



FREDOLINO. G. SANTOS<sup>1</sup>, PAULO E. P. ALBUQUERQUE<sup>1</sup>, CARLOS E. P. LEITE<sup>1</sup>, ANTÔNIO C. OLIVEIRA<sup>1</sup>, JOSÉ A. S. RODRIGUES<sup>1</sup>, R. E. SCHAFFERT<sup>1</sup>, CARLOS R. CASELA<sup>1</sup> e FREDERICO O. M. DURÃES<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Milho e Sorgo, Rodovia MG 424, Km 65, CEP 35.701-970, Caixa Postal 151, Sete Lagoas-MG, Brasil; E-mail: [fred@cnpms.embrapa.br](mailto:fred@cnpms.embrapa.br)

Palavras-chave: sorgo granífero, cultivares, resistência a seca, rendimento de grãos,

## INTRODUÇÃO

A planta do sorgo se adapta a uma gama de ambientes principalmente sob condições de deficiência hídrica, desfavoráveis à maioria de outros cereais. 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 (Santos et al, 1996). Entretanto, o estresse de seca é o principal fator de redução na produção de sorgo no mundo (Rosenow et al, 1996; Nguyen et al, 1996; Tuinstra et al, 1998). O estágio de desenvolvimento, no qual o estresse ocorre, é importante para se determinar a resposta da planta do sorgo a essa condição. Foram identificados dois diferentes tipos de resposta à condição de estresse hídrico. A resposta em pré-florescimento se expressa quando as plantas estão sob estresse antes do florescimento e durante o desenvolvimento da panícula (GS2: diferenciação da panícula ao florescimento). A outra resposta, em pós-florescimento, ocorre quando as plantas se encontram sob severo estresse de seca durante o estágio de enchimento de grãos (GS3: florescimento/enchimento de grãos à maturação fisiológica) (Rosenow et al, 1996; Nguyen et al, 1996). A susceptibilidade à seca, em pós-florescimento, apresenta sintomas de morte prematura da planta (senescência), colapso do colmo, acamamento e podridão de *Macrophomina*, com expressiva redução no tamanho do grão principalmente na base da panícula. As plantas que permanecem verdes e completam normalmente o estágio de enchimento de grãos são consideradas resistentes e ainda mostram resistência ao acamamento e à podridão de *Macrophomina*. Essas plantas são consideradas como apresentando bom "stay green", termo empregado para caracterizar resistência a seca em pós-florescimento (Rosenow et al, 1996; Nguyen et al, 1996; Xu, et al, 2000). Em milheto, foi observado que de todas as respostas relacionadas à resistência à seca, o índice de colheita de panícula (relação de peso grão/panícula), que integra todos os componentes do rendimento, foi o que melhor expressou a reação da planta às condições de estresse e pode ser usado como critério de seleção (Mahalakshmi et al, 1996). Existem grandes diferenças entre cultivares de sorgo quanto à reação e desempenho sob condições de estresse hídrico. A identificação de cultivares resistentes a seca torna-se prioritária particularmente à medida que a cultura do sorgo se expande para

regiões com risco de deficiência hídrica. Desenvolveu-se o presente trabalho com o objetivo de avaliar o comportamento de cultivares de sorgo para resistência a seca em pós-florescimento.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O ensaio foi instalado em um latossolo vermelho-amarelo textura média, em Janaúba, MG, no inverno de 2003 (plantio em 04/06/2003), com temperatura adequada (20-25° C) para a cultura e risco mínimo de ocorrência de chuvas durante o período de estresse. Foram utilizados 54 genótipos de sorgo do programa de melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo. Cada genótipo foi plantado em parcela de quatro fileiras de 5m de comprimento, em blocos casualizados com três repetições, com espaçamento de 0,50m e 12 plantas/m linear de sulco. Na adubação de plantio utilizaram-se 250 Kg/ha da fórmula 8-28-16 (NPK) e em cobertura, 30 dias após o plantio, foram aplicados 160 Kg/ha de uréia. Foram instalados dois experimentos, sendo um com irrigação plena e outro com aplicação de estresse sem retorno à irrigação (última irrigação aos 43 dias após o plantio). Foram coletadas amostras de solo, nas duas condições, para acompanhamento da evolução de umidade. A água de irrigação foi monitorada durante o ciclo das plantas. Foram feitas as seguintes avaliações: florescimento, altura de planta, folha morta (% na colheita), peso de panículas, peso de grãos, peso seco de 6 panículas e de seus grãos, peso de 100 grãos (13% de umidade). Esses dados possibilitaram o cálculo do rendimento de grãos (t/ha), índice de colheita de panícula e índice de estresse hídrico-IEH (valor sem estresse - valor com estresse/diferença da média geral dos valores sem e com estresse) para altura de planta, índice de colheita de panícula, peso de 100 grãos e rendimento de grãos.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados obtidos da análise de variância foram significativos para todas as características avaliadas. Na tabela 1 são apresentados dados de altura de planta, índice de colheita de panícula (ICP), rendimento de grãos e peso de 100 grãos. Comparando-se a média geral de cada característica, nas duas condições, observou-se que houve expressiva variação para altura de planta, índice de colheita de panícula, rendimento de grãos e peso de 100 grãos, indicando influência da condição de estresse imposta às plantas. O índice de colheita de panícula, característica, que integra todos os componentes de rendimento, apresentou menor variação em relação ao rendimento de grãos, o que pode ser observado pela menor variabilidade associada à sua medida (menor coeficiente de variação). Desta forma, conforme observação de Mahalakshmi et al. (1996) o índice de colheita de panícula pode ser um bom critério, de fácil avaliação, para uso na seleção de cultivares resistentes. Dentre as 30 cultivares de melhor desempenho (acima da média geral), para rendimento de grãos, em condições de estresse, destacaram-se as de número 14, 53, 9, 10, 1, 29, 26, 28, 24, 8, 11, 23, e 5 com índices de estresse hídrico próximos da média (1). As cultivares 17, 21, 48, 16, 34, 38 e 37 apresentaram maior influência do estresse imposto. As cultivares destacadas como tolerantes apresentaram percentuais de folha morta que variaram de 35 a 58% (média de 51%) e as identificadas como sensíveis mostraram variação de 67 a 77% (média de 73%). A linhagem B 35, considerada padrão de "stay green," apresentou média de 35%, indicando que essa característica também está presente nas cultivares de melhor desempenho. Observando-se a evolução da umidade no solo (Figura 1) pôde-se constatar que, a partir do momento da suspensão das irrigações (43 dias após o plantio – dap), no experimento com estresse hídrico, houve um

decréscimo contínuo da umidade do solo, em todas as três profundidades analisadas. Isso demonstra que houve extração de água mesmo nas camadas mais profundas (até às profundidades de 40-60 cm), o que indica a possibilidade de crescimento radicular até próximo dessas profundidades. Por outro lado, no experimento com suprimento normal de água (sem estresse), a umidade do solo se manteve alta, próxima da capacidade de campo, demonstrando não haver extração de água a grandes profundidades, uma vez que as curvas de 20-40 e 40-60 cm se mantiveram estáveis ao longo do tempo. Esse comportamento pode ser considerado normal quando há suprimento satisfatório de água na camada superior do solo (0-20 cm). Nessa condição, aos 57 dap, o solo sob condições de estresse já apresentava, na camada 0-20, apenas 30% da água total disponível (ATD), na camada 20-40 cm 45% e na camada 40-60 cm 60% da ATD. No florescimento, ocorrido em torno dos 66 dap, a umidade existente no solo já era suficiente para impor as condições de estresse às plantas.

## **CONCLUSÃO**

Os resultados mostraram a existência de variabilidade que permitiu a identificação de cultivares resistentes e sensíveis às condições de estresse impostas, em pós-florescimento, dentre as cultivares de sorgo avaliadas.

## **LITERATURA CITADA**

- MAHALAKSHMI, V.; MONYO, E. S.; PAYNE, W.; QUATTARA, S.; BIDINGER, F. R. Breeding pearl millet for drought tolerance. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GENETIC IMPROVEMENT OF SORGHUM AND PEARL MILLET, 1996, Lubbock, Texas. **Proceedings...** INTSORMIL/ ICRISAT, 1997. p. 443-454.
- NGUYEN, H. T.; XU, W.; ROSENOW, D. T.; MULLET, J. E.; McINTYRE, L. Use by biotechnology in sorghum drought resistance breeding. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GENETIC IMPROVEMENT OF SORGHUM AND PEARL MILLET, 1996, Lubbock, Texas. **Proceedings...** INTSORMIL/ ICRISAT, 1997. p. 412-424.
- ROSENOW, D. T.; EJETA, G.; CLARK, L. E.; GILBERT, M. L.; HENZELL, R. G.; BORREL, A. K.; MUCHOW, R. C. Breeding for pre- and post-flowering drought stress resistance in sorghum. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GENETIC IMPROVEMENT OF SORGHUM AND PEARL MILLET, 1996, Lubbock, Texas. **Proceedings...** INTSORMIL/ ICRISAT, 1997. p. 400-411.
- SANTOS, F. G.; COSTA, E. F.; RODRIGUES, J. A. S.; LEITE, C. E. P.; SCHAFFERT, R. E. Avaliação do comportamento de genótipos de sorgo para resistência a seca. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MILHO E SORGO, 1996, Londrina, PR. **Resumos...** Londrina: IAPAR, 1996. p. 32
- TUINSTRAN, M. R.; EJETA, G.; GOLDSBROUGH, P. B. Evaluation of near-isogenic sorghum lines contrasting for QTL markers associated with drought tolerance. **Crop Science**, Madison, v. 38, n.3, p. 835-842, 1998.

XU, W. M.; SUBUDHI, P. K.; CRASTA, O. R.; ROSENOW, D. T.; MULLET, J. E.; NGUYEN, H. T. Molecular mapping of QTLs conferring stay-green in grain sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). **Genome**, Ottawa, v. 43, n. 3, p. 461-469, 2000.

Tabela 1- Valores médios para altura de planta (cm), índice de colheita de panícula (ICP), rendimento de grãos (t/ha) e peso de 100 grãos (g) obtidos em condições de estresse (c/estr.), em relação às condições de irrigação plena (IEH), em pós-florescimento, de 43 genótipos de sorgo.

n°	Cultivares	Altura de Planta		I C P		Rend. de grãos		Peso de 100 grãos	
		c/estr.	IEH	c/estr.	IEH	c/estr.	IEH	c/estr.	IEH
14	9920041	133	1,36	0,78	0,70	5,370	0,67	2,162	0,93
53	H. Comercial 1	115	1,07	0,81	0,10	4,704	0,68	2,171	1,10
30	0229017	142	0,36	0,69	1,30	4,618	0,25	1,964	1,24
9	BRS 310	127	0,43	0,67	0,80	4,597	0,83	1,782	0,60
54	H. Comercial 2	143	0,00	0,76	0,60	4,507	0,48	2,304	1,21
3	0009035	128	1,21	0,76	0,40	4,302	0,47	1,774	1,39
10	0009060	112	0,93	0,72	0,60	4,275	0,81	1,838	0,62
18	0139048	117	1,14	0,74	0,10	4,159	1,26	2,125	0,81
1	0228017	122	0,93	0,70	1,10	4,124	1,08	2,008	1,01
17	0139045	125	1,57	0,67	1,60	4,095	1,33	1,63	1,66
13	9920020	135	1,07	0,69	1,30	4,006	1,21	1,976	0,83
29	0140070	113	1,21	0,70	1,10	4,000	1,04	1,881	1,25
20	9817030	138	1,00	0,70	1,20	3,935	0,68	2,133	1,38
26	0021038	93	1,43	0,67	1,40	3,883	1,08	1,781	1,27
28	0021060	103	0,71	0,71	0,80	3,857	0,82	1,697	0,80
6	0009038	128	0,86	0,68	1,30	3,825	1,13	1,981	1,29
24	0021033	115	0,57	0,75	0,50	3,785	1,06	1,639	0,78
8	0009054	103	1,57	0,73	1,00	3,774	0,70	1,802	1,07
12	9920016	110	1,07	0,64	1,80	3,692	0,87	1,704	1,22
23	9817037	127	0,93	0,72	1,20	3,655	1,15	2,096	1,36
7	0009039	123	1,79	0,61	1,80	3,645	1,15	2,142	0,78
11	0009061	120	0,71	0,74	0,80	3,615	0,63	1,813	1,23
21	9817036	113	1,07	0,71	1,30	3,471	1,44	1,700	0,85
48	9618284	120	0,86	0,70	1,00	3,468	1,47	1,719	0,93
22	9817029	133	1,36	0,70	1,00	3,385	1,26	1,938	1,63
5	0009037	115	2,14	0,67	1,10	3,275	0,77	1,819	1,61
25	0021054	105	1,57	0,68	1,20	3,273	1,15	1,703	0,60
19	9817012	120	1,07	0,70	1,30	3,236	0,69	1,973	1,53
33	ATF 20B	113	0,71	0,65	1,00	3,171	0,69	2,112	1,07
27	0021060	115	0,71	0,69	1,30	3,162	1,22	1,872	1,10
16	9920045	108	2,29	0,71	1,00	3,069	1,53	1,586	1,58
39	9409191	135	0,36	0,71	1,00	3,027	0,96	2,482	1,23
50	B 35	110	1,43	0,75	0,70	2,906	0,27	2,873	1,18
52	ATF 14B	100	0,71	0,75	0,50	2,823	0,91	2,014	0,55
49	9618286	98	1,21	0,69	1,10	2,762	1,27	1,941	0,62
15	9920044	105	1,64	0,73	0,60	2,748	1,22	1,514	1,00
31	ATF 8B	93	0,64	0,70	0,40	2,714	0,40	1,573	1,31
47	9618116	87	0,79	0,66	1,10	2,541	1,34	2,284	1,08
36	ATF 46B	113	1,43	0,63	1,30	2,266	0,99	1,727	1,73
4	0009036	118	0,14	0,72	0,80	2,261	0,36	2,211	0,74
34	ATF 21B	113	1,07	0,57	2,10	2,245	1,31	1,790	1,46
38	9409163	128	2,14	0,64	2,30	2,16	1,69	2,064	2,05
37	9409123	133	1,43	0,69	0,80	2,135	1,37	2,030	2,07
	Média	111	1,00	0,70	1,00	3,156	1,00	1,99	1,00
	C V (%)		6,92		7,24		22,75		9,05
	DMS (5%)		12		0,08		1,162		0,292

1- 43 genótipos dentre 54 avaliados

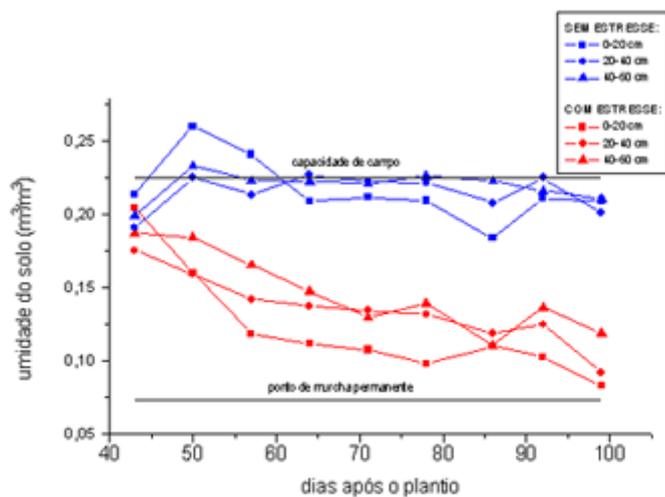


FIGURA 1 – Umidade em três camadas de solo (0-20, 20-40 e 40-60 cm) suprido adequadamente de água (sem estresse) e sob estresse hídrico (com estresse), ao longo do ciclo da cultura.

