

Avaliação Fenotípica de Linhagens de Sorgo Granífero quanto a Tolerância a Seca em Pós-florescimento

Fernando Lisboa Guedes¹, Flávio Dessaune Tardin², Jurandir Vieira de Magalhães³, João Marcelo Silva Nascimento⁴, Fredolino Giacomini dos Santos⁵ e Robert Eugene Schaffert⁶

Introdução

As várias características xerofíticas da planta de sorgo é que a torna resistente à seca, porém sua capacidade de recuperação após a seca é a propriedade mais importante quando se pensa na predição de sua produtividade. Essa característica permite que a cultura seja apta para se desenvolver e se expandir em regiões de cultivo com distribuição irregular de chuvas e em sucessão a culturas de verão [1]. Entretanto o estresse hídrico é ainda o principal fator de redução na produção do sorgo no mundo, e o estágio de desenvolvimento, no qual o estresse ocorre, é importante para se determinar a resposta da planta do sorgo a essa condição [2].

A tolerância à seca é uma característica complexa, pois envolve simultaneamente aspectos de morfologia, fisiologia e bioquímica. Um dos fatores que mais complica a seleção para tolerância a seca num programa de melhoramento de plantas é a falta de uma característica consistente para medir o grau no qual o genótipo é considerado tolerante ou susceptível ao estresse de seca. Medidas fisiológicas, tais como, potencial de água na folha e ajustamento osmótico não se correlacionam com diferenças em rendimento sob estresse. Este fato pode levar, freqüentemente, a uma situação no qual materiais mais susceptíveis, porém com potencial produtivo maior supere materiais genéticos considerados tolerantes, mas com potencial produtivo mais baixo em condições de estresse hídrico [3].

O estresse hídrico em plantas ocorre quando baixos potenciais hídricos desenvolvem-se e a turgescência da célula começa a declinar [4]. A resposta mais proeminente das plantas ao déficit hídrico, segundo McCree & Fernández [5], consiste no decréscimo da produção da área foliar, no fechamento dos estômatos, na aceleração da senescência e na abscisão das folhas.

Denomina-se “stay-green” o caráter de plantas cujo colmo e as folhas permanecem verdes até o completo enchimento dos grãos, o mesmo tem sido objeto de

estudo em diferentes espécies cultivadas. Esse caráter foi utilizado por Mcbeen *et al.*[6] como alternativa para promover uma progressiva redução da senescência em sorgo, resultando em efetivo aumento funcional da área foliar, na duração da capacidade fotossintética das folhas e colmos, após a maturidade fisiológica, promovendo maior enchimento do grão.

Assim o objetivo desse trabalho foi fenotipar 100 linhagens recombinantes para estresse hídrico em ambiente de estresse hídrico e em ambiente sem estresse hídrico, no intuito de identificar fontes contrastantes para susceptibilidade e tolerância a seca em pós-florescimento (“stay green”).

Material e métodos

A. Material genético

Um conjunto de linhagens recombinantes (RIL`s) foram desenvolvidas pela Embrapa Milho e Sorgo com finalidade de serem utilizadas para mapeamento molecular. A partir do cruzamento das linhagens BR-007B e SC283, contrastantes quanto à tolerância para estresse hídrico, sendo a primeira susceptível e a segunda tolerante com características de “stay-green”, obtiveram-se as gerações F₁ e F₂. Nesta geração, 500 progênies foram conduzidas pelo método SSD (Single Seed Descent) até a geração F_{2:8}. Destas, selecionou-se 100 genótipos, com altura entre 80 e 150 cm, os quais foram avaliados neste trabalho.

B. Avaliação das progênies F_{2:8}

As 100 progênies F_{2:8} foram avaliadas no ano agrícola de 2006 (início do inverno), num delineamento em blocos ao acaso, em dois ambientes (irrigado e sob estresse hídrico), com três repetições. Cada unidade experimental foi constituída de uma fileira de 5 m de comprimento, espaçadas em 0,5 m entre fileiras. No plantio, foram distribuídas uniformemente 70 sementes ao longo dos 5m de sulco e, após 30 dias da semeadura, foi efetuado o desbaste, deixando uma densidade média de 12

1. Estagiário do Núcleo de Recursos Genéticos e Desenvolvimento de Cultivares da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, CEP 35701-970. E-mail: fbrguedes@yahoo.com.br

2. Pesquisador Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas – MG, CP:151 CEP: 35701-970. E-mail: tardin@cnpmis.embrapa.br

3. Pesquisador Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas – MG, CP:151 CEP: 35701-970. E-mail: jurandir@cnpmis.embrapa.br

4. Bolsista pesquisa em ciências agrônomicas, Fundação de Apoio à Pesquisa e ao Desenvolvimento. cep-39440-000. E-mail: jmarceloeagricola@yahoo.com.br

5. Pesquisador Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas – MG, CP:151 CEP: 35701-970. E-mail: fred@cnpmis.embrapa.br

Apoio financeiro: Embrapa e Generation Challenge Program

6. Pesquisador Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas – MG, CP:151 CEP: 35701-970. E-mail: schaffer@cnpmis.embrapa.br

Apoio financeiro: Embrapa e Generation Challenge Program

plantas/metro linear de sulco, o que equivale a aproximadamente 240.000 plantas/ha.

Para avaliação fenotípica das progênies estudadas foram coletados informações das seguintes características:

a) Número de Dias para o Emborrachamento (EMB): número de dias decorridos desde o plantio até o emborrachamento de 50% das planta da unidade experimental;

b) Número de Dias para o Florescimento (FLOR): número de dias decorridos desde o plantio até a exteriorização do estame das panículas de 50% das plantas da unidade experimental;

c) Altura de Planta (ALT): altura média, em metros, de seis plantas competitivas, medidas do nível do solo até o ápice da panícula;

d) Folhas Mortas Iniciais (FMI): porcentagem de folhas mortas durante o florescimento;

e) Folhas Mortas Finais (FMF): porcentagem de folhas mortas durante a maturação fisiológica dos grãos;

f) Produtividade (PROD): peso em quilogramas dos grãos debulhados, o qual foi extrapolado para um hectare;

g) Índice de Colheita de Panícula (ICP): relação de peso de grãos com peso de panículas.

C. Análise estatística

Foram realizadas, para cada característica, análise de variância conjunta, ou seja, considerando os dois ambientes. Para as características que demonstraram a ocorrência de interação entre genótipo e ambiente, foi realizado o desdobramento da interação, avaliando os genótipos dentro de cada ambiente. Para tanto, os dados obtidos foram analisados utilizando-se os recursos computacionais do programa GENES (CRUZ, 2001).

Resultados e discussão

Na Tabela 1 encontra-se o resultado da análise de variância (ANOVA) conjunta, realizada para os ambientes 1 (com estresse hídrico) e ambiente 2 (sem estresse hídrico). Para as características FMF, PROD, RGP, houve interação significativa entre o genótipo e o ambiente, sendo necessário, para estas, realizar o desdobramento de genótipo dentro de cada ambiente. A presença de valor significativo, na interação genótipo x ambiente (GxA) para essas características evidencia que os genótipos estudados não mantiveram a mesma equivalência de resposta para tais características, nas duas condições hídricas, indicando que os melhores genótipos em um ambiente podem não sê-los em outro.

Todas as características, exceto FMI, apresentaram significância para a variável genótipo, demonstrando que as progênies testadas possuem combinações gênicas e ou alélicas diferentes, ou seja, existe variabilidade genética para as diversas características testadas exceto para FMI (Tabela 1). Essa não significância já era esperada, uma vez que as medições efetuadas foram realizadas em um período

imediatamente após a aplicação do estresse, não decorrendo tempo suficiente para diferenciação dos genótipos quanto as folhas mortas iniciais.

De acordo com o desdobramento, para as características PROD e ICP, as medidas dos genótipos apresentaram valores significativamente diferentes em cada um dos ambientes (Tabela 1). Entretanto, para característica FMF os genótipos apresentaram diferenças significativas apenas para o ambiente 1, demonstrando a existência de variabilidade genética entre os genótipos quanto a resposta ao estresse hídrico, sendo uns tolerantes, como quatro genótipos que apresentaram em média 28% de folhas mortas finais e outros susceptíveis ao estresse hídrico como dois genótipos que apresentaram, em média, 70% de folhas mortas finais, no ambiente com estresse. Tais resultados sugerem também, que a característica FMF, relacionada com a característica "Stay-green", pode ser utilizada para seleção de genótipos tolerantes a seca. Ainda, os genótipos contrastantes quanto ao percentual de folhas mortas finais podem ser utilizados para identificação de marcadores moleculares para tal característica, que poderá ser uma ferramenta útil para uma posterior seleção assistida.

Agradecimentos

A Embrapa Milho e Sorgo – CNPMS e a Generation Challenge Program / CGIAR (Consultative Group on International Agricultural Research).

Referências

- [1] MATIN, M. A.; BROWN, J. H; FERGUSON, H. 1989. Leaf water potential, relative water content and diffusive resistance as screening techniques for drought resistance in barley. *Agronomy Journal*, Madison, v. 81, p. 100-105.
- [2] DURÃES, F. O. M.; SANTOS, M. X. dos; GAMA, E. G.; MAGALHÃES, P. C.; ALBUQUERQUE, P. E. P.; GUIMARÃES, C.T. 2004. Fenotipagem associada a tolerância a seca em milho para uso em melhoramento, estudos genômicos e seleção assistida por marcadores. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 17p. (Embrapa Milho e Sorgo.Circular Técnica,39)
- [3] MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; RODRIGUES, J. A. dos S. 2006. Ecofisiologia. In: *Cultivo do Sorgo*. Embrapa Milho e Sorgo,2000.Homepage:<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo/ecofisiologia.htm>
- [4] KOZLOWSKI, T.T.; PALLARDY, S.G. 1997. *Physiology of woody plants*, 2° ed. Academic Press, San Diego.
- [5] McCREE, K.J.; FERNÁNDEZ, C.J. 1989. Simulation model for studying physiological water stress responses of whole plants. *Crop Science*, Madison, v.29, p.353-360.
- [6] McBEEN, G.G; WASKOM, R.M; MILLER,F.R; CREGLMAN, R.A.1983. Effect of Senescence and nonsenescence on carbohydrates in sorghum during late kernel maturity states. *Crop Science*, Madison, v.23, p.372-376.

Tabela 1 Resumo da análise de variância com os respectivos quadrados médios e graus de liberdade (GL) e estimativas dos coeficientes de variação (CV) e das médias, para diversas características, avaliadas em genótipos de sorgo, num delineamento em blocos ao acaso, em dois ambientes, sob estresse hídrico (1) e irrigado (2), no ano agrícola de 2006, em Janaúba, MG.

| Fontes de Variação | GL | Quadrado Médio ^{1/} | | | | | | |
|--------------------|-----|------------------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|----------------------|------------------|------------|
| | | ALT | EMB | FLOR | FMI | FMF | PROD | ICP |
| Bloco/Ambiente | 4 | 751,4750 | 18,0683 | 29,9383 | 0,0454 | 0,2962 | 6064611,2318 | 92,82 |
| Ambiente (A) | 1 | 2546,1600 ^{ns} | 51,0417 ^{ns} | 198,3750 ^{ns} | 2,4768** | 15,5108** | 176603714,5643** | 8335,81** |
| Genótipo (G) | 99 | 1965,6128** | 53,8015** | 49,2841** | 0,0036 ^{ns} | 0,0206** | 7567648,4689** | 221,31** |
| A x G | 99 | 250,2374 ^{ns} | 3,6578 ^{ns} | 3,9945 ^{ns} | 0,0041 ^{ns} | 0,0202** | 1920690,4979** | 57,3345** |
| Genótipo/Ambiente | 198 | - | - | - | - | 0,0204 | 4744169,4834 | 139,3248 |
| Genótipo/Ambiente1 | 99 | - | - | - | - | 0,0376** | 3377417,2927** | 137,6898** |
| Genótipo/Ambiente2 | 99 | - | - | - | - | 0,0032 ^{ns} | 6110921,5615** | 140,9598** |
| Resíduo | 396 | 222,14335 | 3,33433 | 3,71779 | 0,00331 | 0,00997 | 1238045,2348 | 35,4551 |
| CV (%) | | 10,63 | 3,08 | 2,79 | 30,33 | 34,61 | 22,01 | 9,11 |
| Média Geral | | 140,20 | 59,195 | 69,21 | 0,19 | 0,29 | 5054,92 | 65,35 |
| Média em A 1 | | 138,14 | 58,90 | 68,63 | 0,25 | 0,45 | 4512,39 | 61,63 |
| Média em A 2 | | 142,26 | 59,49 | 69,78 | 0,13 | 0,13 | 5597,46 | 69,08 |

^{1/}ALT = altura da planta (cm); EMB = número de dias para o emborrachamento; FLOR = número de dias para florescimento; FMI = percentagem de folhas mortas iniciais; FMF = percentagem de folhas mortas finais; PROD = produtividade Kg.ha⁻¹; ICP = relação peso de grãos e peso de panículas. ^{ns} Não significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade; * Significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade; ** significativo pelo teste F, a 1% de probabilidade.