

## Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de sorgo sacarino avaliada pelos métodos de Centróide e Annicchiarico

Álvaro Eugênio Duarte de França<sup>(1)</sup>; Rafael Augusto da Costa Parrella<sup>(2)</sup>; Vander Filipe de Sousa<sup>(3)</sup>; Samuel Moreira Moura<sup>(4)</sup>; Michele Jorge da Silva<sup>(5)</sup>; André May<sup>(6)</sup>

<sup>1</sup>Estudante de Mestrado em Melhoramento Genético de Plantas, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife/PE, email: alvarofranca@hotmail.com;

<sup>2</sup>Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas/MG, email: rafael.parrella@embrapa.br;

<sup>3</sup>Estudante de Doutorado em Bioengenharia, Universidade Federal de São João Del Rei, São João Del Rei/MG, email: vanderfsouza@gmail.com;

<sup>4</sup>Estudante de Graduação em Agronomia, Universidade Federal de São João Del Rei, Sete Lagoas/MG, email: samuelsemoreiram@hotmail.com.br

<sup>5</sup>Estudante de Mestrado em Genética e Melhoramento, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG, email: michelejorgesilva@gmail.com;

<sup>6</sup> Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas/MG, email: andre.may@embrapa.br.

**RESUMO:** Este trabalho teve o objetivo de avaliar a adaptabilidade e estabilidade de genótipos de sorgo sacarino em relação a produtividade de massa verde e ao Brix. O experimento foi realizado em blocos casualizados em três ambientes. Foram utilizados 25 genótipos de sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Foram utilizados os métodos de centróide e Annicchiarico (1992) para adaptabilidade e estabilidade considerando a produtividade de massa verde e o Brix. Considerando a metodologia de Annicchiarico (1992), os genótipos 201337B005, 201337B011, CMSXS630, CMSXS644, CMSXS646, BRS508, BRS509, BRS511, CV 198 e CV 568, apresentaram uma boa adaptabilidade e estabilidade para ambos os caracteres e pelo método de centróide os genótipos 201337B003, 201337B004, 201337B007, CMSXS630, CMSXS643, CMSXS646, BRS 506, BRS 508, BRS 511, CV 198 e CV 568 mostraram-se satisfatórios. Fazendo uma junção entre os métodos de centróide e Annicchiarico (1992), conclui-se que os genótipos CMSXS630, CMSXS646, BRS 508, BRS 511, CV 198 e CV 568 foram os mais adaptados considerando ambas características.

**Termos de indexação:** *Sorghum bicolor*, componentes principais, interação genótipos x ambientes.

### INTRODUÇÃO

O sorgo sacarino surge como uma grande opção ao setor sucroenergético, em virtude dos açúcares solúveis pouco complexos fermentáveis

constituintes em seu colmo. Para tanto, a Embrapa Milho e sorgo mantém um programa de melhoramento genético para esta cultura visando a obtenção de variedades e híbridos superiores com altos índices de produtividade de massa verde (t/ha) e altos teores de sólidos solúveis totais (Brix).

Contudo, para um genótipo ser recomendado comercialmente, deve ser consistentemente superior em uma série de ambientes. Para isso, um determinado genótipo deve apresentar o mínimo de interação com os ambientes de forma a minimizar os riscos da produção agrícola e garantir a produtividade almejada. Para mensurar essas interações, são utilizados diferentes métodos de adaptabilidade e estabilidade. O objetivo deste trabalho foi avaliar a adaptabilidade e estabilidade em vinte e cinco genótipos de sorgo sacarino em duas características: produtividade de massa verde e teor de sólidos solúveis totais (Brix).

### MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos nos anos de 2013 e 2014 em três localidades: Nova Porteira (15° 48' 10" S, 43° 18' 3" W) e Sete Lagoas (19° 27' 57" S, 44° 14' 49" W), no estado de Minas Gerais e Capivari (22° 59' 42" S, 47° 30' 28" W) em São Paulo. Foram testados 25 genótipos de sorgo sacarino. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados com três repetições, totalizando 75 parcelas por ambiente. As parcelas foram constituídas de 4 linhas de 5m de comprimento. Para a estimativa da produtividade de massa verde foram colhidas as duas linhas centrais.

Foram semeadas 2 linhas de sorgo sacarino, espaçadas 0.7m entre linhas, com a finalidade de bordadura. Foram avaliados 25 genótipos sendo 12 híbridos experimentais, 6 genótipos em etapa final

de lançamento e 4 variedades comerciais da Embrapa Milho e Sorgo, 2 híbridos comerciais da Canavialis e o genótipo comercial Sugargraze da empresa Advanta.

A fim de identificar a interação genótipos x ambientes, foi feita a análise de variância conjunta para os caracteres produtividade de massa verde e Brix como segue o modelo  $Y_{ijk} = \mu + G_i + A_j + GA(ij) + bk/A_j + e_{ijk}$ , sendo  $Y_{ijk}$ : caracter avaliado, observado no genótipo  $i$ , bloco  $k$  no ambiente  $j$ ;  $\mu$ : média geral do caracter avaliado;  $G_i$ : efeito fixo do genótipo  $i$ ;  $A_j$ : efeito do ambiente  $j$ ;  $GA(ij)$ : efeito da interação entre o genótipo  $i$  com o ambiente  $j$ ;  $bk/A_j$ : efeito do bloco  $k$  dentro do ambiente  $j$ ;  $e_{ijk}$ : erro experimental associado ao genótipo  $i$  cultivado no bloco  $j$  no ambiente  $k$  (Ramalho et al., 2012). A análise de adaptabilidade e estabilidade foi realizada pelo método de componentes principais (centróide) e pela análise de Annicchiarico (1992).

O método centróide é uma técnica multivariada de componentes principais que permite a obtenção de um número reduzido de variáveis abstratas e independentes visando a representar em ordem de estimação o máximo da variação total contida nas variáveis originais. A sua principal característica é permitir a redução da dimensionalidade do conjunto de dados com mínima perda da informação (Cruz e Regazzi, 1994). Essa metodologia permite a existência de sete referenciais (dois centróides genótipos de estabilidade geral, dois centróides de genótipos de estabilidade específica para ambientes favoráveis, dois centróides de genótipos de adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis e um centróide de genótipos de desempenho desfavorável, considerando assim, pouco adaptado). O método procura classificar a partir de técnicas de agrupamento, baseado em distâncias euclidianas de cada genótipo aos centróides estabelecidos (Cruz, 2006).

A metodologia de Annicchiarico (1992) baseia-se no chamado índice de confiança genotípico, estimado por ( $w_i$ ) em que o parâmetro de estabilidade é medido pela superioridade do genótipo em relação à média de cada ambiente. O índice de confiança ( $w_i$ ) pode ser geral, quando se considera todos os ambientes, ou pode ser desmembrado para os ambientes favoráveis e/ou desfavoráveis.

Para todas as análises, foi utilizado o aplicativo computacional em genética e estatística GENES (Cruz, 2013).

### RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os coeficientes de variação foram de 20,73% e 8,16% para os caracteres produtividade de massa

verde e Brix, respectivamente. Os coeficientes foram considerados baixos, indicando boa precisão no controle das causas de variação. Os efeitos da interação  $G \times A$  para ambas características apresentaram significância a 1% de probabilidade pelo teste F (Tabela 1).

**Tabela 1.** Análise de variância dos caracteres avaliados.

F.V.	G.L.	Produtividade	Brix
<b>Blocos/Amb</b>	6	166,16	8,06
<b>Genótipos</b>	24	573,28**	23,96**
<b>Ambientes</b>	2	23744,88**	63,34*
<b>GenxAmb</b>	48	277,92**	6,37**
<b>Resíduo</b>	144	156,53	1,67
<b>Média</b>		60,35	15,84
<b>CV(%)</b>		20,73	8,16

As estimativas das médias dos genótipos e parâmetros de adaptabilidade e estabilidade das cultivares e linhagens foram obtidas pelos métodos de Centróide que as dispersões gráficas encontram-se na **Figura 1** para produtividade de massa verde e **Figura 2** para Brix e pelo método de Annicchiarico (1992), cujo referido índice encontram-se na **Tabela 2** para ambas características.

O método proposto por Annicchiarico (1992) baseia-se na estimação de um índice de confiança, ou de recomendação, para um determinado genótipo. Considerando-se apenas três ambientes, foi considerado apenas o índice de adaptabilidade geral, desconsiderando-se assim, os índices não coincidentes de adaptabilidade a ambientes favoráveis e desfavoráveis para os dois caracteres avaliados. Como as características avaliadas tiveram uma correlação negativa da ordem de -0,2822, não houve nenhuma coincidência entre os genótipos avaliados considerando a adaptabilidade geral ( $w_i$ ) de cada característica (**Tabela 2**).

Entretanto, foram avaliados as duas características simultaneamente utilizando o índice de confiança ou de recomendação geral médio ( $w_{im}$ ) para as duas características. Com base nesse índice, utilizando-se para seleção o índice de confiança geral médio ( $w_{im}$ ) maior do que 100,0 em relação aos genótipos, foram recomendados os seguintes genótipos: 201337B005, 201337B011, CMSXS630, CMSXS644, CMSXS646, BRS508, BRS509, BRS511, CV 198 e CV 568.

O conceito de adaptabilidade e estabilidade utilizado no método centróide se diferencia dos demais, uma vez que o genótipo de máxima adaptação específica não é aquele que apresenta bom desempenho nos grupos de ambientes



## XXX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

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

favoráveis ou desfavoráveis, mas sim o genótipo que apresenta valores máximos para determinado grupo de ambientes (favoráveis e desfavoráveis) e mínimo para o outro conjunto (Rocha et al., 2005).

Para o método centróide considerando a produtividade de massa verde e o Brix foram constatados dezenove e dezesseis genótipos considerados de adaptabilidade geral alta e mediana, respectivamente (**Figura 1** e **Figura 2**). Contudo, apenas onze desses genótipos foram comuns para ambas as características: 201337B003, 201337B004, 201337B007, CMSXS630, CMSXS643, CMSXS646, BRS 506, BRS 508, BRS 511, CV 198 e CV 568. Os genótipos mais adaptados considerando ambos os métodos foram: CMSXS630, CMSXS646, BRS 508, BRS 511, CV 198 e CV 568.

### CONCLUSÃO

Sob o presente trabalho conclui-se que considerando a metodologia de Annicchiarico os genótipos 201337B005, 201337B011, CMSXS630, CMSXS644, CMSXS646, BRS508, BRS509, BRS511, CV 198 e CV 568, apresentaram uma boa adaptabilidade e estabilidade para ambos os caracteres e pelo método de centróide os genótipos 201337B003, 201337B004, 201337B007, CMSXS630, CMSXS643, CMSXS646, BRS 506, BRS 508, BRS 511, CV 198 e CV 568 mostraram-se com uma adaptabilidade geral ou mediana geral. Utilizando os métodos de centróide e Annicchiarico conclui-se que os genótipos CMSXS630, CMSXS646, BRS 508, BRS 511, CV 198 e CV 568 foram os mais adaptados considerando a produtividade de massa verde e o Brix, simultaneamente.

### REFERÊNCIAS

ANNICCHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy. **Journal of Genetics and Breeding**, v. 46, p. 269-278, 1992.

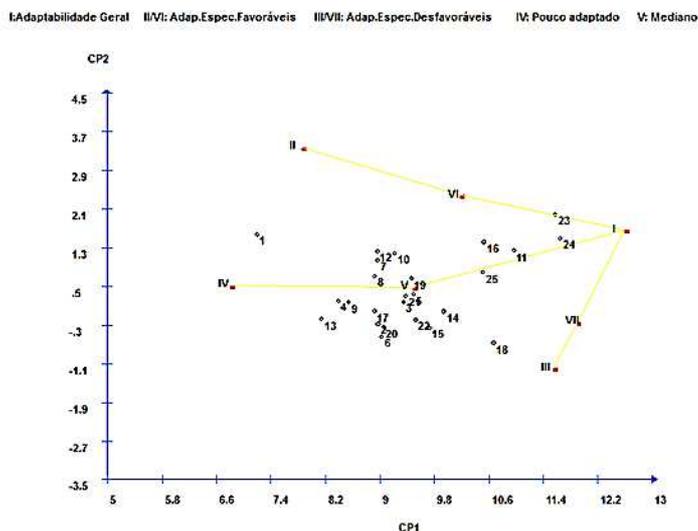
RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. 3d. Lavras: UFLA, 2012. 328 p.

CRUZ, C. D. **Programa GENES**: biometria. Viçosa, MG: UFV, 2006. 328 p.

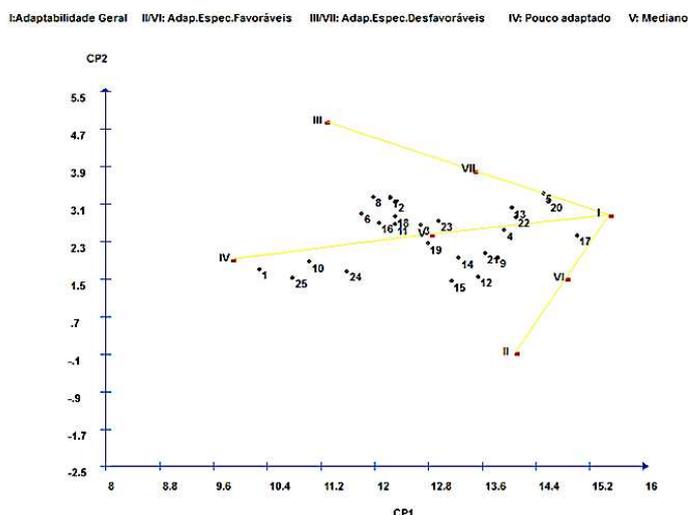
CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: UFV, 1994. 390 p.

CRUZ, C. D. GENES: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.

ROCHA, R. B.; MURO-ABAD, J. I.; ARAÚJO, E. F.; CRUZ, C. D. Avaliação do método centróide para estudo de adaptabilidade ao ambiente de clones de *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, v. 15, n. 3, p. 255-256, 2005.



**Figura 1.** Dispersão gráfica dos dois primeiros componentes principais de 25 genótipos da resposta da variável produtividade de massa verde em três ambientes, resultados pelo método centróide para adaptabilidade e estabilidade para produtividade, considerando o agrupamento por distância euclidiana em relação ao centróide mais próximo (ideótipo).



**Figura 2.** Dispersão gráfica dos dois primeiros componentes principais de 25 genótipos da resposta da variável Brix em três ambientes, resultados pelo método centróide para adaptabilidade e estabilidade para Brix, considerando o agrupamento por distância euclidiana em relação ao centróide mais próximo (ideótipo).

**Tabela 2.** Método proposto por Annicchiarico,1992, considerando o índice Wi médio para ambas características.

<b>Método de adaptabilidade e estabilidade proposto por Annicchiarico,1992.</b>					
<b>Genótipos</b>	<b>Média Prod.</b>	<b>Média Brix</b>	<b>Wigeral Prod.</b>	<b>Wigeral Brix</b>	<b>Wi médio</b>
<b>201337B001</b>	51.03	12.71	76.70	79.33	78.02
<b>201337B002</b>	52.28	15.06	85.43	92.17	88.80
<b>201337B003</b>	58.78	15.56	96.10	96.78	96.44
<b>201337B004</b>	52.17	17.10	86.05	107.11	96.58
<b>201337B005</b>	61.39	18.01	98.39	112.47	105.43
<b>201337B006</b>	52.79	14.42	85.45	88.38	86.91
<b>201337B007</b>	59.75	15.11	95.08	93.08	94.08
<b>201337B008</b>	57.63	14.62	93.96	88.87	91.42
<b>201337B009</b>	53.02	17.07	87.39	105.49	96.44
<b>201337B010</b>	62.23	13.20	97.99	79.94	88.97
<b>201337B011</b>	72.26	15.21	115.66	95.28	105.47
<b>201337B012</b>	59.62	16.68	94.25	101.95	98.10
<b>CMSXS629</b>	50.17	17.49	80.83	109.31	95.07
<b>CMSXS630</b>	60.86	16.57	99.76	101.15	100.46
<b>CMSXS643</b>	60.14	16.43	95.49	98.83	97.16
<b>CMSXS644</b>	72.07	14.94	112.29	93.46	102.88
<b>CMSXS646</b>	56.01	18.46	90.08	115.21	102.64
<b>CMSXS647</b>	62.70	15.38	101.10	95.66	98.38
<b>BRS 506</b>	58.91	15.97	95.82	98.72	97.27
<b>BRS 508</b>	53.49	18.36	87.16	113.19	100.17
<b>BRS509</b>	58.71	17.08	97.02	104.24	100.63
<b>BRS 511</b>	57.89	17.60	94.24	109.55	101.89
<b>CV 198</b>	80.56	15.91	123.63	99.21	111.42
<b>CV 568</b>	76.21	14.32	121.15	88.51	104.83
<b>Sugargraze</b>	67.97	12.88	111.03	77.90	94.46