

Caracterização de Híbridos de Milho quanto à Tolerância ao Estresse Hídrico

Pedro Henrique Ferreira Gomes¹, Flávia Ferreira Mendes², Sidney Netto Parentoni³, Lauro José Moreira Guimarães³, Paulo Evaristo Oliveira Guimarães³, Kênia Grasielle de Oliveira¹, Denise Pacheco Reis¹ e Rafaela Barbosa Tavares¹

Resumo

O objetivo deste trabalho foi caracterizar híbridos elite de milho quanto à tolerância a seca. Foram avaliados 33 híbridos do programa de melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo, mais três testemunhas comerciais, em ambientes com e sem estresse hídrico. Os ensaios foram conduzidos no campo experimental de Janaúba-MG. Para garantir o estresse hídrico os experimentos foram instalados em época de baixa probabilidade de ocorrências de chuvas. No experimento com estresse a irrigação foi suspensa no estágio de emborrachamento, aos 45 dias após o plantio, enquanto que, para o ambiente sem estresse houve irrigação plena até a maturidade fisiológica dos grãos. As características avaliadas foram, florescimento feminino (FF), intervalo entre florescimento feminino e masculino (ASI) e produtividade de grãos (PG). Foi observada boa precisão experimental e diferença significativa entre os híbridos para todas as características avaliadas. A porcentagem de redução na produtividade, considerando o ambiente sem estresse como referência, foi de 48%. Em condições de estresse observou-se maior intervalo entre o florescimento masculino e feminino. Apesar da interação genótipos x ambientes ter sido significativa, foi possível identificar híbridos com bom desempenho produtivo nos dois ambientes.

Introdução

Apesar dos avanços obtidos pela agricultura a nível mundial, ainda são grandes as perdas devido aos estresses bióticos e abióticos. Bray et al. (2000) verificaram que cerca de 60% das perdas do potencial produtivo das principais culturas nos EUA foram devidas aos estresses abióticos, principalmente por seca.

O melhoramento para tolerância a estresses abióticos se torna ainda mais relevante quando se considera o aumento da demanda por produtos agrícolas num futuro próximo. Segundo dados publicados pela FAO (2010) a demanda por alimentos deverá crescer cerca de 70% até 2050, para atender a uma população de 9,1 bilhões de pessoas. Existe, ainda, expectativa de incorporação de novas áreas agrícolas em cerca de 120 milhões de hectares nas regiões tropicais. A maior parte dessas novas áreas está sob influência de estresses abióticos. Além disso, as alterações climáticas globais previstas para as próximas décadas devem alterar o regime de precipitação em várias regiões do Brasil, aumentando as chances de ocorrência de veranicos. Desta forma, programas de melhoramento que buscam aumentar a tolerância a estresses climáticos deverão se tornar mais evidentes neste novo cenário de mudanças climáticas e de incorporação de novas áreas agrícolas para atender a crescente demanda mundial por alimentos, fibras e energia sustentável.

A maioria das cultivares, desenvolvidas pelos programas de melhoramento de plantas, são voltadas exclusivamente para altas produtividades em ambientes favoráveis. Quando submetidas a estresses prolongados, cultivares com elevado potencial produtivo podem apresentar-se inadequados. Por isso a avaliação de genótipos em condições de estresse hídrico auxilia o melhorista na seleção daqueles mais tolerantes. Diante do exposto o objetivo deste trabalho foi caracterizar híbridos elite de milho para tolerância à seca.

Material de Métodos

Foram avaliados 33 híbridos elite pertencentes ao programa de melhoramento de milho da Embrapa Milho e Sorgo, mais três testemunhas comerciais (P30F35, AG7088, 2B707). Os híbridos foram avaliados em experimentos conduzidos em dois ambientes, com e sem estresse hídrico, no campo experimental da Embrapa localizado em Janaúba, MG. O ambiente sem estresse recebeu irrigação durante todo o ciclo da cultura, enquanto que o ambiente com estresse recebeu irrigação até o estágio de emborrachamento, sendo o fornecimento de água suspenso aos 45 dias após o plantio, para imposição do estresse hídrico.

O delineamento utilizado foi o de látice triplo 6 x 6 nos dois ambientes. A parcela foi constituída de duas linhas de 4 m espaçadas de 80 cm entre linhas e 20 cm entre plantas. A adubação de plantio correspondeu a 400 kg.ha⁻¹ do formulado 8-28-16, e a adubação de cobertura foi realizada aplicando-se 200 kg.ha⁻¹ de uréia, em dose única, quando o milho apresentava-se no estágio de seis folhas completamente expandidas. As características avaliadas nos experimentos foram: florescimento feminino (FF), tomado pela diferença no

¹ Graduandos da UNIFEM – Centro Universitário de Sete lagoas, engpedrogomes@gmail.com, ² Doutoranda da Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. ³ Pesquisadores da Embrapa Milho e Sorgo, MG 424, Km 45, CEP.: 35701-970, Sete Lagoas-MG.

número de dias entre o plantio e a emissão de estilo-estigmas de 50% das plantas da parcela; intervalo entre florescimento masculino e feminino (ASI), medido em dias; e, produtividade de grãos (PG), expressa em kg.ha⁻¹ corrigido para 13% de umidade.

Inicialmente foram realizadas análises de variâncias individuais para cada ambiente e posteriormente procedeu-se análise de variância conjunta considerando-se os dois ambientes, pelo seguinte modelo:

$$y_{ijkl} = m + g_i + a_l + r_{j(l)} + b_{k(jl)} + ga_{il} + e_{ijkl}, \text{ em que}$$

- y_{ijkl} é a observação do híbrido i , no bloco k , da repetição j , do ambiente l ;
- g_i é o efeito do genótipo i ($i=1, 2, \dots, 36$);
- a_l é o efeito do ambiente l ($l=1, 2$);
- $r_{j(k)}$ é o efeito da repetição j ($j=1, 2, 3$) dentro do ambiente l ;
- $b_{k(jl)}$ é o efeito do bloco k ($k=1, 2, \dots, 6$) dentro da repetição j dentro do ambiente l ;
- $ga_{(il)}$ é o efeito da interação híbridos x ambientes; e,
- e_{ijkl} é o erro experimental médio.

Posteriormente foram estimadas as médias ajustadas para cada ambiente, e no conjunto dos ambientes.

Resultados e Discussão

Os resultados da análise conjunta estão apresentados na Tabela 1. Para a fonte de variação genótipos, foi observada diferença significativa ($p < 0,01$) para todas as características avaliadas, infere-se, portanto que existe variabilidade entre os híbridos avaliados. Foi observada, também, boa precisão experimental para todas as características. As estimativas dos coeficientes de variação experimental (Cve) foram de baixa magnitude, e estão de acordo com o relatado na literatura para a cultura do milho (Guimarães, 2006; Parentoni, 2008).

Verificou-se para a fonte de variação ambientes efeito significativo ($p < 0,01$) para todas as características avaliadas. Houve, portanto, diferença entre as médias dos ambientes com e sem estresse hídrico. No ambiente com estresse o florescimento feminino atrasou em média dois dias, segundo Parentoni et al. (2010), em condições de estresse as plantas de milho apresentam atraso no florescimento, e aumenta também o intervalo entre florescimento masculino e feminino. O atraso do florescimento feminino em relação ao masculino prejudica a polinização e como consequência, provoca redução na produtividade. As características de precocidade e boa sincronização entre florescimentos masculino e feminino podem ser importantes mecanismos de tolerância à seca, em milho.

Tabela 1 Análise de variância conjunta para as características florescimento feminino (FF), intervalo entre florescimento feminino e masculino (ASI) e produtividade de grãos (PG), considerando os ambientes com e sem estresse hídrico. Janaúba, 2009/2010

FV	GL	FF	ASI	PG
Repetição (R)/A	4	11.9	2,506841	4992718.9
Bloco/R/A	6	8.5	1,4503968	3630973.8
Ambientes (A)	1	43.7**	7,1168243**	123035993.8**
Genótipos (G)	35	14.1**	6,6**	4937366.1**
G x A	35	2.1 ^{ns}	1,4 ^{ns}	1986182.0**
Erro	134	2.0	1,2	1280197
CV%		12.24	5.12	18.3
Média com estresse		64	1.4	4781
Média sem estresse		62	0.3	8974

^{ns}, ** não significativo e significativo a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

A porcentagem de redução na produtividade, considerando o ambiente sem estresse como referência, foi de 48%. Segundo Parentoni et al. (2010), para que o estresse seja efetivo, deve-se observar uma porcentagem de redução na ordem de 40 a 60%, pois se a redução no potencial produtivo for pequena, a correlação entre as médias nos ambientes com e sem estresse tende a ser de alta magnitude. Observou-se, nesse trabalho, que a correlação entre as médias de produtividade de grãos nos ambientes com e sem estresse foi de 51%, sendo, portanto de média magnitude. Observou-se, também que o efeito da interação genótipos x ambientes foi significativo ($p < 0,01$) somente para produtividade de grãos. Portanto, híbridos superiores, quanto à produtividade de grãos no ambiente sem estresse podem não apresentar comportamento produtivo semelhante em ambiente com estresse hídrico. Apesar da presença de interação G x A e baixa correlação entre as médias de

produtividade nos ambientes com e sem estresse, foi possível identificar híbridos com bom desempenho em ambos os ambientes. Os híbridos experimentais 3F624 5 e 2E530 5, por exemplo, foram classificados entre os quatro genótipos mais produtivos tanto no ambiente de seca como no ambiente sem estresse (Figura 1 e 2).

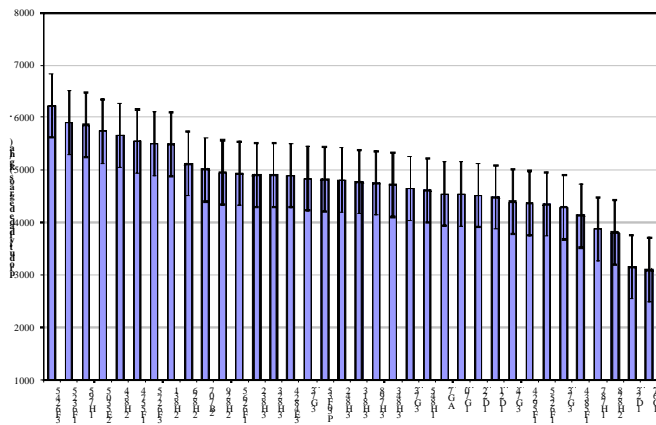


Figura 1 Médias de produtividade de grãos para os híbridos avaliados sem estresse hídrico.

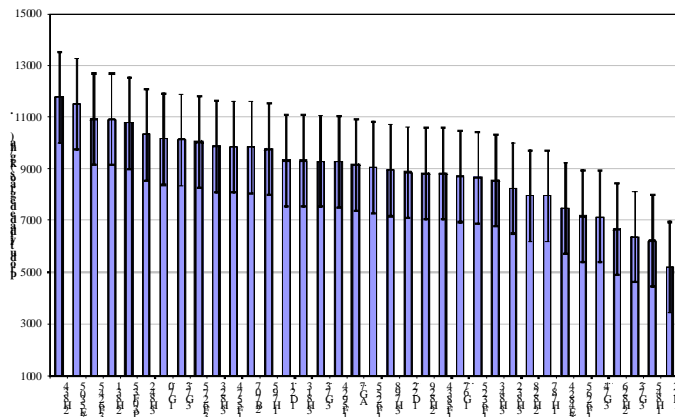


Figura 2 Médias de produtividade de grãos para os híbridos avaliados sob estresse hídrico.

Agradecimentos

À Embrapa Milho e Sorgo, à FAPEMIG e ao convênio Embrapa/Monsanto (MP2 – Seca Cereais) pelo apoio na divulgação dos resultados.

Referências

Bray EA, Bailey-Serres J, Weretilnyk E. (2000). Responses to abiotic stress. In: Buchanan BB, Gruissem W, Jones RL. ed. **Biochemistry and molecular biology of plants**. Rockville: American Society of Plant Physiologists, p.1158–1249,

FAO. How to feed the world in 2050. Roma. 2010. [http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How to Feed the World in 2050.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf).

Guimarães LJM (2006). **Caracterização de genótipos de milho desenvolvidos sob estresse de nitrogênio e herança da eficiência de uso deste nutriente**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

Parentoni SN and Souza Júnior CL (2008). Phosphorus acquisition and internal utilization efficiency in tropical maize genotypes. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, 43:893-901.

Parentoni SN, Souza Júnior CL, Alves VMC, Gama EEG, Coelho AM, Oliveira AC, Guimarães CT, Vasconcelos MJV, Pacheco CAP, Meirelles WF, Magalhães J V, Guimarães LJM, Silva AR, Mendes FF and Schaffert RE (2010). Inheritance and breeding strategies for phosphorus efficiency in tropical maize (*Zea mays* L.). **Maydica**, Bergamo, 55:1-15.