

## Avaliação de Cultivares de Sorgo em Ambientes com e sem Restrição Hídrica

**Cícero Beserra de Menezes<sup>(1)</sup>, Flávio Dessaune Tardin<sup>(1)</sup>, Milton José Cardoso<sup>(2)</sup>, Edson Alves Bastos<sup>(2)</sup>, Crislene Vieira dos Santos<sup>(3)</sup>, Douglas Cirino Saldanha<sup>(4)</sup>**

<sup>(1)</sup> Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, MG; cicero.menezes@embrapa.br; <sup>(2)</sup> Pesquisador; Embrapa Meio Norte; <sup>(3)</sup> Graduando; Universidade Federal de São João del-Rei; <sup>(4)</sup> Graduando; Fundação Educacional Monsenhor Messias – UNIFEMM

**RESUMO:** Vinte e cinco cultivares de sorgo foram avaliadas em três anos consecutivos, em condições de irrigação plena e sob estresse hídrico no pós-florescimento. Os tratamentos foram dispostos em um esquema fatorial, composto por três anos de plantio, dois regimes hídricos e 25 genótipos. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições. Para seleção das cultivares foram estimadas adaptabilidade e estabilidade para rendimento de grãos utilizando a metodologia AMMI. O primeiro componente principal (IPCA1) explicou 36,96% e o segundo componente principal (IPCA2) explicou 27,28%. Os dois eixos, portanto, explicaram 64,24% da Soma de Quadrados da interação C x E. As cultivares mais estáveis foram 9402132, 9503086, 9929020, ATF 46B, B 803, CMSXS 230B, N 95B e Tx 2904, e os ambientes que menos contribuíram para a interação foram 2006CE, 2007CE e 2008CE. Dentre estes, as cultivares N 95B, 9928020, CMSXS 230B e 9503068, e o ambiente NP2006CE apresentaram produtividades acima da média geral.

**Termos de indexação:** Sorghum bicolor, estresse abiótico, tolerância a seca.

### INTRODUÇÃO

A produção brasileira de grãos depende, na sua maior parte, da precipitação pluviométrica, o que faz com que, em regiões nas quais as ocorrências de chuvas são menores ou irregulares, normalmente haja redução na produção de grãos. Dessa maneira, a seleção de genótipos mais bem adaptados a condições de estresse hídrico pode contribuir para aumentar a viabilidade do cultivo agrícola em regiões com limitações de água ao longo do ano, como nas regiões de clima semiárido, ou no Centro Oeste e Sudeste em períodos de segunda safra.

A tolerância à seca é bastante influenciada pelo ambiente, de forma que a interação genótipos e ambientes assume papel importante na

manifestação fenotípica deste caráter. Esta interação pode ser amenizada, pela identificação de cultivares com maior estabilidade fenotípica em ambientes de estresse.

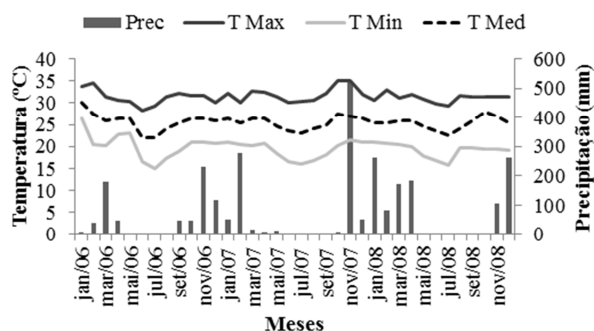
Vários métodos, baseados em diferentes princípios, foram descritos para avaliação da interação GxA e para a determinação da adaptabilidade e da estabilidade fenotípica. Um método de aplicação mais recente, que também permite inferências dessa natureza, é a chamada análise AMMI (Additive Main Effects and Multiplicative Interaction Analysis), que significa modelo de efeitos principais aditivos e interação multiplicativa. Este método combina técnicas estatísticas, como a análise de variância e a análise de componentes principais, para ajustar, respectivamente, os efeitos principais (genótipos e ambientes) e os efeitos da interação GxA (Duarte e Vencovsky, 1999; Ramalho et al., 2012).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi estudar a adaptabilidade e estabilidade de cultivares de sorgo, utilizando o modelo AMMI.

### MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram instalados sob sistema convencional de cultivo na Fazenda Experimental do Gorutuba, pertencente à Embrapa Milho e Sorgo, localizada no município de Nova Porteirinha- MG, entre os meses de junho e outubro. Os dados meteorológicos de temperatura e precipitação da época da experimentação podem ser observados na Figura 1.

Os tratamentos foram dispostos em um esquema fatorial 3 x 25 x 2, envolvendo três anos de plantio (2006, 2007 e 2008), 25 genótipos de sorgo e dois ambientes: com e sem restrição hídrica.



**Figura 1.** Dados médios de temperatura e pluviosidade, em Nova Porteirinha-MG, nos anos de 2006, 2007 e 2008. Fonte: EPAMIG.

No ambiente sem restrição hídrica, os genótipos foram submetidos a uma condição de cultivo irrigado até a maturação fisiológica dos grãos. Já no ambiente com restrição hídrica cessou-se a irrigação na fase de emborrachamento da planta, aproximadamente em torno de 45 dias após semeadura. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições.

As parcelas experimentais foram constituídas por quatro fileiras de 5 m de comprimento, espaçadas por 0,5 m entre linhas, sendo que apenas as duas fileiras centrais foram consideradas como parcela útil.

As características avaliadas foram altura de plantas, florescimento e rendimento de grãos.

Para determinação da análise de adaptabilidade e estabilidade, avaliou-se a característica produção de grãos, utilizando o método AMMI (Zobel et al., 1988), por meio do software Estabilidade, desenvolvido por Ferreira (2014).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estresse hídrico reduziu significativamente a produtividade das cultivares. Comparando as médias dos três anos de plantio sem estresse (5.967 kg ha<sup>-1</sup>) e com estresse (3.626 kg ha<sup>-1</sup>) houve redução de 39% na produtividade de grãos, mostrando que o estresse hídrico é fator limitante para produção de grãos de sorgo (Tabela 1).

Foram detectadas diferenças significativas para as interações envolvendo cultivares (C) x anos (A), cultivares (C) x ambientes (E) e CxAxE, o que mostra a complexidade de se trabalhar com seleção para tolerância à seca em condições de campo. O comportamento diferencial de cultivares ante as variações de anos e ambientes é de grande interesse para o melhoramento, pois é determinante na indicação das cultivares para as diferentes regiões produtoras.

**Tabela 1.** Análise de variância conjunta para produtividade (t.ha<sup>-1</sup>) com desdobramento da interação genótipos x ambientes pelo método AMMI. Sete Lagoas, 2014.

FV	GL	QM	Fc	%Pro Ac. <sup>(1)</sup>
Cultivares (C)	24	9,41	8,53**	
Ambientes (E)	5	183,86	166,63**	
C x E	120	2,16	1,96**	
IPCA1	28	3,42	3,10**	36,96
IPCA2	26	2,72	2,46**	64,24
IPCA3	24	1,76	1,59*	80,51
Desvios	42	1,20	1,09 <sup>ns</sup>	100,00
Resíduo	288	1,10		
CV (%)		21,9		
Média Sem (t.ha <sup>-1</sup> )		5,97		
Média Com (t.ha <sup>-1</sup> )		3,63		

<sup>(1)</sup> Proporção da soma de quadrados da interação GxA acumulada em cada componente principal de interação da análise AMMI.

A interação genótipos x ambientes pode ser amenizada, pela identificação de cultivares com ampla adaptação e boa estabilidade. Uma metodologia de análise de estabilidade que tem sido bastante utilizada nos últimos anos é a chamada AMMI ((Additive Main Effects and Multiplicative Interaction Analysis), que associa um modelo aditivo e multiplicativo para explicar a interação genótipos por ambientes.

O resumo da análise da decomposição da soma de quadrados da interação cultivares x ambientes está apresentado na Tabela 1. O desdobramento da interação cultivares (C) x ambientes (E), neste caso considerando ambientes como os anos e os regimes hídricos, foi significativo para os modelos AMMI1, AMMI2, AMMI3 e não significativo para os desvios. Isso significa que os três primeiros componentes (IPCA1, IPCA2 e IPCA3) capturaram a maior parte da variação da interação. O primeiro componente principal (IPCA1) explicou 36,96% e o segundo componente principal (IPCA2) explicou 27,28%. Os dois eixos, portanto, explicaram 64,24% da Soma de Quadrados da interação C x E (Tabela 1).

Na Figura 2 encontra-se a representação gráfica da produtividade das cultivares e ambientes, versus os escores correspondentes do primeiro componente da análise AMMI. Quando as cultivares estão plotadas próximas da reta paralela ao eixo das abscissas que cruza o escore zero, ou seja, escore próximo de zero, isso indica que essas cultivares contribuem menos para a interação. As cultivares 1 (9409132), 2 (9503086), 6 (ATF46B), 7 (ATF54B), 10 (B 8911), 11 (BR008B), 13 (N95B) e 22 (Tx 2907) foram as mais estáveis contribuindo pouco para a interação. Entre elas, as cultivares 11 (BR008B) e 13 (N 95B) apresentaram as maiores médias de produtividade. Este procedimento também pode ser utilizado para verificar quais ambientes mais contribuíram para a interação. Os ambientes A2 (2006 CE), A3 (2007 SE) e A4 (2007 CE) contribuíram menos para a interação, ao contrário dos ambientes A1 (2006 SE), A5 (2008 SE) e A6 (2008 CE).

Pelo método AMMI2 temos um biplot, em que

plotam-se os escores do primeiro componente versus os escores do segundo componente, relativos às cultivares e ambientes. Cultivares posicionadas próximas à origem dos eixos (0,0) contribuem pouco para a interação total em relação àquelas mais afastadas da origem, e podem ser consideradas mais estáveis, por esse critério. Podem também ser consideradas de rendimento estável, por interagirem menos com os ambientes. É o caso das cultivares 1 (9402132), 2 (9503086), 3 (9929020), 6 (ATF 46B), 9 (B 803), 12 (CMSXS 230B), 13 (N 95B) e 21 (Tx 2904), e os ambientes A2 (2006CE), A4 (2007CE) e A6 (2008CE) (Figura 3). Dentre estas, as cultivares N 95B, 9928020, CMSXS 230B e 9503068, e o ambiente 2006CE apresentaram produtividades acima da média geral.

Pelos gráficos é possível também diagnosticar as interações específicas entre cultivares e ambientes, ou seja, observar quais combinações cultivares e ambientes que exibem interação negativa e positiva. Neste caso, basta que os pontos referentes à cultivar e ao ambiente estejam afastados da origem (escores com sinais contrários) ou próximos entre si (escore com sinais iguais). A cultivar 16 (SC 414-12) apresentou adaptação específica ao ambiente A1 (2006 SE). O mesmo aconteceu com a cultivar 24 (Tx 430) aos ambientes A4 (2007 CE) e A6 (2008 CE).

Também foram avaliadas as características florescimento e altura de plantas. Os dias para florescimento das cultivares variaram de 63 a 73 dias, sendo consideradas de ciclos médios a tardios. O florescimento está positivamente correlacionado com a produtividade da cultivar. De forma geral, cultivares mais tardias são mais produtivas. A escolha da cultivar pelo seu ciclo de maturação é dependente da janela de plantio. O produtor inicia plantando as cultivares mais tardias e finaliza com as mais precoces. Cultivares tardias de sorgo quando plantadas no final da safreína poderão apresentar baixa produtividade em razão da ocorrência de veranicos prolongados no final do outono e início do inverno. Devido o sorgo granífero estar sendo plantado cada vez mais no final da safreína, a precocidade tem se tornado característica muito desejada pelos melhoristas, tendo reduzido bastante no mercado o número de cultivares tardias de sorgo (Tardin et al., 2012). As cultivares mais precoces foram SC 566-14E, CMSXS 230B, 9929020, BR 008B, Tx 2737, 9929034 e 9409132, sendo consideradas de ciclo médio. Todas as outras cultivares são de ciclo tardio (Figura 4).

A altura de planta sofreu influência tanto dos anos de cultivo quanto dos regimes hídricos. Quando maior o estresse menores as plantas. No ano de 2006 as plantas foram mais altas do que nos outros dois anos. Com relação aos regime hídrico, independentemente do ano de condução, a altura das plantas foi menor no ambiente sob estresse. A

altura de planta para cultivares ou híbridos de sorgo granífero deve estar entre 100 e 150 cm, pois a colheita dessa cultura geralmente é realizada com adaptações de colheitadeira para milho ou soja, as quais operam nesse intervalo. Ademais, alturas superiores a 150 cm acarretam problemas de acamamento das plantas, levando a perdas na colheita. No presente trabalho apenas os genótipos 9929034 e 9929020 apresentaram alturas maiores do que o padrão estabelecido para cultivares de sorgo granífero. Estas cultivares deverão ser usadas, portanto, apenas em cruzamentos para desenvolvimento de populações e não diretamente como parentais de híbridos de sorgo granífero.

## CONCLUSÕES

O estresse hídrico causa uma redução significativa na produtividade de grãos do sorgo.

As cultivares 9409132, 9503086, ATF46B, ATF54B, B 8911, BR008B, N95B e Tx 2907 foram as mais estáveis contribuindo pouco para a interação.

As cultivares TX2737 e P89003 possuem adaptabilidade específica para ambientes desfavoráveis, e, portanto não são responsivas à melhoria do ambiente.

As cultivares TX2908 e 9503086 possuem adaptabilidade a ambientes favoráveis apenas, sendo consideradas suscetíveis à estresse hídrico.

## AGRADECIMENTOS

À Embrapa Milho e Sorgo, FAPEMIG, CNPq e ao Fundo de Desenvolvimento Científico do Banco do Nordeste do Brasil, pelo apoio financeiro na realização e divulgação dos resultados.

## REFERÊNCIAS

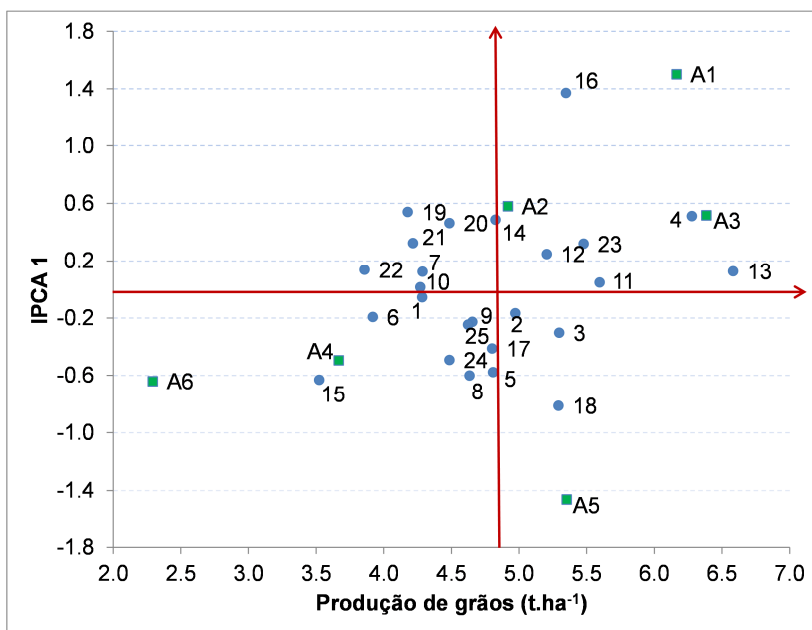
DUARTE, J.B.; VENCOVSKY, R. Interação genótipos x ambientes: uma introdução à análise AMMI. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1999. 60p. (Série Monografias, 9).

FERREIRA, D. F. Software: Programa estabilidade. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/~danielff/software.htm>>. Acesso em 01 de janeiro de 2014.

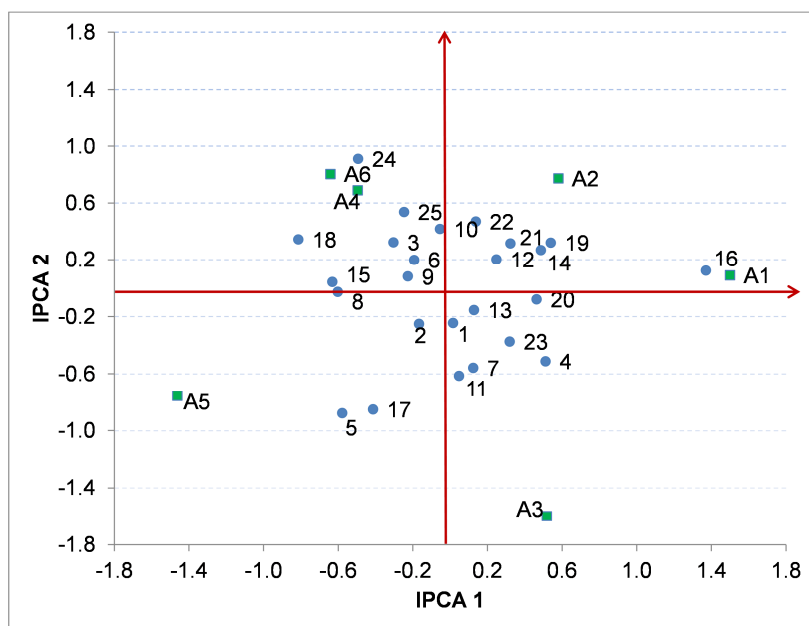
RAMALHO, M. A. P.; Abreu, A.F.B.; SANTOS, J.B.; NUNES, J.A. Aplicação da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas. Lavras: UFLA, 2012. 522p.

TARDIN, F. D.; MENEZES, C.B.; RODRIGUES, J. A. S.; COELHO, R. R. Cultivares. In: RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). Cultivo do sorgo. 8. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção, 2).

ZOBEL, R.W.; WRIGHT, M.J.; GAUCH, H.G. Statistical analysis of a yield trial. *Agronomy Journal*, v.80, p.388-393, 1988.



**Figura 2.** Biplot AMMI1 com primeiro componente principal de interação (IPCA1) por produtividade. Cultivares - 1: 9409132; 2: 9503086; 3: 9929020; 4: 9929034; 5: ATF 14B; 6: ATF 46B; 7: ATF 54B; 8: ATF 8B; 9: B 803; 10: B 8911; 11: BR 008B; 12: CMSXS230B; 13: N 95B; 14: P 89003; 15: SC 283; 16: SC 414-12E; 17: SC 566-14; 18: Tx 2737; 19: Tx 2862; 20: Tx 2895; 21: Tx 2904; 22: Tx 2907; 23: Tx 2908; 24: Tx 430; 25: Tx 436. Ambientes A1: 2006 SE; A2: 2006 CE; A3: 2007 SE; A4: 2007 CE; A5: 2008 SE e A6: 2008 CE.



**Figura 3.** Biplot AMMI2 com os dois primeiros componentes principais de interação (IPCA1 e IPCA2), para dados de produtividade de grãos. Cultivares e ambientes idem à Figura 2.



# XXX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

*"Eficiência nas cadeias produtivas e o abastecimento global"*