 a	5	3550	5	9086	1
19	L3 x L.C.8	5334 a	6	3577	4	6985	15
26	BRS 1055	5308 a	7	2669	24	8607	2
15	L228-3 x L.C.6	5244 a	8	3231	11	8520	3
28	L228-3 x L.C.11	5193 a	9	2792	21	7839	7
21	L3 x L.C.9	5093 a	10	3459	8	5703	29
7	L3 x L.C.3	4830 b	11	3148	12	7662	9
36	1G703 4	4720 b	12	3060	14	7044	14
1	DKB 390	4710 b	13	4213	1	7534	11
16	1F592-4	4709 b	14	2999	15	7553	10
10	L3 x L.C.4	4697 b	15	3578	3	6597	19
25	L228-3 x L.C.10	4602 b	16	2743	22	6488	22
32	L228-3 x L.C.13	4587 b	17	2223	34	5896	26
20	L228-3 x L.C.8	4547 b	18	2440	29	6617	18
18	L228-3 x L.C.7	4523 b	19	2963	16	7863	6
33	BRS 1010	4457 b	20	2269	33	5588	31
17	L3 x L.C.7	4212 c	21	2693	23	6785	16
24	L3 x L.C.10	4143 c	22	2870	19	5557	32
14	L3 x L.C.6	3920 c	23	2270	32	5965	25
3	L228-3 x L.C.1	3892 c	24	2487	27	6583	20
8	L228-3 x L.C.3	3884 c	25	2425	30	7226	12
6	BRS 1030	3867 c	26	3251	10	6755	17
2	L3 x L.C.1	3776 c	27	3087	13	6347	23
23	AG 7088	3747 c	28	2835	20	4954	36
31	L3 x L.C.13	3708 c	29	1799	36	5134	35
4	L3 x L.C.2	3667 c	30	3534	6	5252	34
9	2B707	3546 c	31	2310	31	5858	27
30	L228-3 x L.C.12	3522 c	32	2486	28	5705	28
13	L228-3 x L.C.5	3446 c	33	2105	35	5621	30
11	L228-3 x L.C.4	3434 c	34	2560	26	6025	24
5	L228-3 x L.C.2	3360 c	35	2663	25	6503	21
12	L3 x L.C.5	3275 c	36	2921	18	5442	33

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott, a 5% de probabilidade.