

Cultivares de Sorgo Tolerantes ao Estresse Hídrico em Pós-Florescimento



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Milho e Sorgo
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
185**

**Cultivares de Sorgo Tolerantes ao
Estresse Hídrico em Pós-Florescimento**

Cicero Beserra de Menezes
Paulo Sérgio Cardoso Batista
Marcos Paulo Mingote Júlio
Luciane Gonçalves Torres
Bruno Henrique Mingote Julio
Arley Figueiredo Portugal
José Avelino Santos Rodrigues
Rafael Augusto da Costa Parrella
Robert Eugene Schaffert

***Embrapa Milho e Sorgo
Sete Lagoas, MG
2019***

Esta publicação está disponível no endereço:

<https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo/publicacoes>

Embrapa Milho e Sorgo

Rod. MG 424 Km 45
Caixa Postal 151
CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG
Fone: (31) 3027-1100
Fax: (31) 3027-1188
www.embrapa.br/fale-conosco/sa

Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável

Presidente

Sidney Netto Parentoni

Secretário-Executivo

Elena Charlotte Landau

Membros

*Antonio Claudio da Silva Barros, Cynthia
Maria Borges Damasceno, Maria Lúcia
Ferreira Simeone, Roberto dos Santos
Trindade e Rosângela Lacerda de Castro*

Revisão de texto

Antonio Claudio da Silva Barros

Normalização bibliográfica

Rosângela Lacerda de Castro (CRB 6/2749)

Tratamento das ilustrações

Tânia Mara Assunção Barbosa

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Tânia Mara Assunção Barbosa

Foto da capa

Cícero Beserra de Menezes

1ª edição

Publicação digitalizada (2019)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Nome da unidade catalogadora

Cultivares de sorgo tolerantes ao estresse hídrico em pós-florescimento / Cícero
Beserra de Menezes ... [et al.]. – Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2019.

19 p. – (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Milho e Sorgo,
ISSN 1679-0154; 185).

1. *Sorghum bicolor*. 2. Variedade. 3. Resistência à seca. 4. Rendimento. I.
Menezes, Cícero Beserra de. II. Série.

CDD 633.174 (21. ed.)

Sumário

Resumo4

Abstract6

Introdução.....6

Material e Métodos7

Resultados e Discussão9

Conclusões.....17

Agradecimentos.....17

Referências17

Cultivares de Sorgo Tolerantes ao Estresse Hídrico em Pós-Florescimento

Cicero Beserra de Menezes¹

Paulo Sérgio Cardoso Batista²

Marcos Paulo Mingote Júlio³

Luciane Gonçalves Torres⁴

Bruno Henrique Mingote Julio⁵

Arley Figueiredo Portugal⁶

José Avelino Santos Rodrigues⁷

Rafael Augusto da Costa Parrella⁸

Robert Eugene Schaffert⁹

Resumo – O sorgo é uma cultura com potencial para o cultivo em áreas com chuvas irregulares, mal distribuídas ou inadequadas, e o cultivo de sorgo pode mitigar esses efeitos climáticos por meio do desenvolvimento de cultivares mais tolerantes. O objetivo deste trabalho foi avaliar trinta cultivares de sorgo em ambientes com e sem estresse hídrico no estágio de pós-floração. O trabalho foi realizado na Estação Experimental de Gorutuba, em Nova Porteirinha-MG, durante as safras de 2013 e 2014. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições e dois regimes hídricos (com e sem restrição hídrica). O rendimento de grãos foi avaliado. O estresse hídrico reduziu o rendimento de grãos em 50,1% na média dos dois anos de cultivo. As cultivares com melhor rendimento e estabilidade de grãos foram B.Tx635, SC720, BR012RxSC566, SC971, P898012, BR012RxCMSXS225, Lian Tang Ai e BR012RxSC549. Estas cultivares podem ser usadas como linhagem

¹ Doutor em Fitotecnia, Pesquisador Embrapa Milho e Sorgo

² Doutorando Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

³ Graduando Universidade Federal de São João del-Rei

⁴ Graduanda Universidade Federal de São João del-Rei

⁵ Graduando Universidade Federal de São João del-Rei

⁶ Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, Analista da Embrapa Milho e Sorgo

⁷ Doutor em Agronomia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo

⁸ Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo

⁹ Doutor em Genética e Melhoramento Vegetal, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo

parental para híbridos tolerantes à seca ou como variedades cultivadas no Nordeste.

Termos para indexação: *Sorghum bicolor* L.; restrição de água; rendimento de grãos; tolerância à seca

Sorghum Cultivars Tolerant to Post-Flowering Water Stress

Abstract – Sorghum is a potential crop for growing in areas with erratic, poorly distributed or inadequate rainfall, and the sorghum breeding can mitigate these climatic effects by developing more tolerant cultivars. The purpose with this work was to evaluate thirty sorghum cultivars under environments with and without water stress in post-flowering plant stage. The work was carried out at the Experimental Station of Gorutuba, in Nova Porteirinha, State of the Minas Gerais, Brazil, during 2013 and 2014 seasons. The experimental design used was a randomized block, with three replications and two water regimes (with and without water restriction). Grain yield was evaluated. Water stress reduced the grain yield by 50.1% in the average of the two years of cultivation. The cultivars with best grain yield and stability were B.Tx635, SC720, BR012RxSC566, SC971, P898012, BR012RxCMSXS225, Lian Tang Ai and BR012RxSC549. These cultivars can be used as parental lines for drought tolerant hybrids, or as varieties to grown in Northeastern.

Index terms: *Sorghum bicolor* L.; water restriction; grain yield; drought tolerance

Introdução

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) apresenta grande importância na alimentação humana e animal em várias regiões do planeta, sendo o quinto cereal mais importante do mundo. Por possuir maior tolerância à seca que outros cereais, o sorgo possui grande potencial para cultivos em regiões e épocas de cultivo sujeitas ao estresse hídrico, como a região Nordeste do Brasil, ou na segunda safra do Centro-Oeste brasileiro.

O plantio de sorgo na segunda safra na região do Cerrado, amplia a época de semeadura, propiciando melhor manejo do sistema de sucessão das culturas, aumentando a lucratividade do produtor (Menezes et al., 2015), uma vez que nesta época a ocorrência de veranicos prolongados é muito comum, ocasionando elevadas perdas de produção nas culturas menos tolerantes a estresses hídricos. No semiárido, a seca e a distribuição irregular de chuvas são comuns, havendo necessidade da seleção de materiais mais tolerantes à seca, e o sorgo é uma cultura extremamente importante para o bioma Caatinga.

Apesar de estar entre os cereais com maior tolerância à seca, em situações de estresse hídrico acentuado, o sorgo pode sofrer redução de produtividade (Reddy et al., 2011; Batista et al., 2017). O impacto causado pelo estresse hídrico na cultura do sorgo pode ser mitigado pela utilização de genótipos mais tolerantes à seca, sendo assim de grande importância estudos que avaliem o desempenho dos genótipos de sorgo em diferentes ambientes com restrição hídrica.

O objetivo com o presente trabalho foi avaliar cultivares de sorgo granífero em ambientes com e sem estresse hídrico em estágio de pós-florescimento, visando a seleção de cultivares para uso direto no Nordeste ou como parental de híbridos para plantio no Centro-Oeste.

Material e Métodos

Os experimentos foram instalados em área experimental da Embrapa em Nova Porteirinha-MG, nos anos de 2013 e 2014. As coordenadas geográficas são 15°48'10" de latitude Sul e 43°18'03" de longitude Oeste. Nova Porteirinha situa-se a 518 metros de altitude. O solo é caracterizado como Latossolo Vermelho-amarelo de textura média. O clima é semiárido com chuvas irregulares, sendo uma região exemplar para ensaios de tolerância à seca, pois seu maior índice pluviométrico está concentrado nos meses de novembro a março, tendo uma época seca bem definida entre os meses de maio a outubro, favorecendo que o controle de água durante a condução do experimento seja realizado apenas pela irrigação. Os dados referentes à temperatura máxima e mínima e precipitação no período de condução do experimento encontram-se na Figura 1.

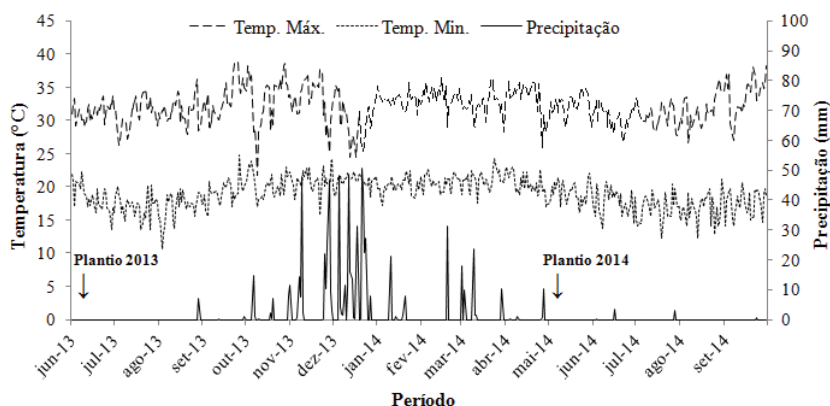


Figura 1. Ocorrências climáticas diárias de temperatura máxima e mínima (°C) e precipitação (mm), durante o período de condução do experimento. Fazenda Experimental do Gorutuba, Nova Porteirinha-MG (Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia, 2017).

Foram avaliados trinta genótipos de sorgo granífero (Tabela 2), mantidos em ambientes com e sem estresse hídrico, em pós-florescimento. Nos ensaios com restrição hídrica, a irrigação foi cortada aos 45 dias após a semeadura, época em que a maioria dos genótipos se encontrava no estágio de emboirachamento, para que o estresse hídrico ocorresse no início ou após o florescimento. Já nos ensaios sem restrição hídrica, a irrigação foi realizada até a maturação fisiológica dos grãos. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial, com três repetições. As parcelas foram compostas de quatro fileiras de 3,0 m de comprimento e espaçadas por 0,5 m, perfazendo uma área total de 6,0 m². A área útil correspondeu às duas fileiras centrais, perfazendo área de 3,0 m².

A adubação foi realizada de acordo com os resultados de análise de solo e a exigência da cultura, sendo utilizados 250 kg ha⁻¹ da fórmula 8-28-16 (NPK), além de 72 kg ha⁻¹ de N em cobertura, usando como fonte nitrogenada a ureia, aos 30 dias após o plantio. A semeadura foi realizada de forma manual, sendo semeadas 20 sementes m⁻¹, na profundidade de 3 cm. Aos 20 dias após a semeadura foi realizado desbaste deixando-se 10 plantas m⁻¹, para obtenção de estande final de 200.000 plantas ha⁻¹. A irrigação do experimento foi realizada por aspersão convencional. Em todos os ensaios utilizou-se irrigação por sistema de aspersão convencional fixo, com os aspersores espaçados 12,0 x 12,0 m, pressão de serviço de 250 kPa, bocais de 4,0 x

2,6 mm de diâmetro e com vazão de 1,6 m³ h⁻¹. O manejo da irrigação foi realizado com base na evapotranspiração da cultura, sendo que as lâminas de irrigação, somadas à precipitação pluvial, variaram de 330,0 a 400,0 mm nos ensaios com estresse hídrico e de 463,0 mm a 600,0 mm nos ensaios sem estresse hídrico.

Os tratos culturais constituíram-se de duas capinas manuais e aplicações de inseticidas para o controle de lagarta-do-cartucho. Logo após o florescimento, as panículas da área útil das parcelas foram cobertas com redes de polietileno, sendo estas grampeadas para impedir que pássaros consumissem os grãos.

A produtividade de grãos foi determinada através da medida da massa de grãos após a trilha, utilizando-se uma balança eletrônica digital de precisão, com umidade corrigida para 13%, dos grãos colhidos na área útil de cada parcela, sendo estimada para a área de 1 ha.

Os dados de produtividade de grãos foram submetidos a análises de variância individual, considerando-se o efeito dos genótipos como fixo e os demais efeitos como aleatórios. Em seguida, os dados de produtividade de grãos foram submetidos à análise de adaptabilidade e estabilidade pelo método GGE biplot (Yan et al., 2000).

O modelo GGE Biplot utilizado foi: $Y_{ij} - \mu - \beta_j = \alpha_i + y_1 \varepsilon_{i1} \rho_{j1} + y_2 \varepsilon_{i2} \rho_{j2} + \varepsilon_{ij}$ onde: Y_{ij} representa a produtividade de grãos média do genótipo i no ambiente j ; μ é a média geral das observações; β_j é o efeito principal do ambiente; α_i é o efeito principal do genótipo i ; y_1 e y_2 são os escores associados ao primeiro (PC1) e segundo componente principal (PC2), respectivamente; ε_1 e ε_2 são os valores do PC1 e PC2, respectivamente, do genótipo de ordem i ; ρ_{j1} e ρ_{j2} são os valores do PC1 e PC2, respectivamente, para o ambiente de ordem j ; e ε_{ij} é o erro associado com o modelo do i -ésimo genótipo e j -ésimo ambiente (Yan et al., 2000). Para realização da análise dos dados, foi utilizado o pacote GGEGui implementado no software R (R Development Core Team, 2014).

Resultados e Discussão

O resultado da análise de variância conjunta revelou que houve diferença significativa para a interação genótipos x ambientes para produtividade de

grãos (Tabela 1), demonstrando que os genótipos responderam de forma diferenciada aos ambientes avaliados. A qualidade dos experimentos, expressada pelo Coeficiente de Variação (VC%), foi satisfatória, considerando a classificação proposta por Pimentel-Gomes (2009), para produtividade de grãos, em razão do seu caráter poligênico e, assim, sofre maior influência ambiental.

Tabela 1. Resumo da análise de variância conjunta para produtividade de grãos, de trinta genótipos de sorgo granífero cultivados em ambientes com e sem restrição hídrica, em Nova Porteirinha-MG, nas safras 2013 e 2014.

FV	GL	Quadrados médios
		Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)
Blocos	2	7610145,6**
Genótipos (G)	29	4450888,8**
Ambientes (A)	3	182766052,7**
GxA	87	1047358,1**
Erro	238	520555,3
CV (%)		22,07

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

A média geral da produtividade de grãos nos quatro ambientes foi de 3.269 kg ha⁻¹ (Tabela 2), superior à média nacional obtida em 2018, que foi de 2.731 kg ha⁻¹ (Acompanhamento da Safra Brasileira [de] Grãos, 2018). A maior produtividade média foi obtida no ambiente sem restrição em 2013 (SE13), que foi de 4.500 kg ha⁻¹, e a menor produtividade foi encontrada no ambiente com restrição 2013 (CE13), que foi de 1.400 kg⁻¹ (Tabela 2).

O estresse hídrico reduziu a produtividade de grãos em 68,9% em 2013, 31,2% em 2014 e 50,1% na média dos dois anos de cultivo. Essa redução na produtividade de grãos em ambientes com restrição hídrica em estágio de pós-florescimento está relacionado principalmente à redução no tamanho do grão (Menezes et al., 2015; Batista et al., 2017). Avaliando a produtividade de grãos de cultivares de sorgo granífero no semiárido mineiro, Albuquerque et al. (2011) obtiveram média de 1.710 kg ha⁻¹ em ano com baixa disponibilidade pluviométrica e de 5090 kg ha⁻¹ em ano com boa disponibilidade pluviométrica,

mostrando que mesmo sendo tolerante à seca o sorgo pode sofrer redução na produtividade se o estresse for muito prolongado.

Tabela 2. Médias da produtividade de grãos (kg ha^{-1}) de trinta genótipos de sorgo granífero, cultivados em ambientes com (CE13 e CE14) e sem (SE13 e SE14) restrição hídrica, em Nova Porteirinha-MG, nas safras 2013 e 2014; e média geral das cultivares e ensaios.

Tratamento	Genótipos*	SE13	CE13	SE14	CE14	Média
1	SC704	3.747	1.122	2.765	2.035	2.417
2	SC1345	3.433	1.267	2.808	3.474	2.745
3	SC720	5.020	2.500	4.715	3.877	4.028
4	HEGARI	5.010	1.111	3.784	2.979	3.221
5	Ajabsido	4.998	1.467	4.167	2.869	3.375
6	SC373	3.214	1.656	3.509	2.707	2.771
7	P898012	5.504	1.900	4.348	4.120	3.968
8	SC103	3.891	900	3.734	2.070	2.649
9	SC502	4.541	1.100	2.983	2.045	2.667
10	SC645	3.613	1.767	4.617	3.230	3.307
11	B.Tx2752	5.011	1.178	4.860	3.565	3.653
12	SC627	5.721	1.589	5.052	2.729	3.773
13	SC672	4.987	1.567	4.057	2.045	3.164
14	SC971	5.495	2.322	4.439	4.258	4.129
15	SC414_12	4.999	1.150	6.246	2.416	3.703
16	SC209	3.852	483	2.907	1.559	2.200
17	SC115	3.852	1.044	3.226	2.602	2.681
18	SC1124	3.143	1.256	2.658	2.443	2.375
19	B.AZ9504	4.597	1.600	5.410	2.074	3.420
20	R.Tx436	3.953	267	4.218	1.478	2.479
21	R.Tx2903	4.334	967	5.494	2.550	3.336
22	SC1038	3.449	556	3.511	1.755	2.318
23	Lian Tang Ai	5.705	1.489	4.458	3.386	3.759
24	B.Tx635	4.957	1.567	4.835	4.498	3.964
25	R.Tx432	4.503	844	5.679	3.652	3.670
26	BR012RxSC549	4.464	1.844	4.992	3.667	3.742
27	BR012RxSC566	4.919	2.844	4.868	4.396	4.257

Tratamento	Genótipos*	SE13	CE13	SE14	CE14	Média
28	BR012Rx-CMSXS225	5.550	2.400	4.165	3.447	3.891
29	CMSXS180R	4.439	1.244	3.983	2.734	3.100
30	9503062	4.086	1.000	5.053	3.033	3.293
Média (kg/ha)		4.500	1.400	4.251	2.923	3.269

*Linhagens de sorgo oriundas de painel de associativo do Institute of Genetic Diversity (Cornell Univeristy). Tratamentos de 1 a 25 obtiveram bom desempenho em ensaios prévios em Nova Porteirinha-MG e Teresina-PI. Tratamentos de 26 a 30 são linhagens elites do programa de melhoramento da Embrapa.

A partir desses resultados pode-se constatar a importância das variações climáticas que ocorrem de um ano para o outro, como a temperatura, que influencia diretamente a intensidade do estresse hídrico. Os ensaios de 2013 foram semeados no mês de junho, época com temperaturas amenas, porém, no final do ciclo, quando os genótipos encontravam-se sob déficit hídrico, as temperaturas já estavam mais altas, agravando a intensidade do estresse nas plantas, proporcionando maior redução na produtividade de grãos. Já nos ensaios de 2014, a semeadura foi realizada no mês de maio, e as temperaturas no final do ciclo das plantas foi inferior às encontradas no ano de 2013, reduzindo a intensidade do estresse hídrico e consequentemente proporcionando menores perdas na produtividade de grãos (Figura 1).

Para melhor visualização dos resultados e estimativas de adaptabilidade e estabilidade das cultivares foi realizada análise de GGE biplot nos dados. No Biplot “setores e mega-ambientes” (Figura 2) existe a formação de um polígono através da conexão dos genótipos que estão mais afastados do centro do Biplot. Pelas linhas que saem da origem do Biplot observa-se que o polígono foi dividido em seis setores. Cada setor que possui pelo menos um ambiente forma um mega-ambiente. Assim, houve a formação de dois mega-ambientes, o primeiro formado pelos ambientes com estresse em 2013 (CE13), com estresse em 2014 (CE14) e sem estresse em 2013 (SE13), e o segundo formado pelo ambiente sem estresse em 2014 (SE14).

De acordo com Yan e Tinker (2006), os genótipos que estão plotados na área do mega-ambiente são os mais adaptados aos ambientes que o compõem e os genótipos localizados nos vértices de cada mega-ambiente apresentam o

melhor desempenho para a produtividade de grãos. Dessa forma, o genótipo BR012RxSC566 (27) apresentou melhor desempenho para os ambientes CE13 e CE14. Os genótipos SC720 (3), P898012 (7), SC971 (14), B.Tx635 (24) e BR012RxCMSXS225 (28) também apresentaram bom desempenho para esses ambientes. Esses genótipos foram os que apresentaram maior produtividade de grãos nos ambientes com estresse hídrico (CE13 e CE14) sendo, portanto, os mais adaptados a essas condições.

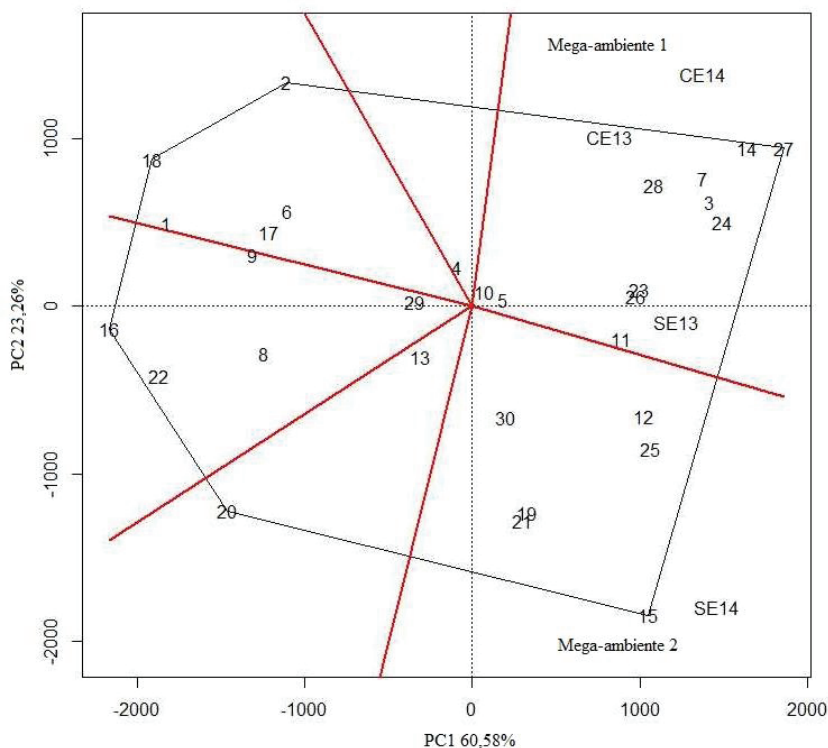


Figura 2. Setores e mega-ambientes obtidos pelo modelo GGE biplot para a produtividade de grãos de trinta genótipos de sorgo granífero avaliados nos ensaios: SE13 (sem estresse hídrico, em 2013); CE13 (com estresse hídrico, em 2013); SE14 (sem estresse hídrico, em 2014) e CE14 (com estresse hídrico, em 2014). PC1 e PC2 correspondem aos componentes principais 1 e 2, respectivamente.

Para o ambiente SE14, o melhor desempenho para produtividade de grãos foi do genótipo SC414_12 (15). Os genótipos SC627 (12), B.AZ9504 (19), R.Tx2903 (21), R.Tx432 (25) e 9503062 (30) também foram bem adaptados a esse ambiente. Os genótipos pertencentes a setores sem a formação de mega-ambiente não apresentaram alta produtividade de grãos em nenhum ambiente.

No biplot “Média vs Estabilidade” (Figura 3) existe a formação de dois eixos, com os genótipos ranqueados no eixo mais horizontal. Esse eixo apresenta uma seta que aponta para a direção de maior produtividade de grãos. Quanto mais à direita da seta os genótipos forem plotados, maior a produtividade de grãos geral em todos os ensaios, quanto mais à esquerda da seta, menor a produtividade de grãos (Yan, 2011). Assim, os genótipos BR012RxSC566 (27), SC971 (14), B.Tx635 (24), SC720 (3) e P898012 (7) foram mais produtivos na média de todos ambientes, com produtividade de grãos média de 4.257, 4.129, 3.964, 4.028 e 3.968 kg ha⁻¹, respectivamente (Tabela 2).

Observa-se também, pelo biplot “Média vs Estabilidade” (Figura 3), que quanto maior a distância de projeção do genótipo em relação ao eixo mais horizontal, menor será a sua estabilidade (Yan, 2011). Dessa forma, os genótipos Lian Tang Ai (23), BR012RxSC549 (26), Ajabsido (5), SC645 (10), CMSXS180R (29) e SC209 (16) foram os mais estáveis e os genótipos com menor estabilidade foram SC414_12 (15), R.Tx2903 (21), B.AZ9504 (19) e SC1345 (2).

Genótipos que apresentam alta estabilidade, mas são pouco produtivos, não são desejáveis, pois a alta estabilidade é uma característica que só viabiliza a indicação de um genótipo quando este também apresenta alto desempenho produtivo. Neste sentido, o biplot “classificação dos genótipos” (Figura 4) auxilia na avaliação, conciliando a adaptabilidade e estabilidade com a produtividade de grãos obtida por cada genótipo. Nesse biplot verifica-se a formação de círculos concêntricos em torno do eixo do ambiente-média. O genótipo mais próximo do centro dos círculos concêntricos é o mais desejável, ou seja, apresenta o melhor desempenho médio (Yan, 2011). Assim, verifica-se que os genótipos B.Tx635 (24), SC720 (3), BR012RxSC566 (27), SC971 (14), P898012 (7), BR012RxCMSXS225 (28), Lian Tang Ai (23) e BR012RxSC549

(26) são os mais desejáveis, pois apresentam alta produtividade de grãos associada à alta estabilidade nos ambientes avaliados.

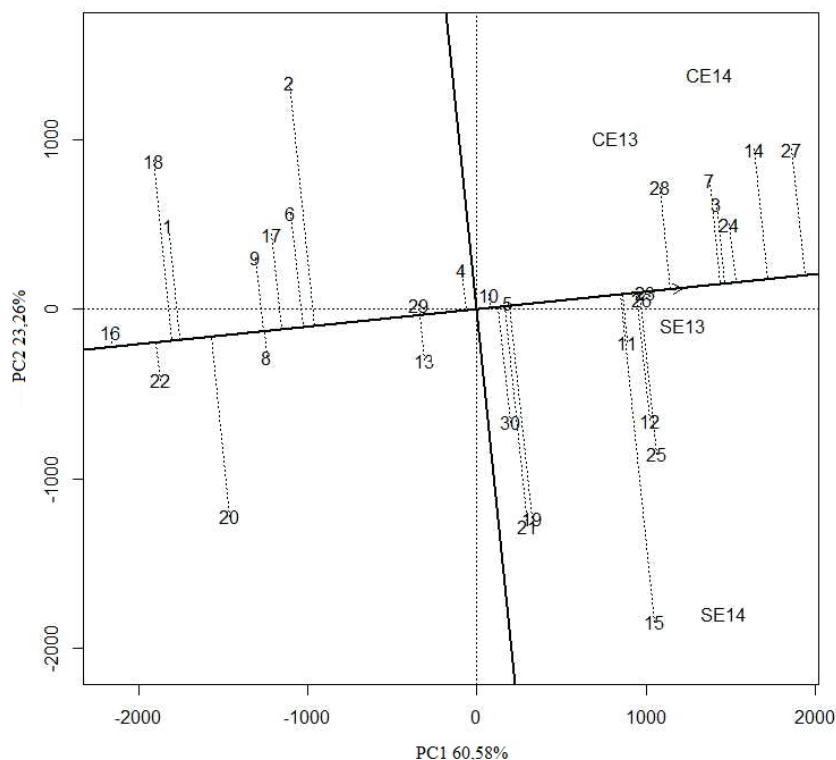


Figura 3. Média *versus* estabilidade pelo modelo GGE biplot para a produtividade de grãos de trinta genótipos de sorgo granífero avaliados nos ensaios: SE13 (sem estresse hídrico, em 2013); CE13 (com estresse hídrico, em 2013); SE14 (sem estresse hídrico, em 2014) e CE14 (com estresse hídrico, em 2014). PC1 e PC2 correspondem aos componentes principais 1 e 2, respectivamente.

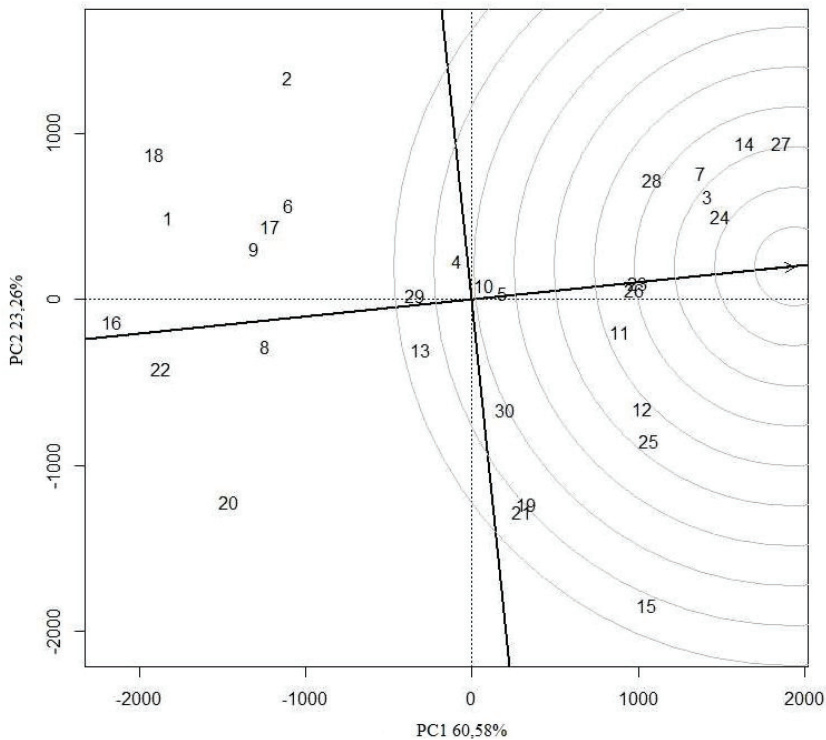


Figura 4. Classificação pelo modelo GGE biplot para a produtividade de grãos de trinta genótipos de sorgo granífero avaliados nos ensaios: SE13 (sem estresse hídrico, em 2013); CE13 (com estresse hídrico, em 2013); SE14 (sem estresse hídrico, em 2014) e CE14 (com estresse hídrico, em 2014). PC1 e PC2 correspondem aos componentes principais 1 e 2, respectivamente.

As cultivares BR012RxSC566 (27), BR012xCMSXS2225 (28) e BR012RxSC549 (26) estão entre as mais produtivas nos ensaios de seca. Estas cultivares são tolerantes à saturação de alumínio (Menezes et al., 2014), e foram selecionadas pelo seu desenvolvimento do sistema radicular nestas condições. As cultivares P898012 (Leslie, 2008); SC720 (Mutava et al., 2011) são relatadas na literatura como tolerante ao estresse hídrico, o que corrobora com os resultados encontrados neste trabalho.

As cultivares CMSXS180R e 9503062, parentais de híbridos comerciais da Embrapa, apresentaram desempenho próximo da média, o que sugere que estas devem ser cruzadas com as linhagens superiores mostradas anteriormente para geração de novas linhagens mais tolerantes. O híbrido

BRS 330, originado da linhagem CMSXS 180R, mostrou-se suscetível à seca, nestas mesmas condições de avaliação (Menezes et al., 2015). Já o híbrido 0009061, originado da linhagem 9503062, apresentou bom desempenho em condições de seca, por ser mais precoce e escapar do estresse mais tardio (Menezes et al., 2015).

Conclusões

O estresse hídrico em pós-florescimento reduz a produtividade de grãos de sorgo granífero em mais de 50%, considerando o cultivo em condições de estresse e irrigado.

As cultivares B.Tx635, SC720, BR012RxSC566, SC971, P898012, BR012RxCMSXS225, Lian Tang Ai e BR012RxSC549 apresentam alta produtividade de grãos e estabilidade em condições de estresse hídrico, devendo serem usados no programa de melhoramento de sorgo, como variedades para o Nordeste ou como parentais para geração de populações e híbridos.

Agradecimentos

À Embrapa Milho e Sorgo, à Fapemig, ao BNB e ao CNPq, pelo apoio financeiro na realização e divulgação dos resultados.

Referências

- ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA [DE] GRÃOS: safra 2018/19: terceiro levantamento. Brasília, DF: Conab, v. 6, n. 3, 2018.
- ALBUQUERQUE, C. J. B.; VON PINHO, R. G.; RODRIGUES, J. A. S.; BRANT, R. S.; MENDES, M. C. Espaçamento e densidade de semeadura para cultivares de sorgo granífero no semiárido. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p. 278-285, 2011.
- BATISTA, P. S. C.; MENEZES, C. B.; CARVALHO, A. J.; PORTUGAL, A. F.; BASTOS, E. A.; CARDOSO, M. J.; SANTOS, C. V.; JULIO, M. P. M. Performance of grain sorghum hybrids under drought stress using GGE biplot

analyses. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 16, n. 3, p. 1-12, 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 3 jun. 2017.

LESLIE, J. **Sorghum and millets diseases**. Ames: Iowa State Press, 2008.

MENEZES, C. B.; CARVALHO JÚNIOR, G. A.; SILVA, L. A.; BERNARDINO, K. C.; MAGALHÃES, J. V.; GUIMARÃES, C. T.; GUIMARÃES, L. J. M.; SCHAFFERT, R. E. Selection of sorghum hybrids grown under aluminum saturation. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 13, n. 3, p. 5964-5973, 2014.

MENEZES, C. B.; SALDANHA, D. C.; SANTOS, C. V.; ANDRADE, L. C.; MINGOTE JÚLIO, M. P.; PORTUGAL, A. F.; TARDIN, F. D. Evaluation of grain yield in sorghum hybrids under water stress. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 14, p. 12675-12683, 2015.

MUTAVA, R. N.; PRASSAD, P. V. V.; TUINSTRA, M. R.; KOFOID, K. D.; YU, J. Characterization of sorghum genotypes for traits related to drought tolerance. **Field Crops Research**, Warwick, v. 123, n. 1, p. 10-18, 2011.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15. ed. Piracicaba: FEALQ, 2009. 451 p.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2014. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 3 jun. 2017.

REDDY, B. V. S.; KUMARA, A. A.; RAMESH, S.; REDDY, P. S. Sorghum genetic enhancement for climate change adaptation. In: REDDEN, J. R.; LOTZE-CAMPEN, H.; YADAV, S. S.; HATFIELD, J. L. (Ed.). **Crop adaptation to climate change**. Oxford: Wiley-Blackwell, 2011.

YAN, W.; HUNT, L. A.; SHENG, Q. L.; SZLAVNICS, Z. Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on the GGE Biplot. **Crop Science**, Madison, v. 40, p. 597-605, 2000.

YAN, W.; TINKER, A. Biplot analysis of multi environment trial data: principles and applications. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 86, n. 3, p. 623-645, 2006.

YAN, W. GGE Biplot vs. AMMI graphs for genotype-by-environment data analysis. **Journal of the Indian Society of Agricultural Statistics**, New Delhi, v. 65, n. 2, p.181-193, 2011.



Milho e Sorgo



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL