

# SELEÇÃO DE CULTIVARES DE SORGO SACARINO TOLERANTES AO ALUMÍNIO TÓXICO EM SOLUÇÃO NUTRITIVA

Rafael Augusto da Costa Parrella<sup>1</sup>, Geraldo Afonso Carvalho Júnior<sup>2</sup>, Nádia Nardely Lacerda Durães Parrella<sup>3</sup>, José Avelino Santos Rodrigues<sup>4</sup>, Flávio Dessaune Tardin<sup>5</sup> e Robert Eugene Schaffert<sup>6</sup>

## Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar cultivares de sorgo sacarino tolerantes ao alumínio em solução nutritiva com e sem Al tóxico. Para isto, foram avaliadas um conjunto de 30 cultivares de sorgo sacarino juntamente 2 testemunhas. A linhagem BR007, parental de híbridos graníferos e forrageiros, foi utilizada como testemunha susceptível e a cultivar sacarino BR503, como testemunha tolerante. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com duas repetições, em esquema fatorial de 32 x 2, 32 cultivares de sorgo em dois níveis de Al tóxico. A característica avaliada foi o crescimento relativo de raiz seminal (CRRS0) a zero de Al. Verificam-se diferenças altamente significativas ( $p \leq 0,01$ ) entre as cultivares para o CRRS0. Os valores variaram de 6,82% a 33,11%, sendo que, valores maiores que 20% são considerados tolerantes ao Al. A avaliação em solução nutritiva permitiu identificar três cultivares de sorgo sacarino tolerantes ao Al e uma moderadamente tolerante.

## Introdução

Novas fontes de matéria prima para produção de biocombustíveis são necessárias para atender à crescente demanda mundial por combustíveis renováveis (MAPA, 2006). No Brasil destaca-se a cadeia produtiva do etanol, biocombustível de primeira geração, produzido a partir do caldo extraído dos colmos da cana-de-açúcar e sorgo sacarino, os quais apresentam açúcares diretamente fermentescíveis. Ao lado da cana-de-açúcar, que é tradicionalmente empregada na produção de etanol, o sorgo sacarino apresenta-se como uma ótima opção sob o ponto de vista agrônomo e industrial (SANTOS et al., 1980). O sorgo sacarino pode oferecer, dentre outras, as seguintes vantagens: rapidez no ciclo (quatro meses); Cultura totalmente mecanizável; Colmos com açúcares diretamente fermentáveis; produz grãos, em torno de 2,5 toneladas por hectare; utilização do bagaço como fonte de energia para industrialização ou forragem para animais, contribuindo para um balanço energético favorável; fornecimento de matéria-prima durante a entressafra de cana-de-açúcar, que vai de janeiro a março, e assim, reduzir o período de ociosidade das destilarias; utilização do sorgo sacarino por pequenos agricultores em mini e microdestilarias para a produção de etanol ou até aguardente; a cultura do sorgo se sobressai em regiões marginais, onde não se produz cana, com baixa precipitação e solos ácidos (SCHAFFERT & BORGONOV, 1980).

A toxicidade ao alumínio é um dos principais fatores limitantes a expansão da produção de plantas em solos ácidos, os quais representam uma grande área com capacidade produtiva em regiões tropicais e subtropicais (ECHART & CAVALLI-MOLINA, 2001). A Embrapa Milho e Sorgo possui um protocolo para seleção de genótipos de sorgo tolerantes ao alumínio em solução nutritiva, o qual vem sendo utilizado com sucesso. O objetivo deste trabalho foi avaliar e selecionar cultivares de sorgo sacarino tolerantes ao alumínio em solução nutritiva.

<sup>1</sup> Pesquisador A, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG, [parrella@cnpms.embrapa.br](mailto:parrella@cnpms.embrapa.br)

<sup>2</sup> Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, [g.acjunior@gmail.com](mailto:g.acjunior@gmail.com)

<sup>3</sup> Engenheira Agrônoma, Doutora em Fitotecnia/Sementes, [nadiaduraes@bol.com.br](mailto:nadiaduraes@bol.com.br)

<sup>4</sup> Pesquisador A, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG, [avelino@cnpms.embrapa.br](mailto:avelino@cnpms.embrapa.br)

<sup>5</sup> Pesquisador A, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG, [tardin@cnpms.embrapa.br](mailto:tardin@cnpms.embrapa.br)

<sup>6</sup> Pesquisador A, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG, [schaffert@cnpms.embrapa.br](mailto:schaffert@cnpms.embrapa.br)

## Material e Métodos

Foram avaliadas um conjunto de 30 cultivares de sorgo sacarino do programa de melhoramento genético da Embrapa Milho e Sorgo juntamente com 2 testemunhas. A linhagem BR007, parental de híbridos graníferos e forrageiros, foi utilizada como testemunha susceptível e a cultivar sacarino BR503, como testemunha tolerante. A avaliação das cultivares foi conduzida em fevereiro de 2009, em casa de vegetação na Embrapa Milho e Sorgo, MG, à uma altitude de 766,73 m e coordenadas de latitude 19° 27' 57" e longitude 44° 14' 49".

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com duas repetições, sendo avaliadas em esquema fatorial de 32 x 2, 32 cultivares de sorgo em dois níveis, com e sem Al tóxico, com as seguintes atividades (entre chaves) e concentrações (entre colchetes), respectivamente, {0} [0]  $\mu\text{M}$ , ou seja, o controle, e {27} [148]  $\mu\text{M}$ . Cada parcela experimental foi constituída de sete plântulas e as atividades das soluções nutritivas foram estimadas com o software de especiação GEOCHEMPC (PARKER et al., 1995).

Sementes das linhagens foram escarificadas com areia esterilizada, por cinco minutos, para quebra de dormência, sendo posteriormente esterilizadas com hipoclorito de sódio (0,525%), por 10 minutos, sob agitação constante e enxaguada oito vezes com água destilada. As sementes foram germinadas em rolos de papel de germinação umedecidos em água deionizada por um período de quatro dias, em câmara de crescimento com temperatura diurna média de  $27\pm 3^\circ\text{C}$ , noturna  $20\pm 3^\circ\text{C}$  e fotoperíodo de 12 horas. As plântulas foram então, transferidas para copos de plásticos perfurados, acomodados em placas de PVC dentro de bandejas plásticas contendo 8,5 litros de solução nutritiva. As plântulas foram mantidas, por 24 horas, em solução nutritiva completa sem Al, como preconizado por MAGNAVACA et al., (1987). Após esse período, foi adicionada solução nutritiva com adição de  $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  na concentração de 27  $\mu\text{M}$ , nos tratamentos contendo Al e pH 4.0. A solução foi continuamente aerada durante todo o período experimental (Figura 1).

A característica avaliada foi: crescimento relativo de raiz seminal (CRRS0) a zero de Al, obtido por meio da fórmula:  $\text{CRRS0} = (\text{CRRS}_{27\mu\text{M}} / \text{CRRS}_{0\mu\text{M}}) * 100$ , a qual procedeu-se análise de variância utilizando o programa Sisvar V.4.3 (FERREIRA, 2003). Para se obter esta característica foi preciso medir: i) crescimento de raiz inicial (CRI): obtido com o auxílio de uma régua graduada em mm, após 24h de adaptação das plântulas em solução nutritiva sem Al. Em seguida, as plântulas pertencentes ao tratamento com estresse foram submetidos à solução nutritiva, com concentração de 27 $\mu\text{M}$  de Al; ii) crescimento líquido de raiz (CLR), em mm, após cinco dias, com e sem Al utilizando a fórmula:  $\text{CLR} = \text{CRT}_i - \text{CRI}_{i-1}$ , em que,  $\text{CRT}_i$  : é o comprimento de raiz no tempo i e  $\text{CRI}_{i-1}$  : é o comprimento de raiz, medido anteriormente ao tempo i; e iii) crescimento relativo de raiz seminal (CRRS) obtido por meio da fórmula:  $\text{CRRS} = [(\text{CLR} - \text{CRI}) / \text{CRI}] * 100$ . Para análise estatística dos dados foi considerada a média aritmética dos comprimentos das sete plântulas por parcela em cada nível de Al e então, obteve-se o CRRS0. Os resultados foram usados para se determinar se as cultivares são ou não suscetíveis ao Al tóxico em solução nutritiva.

## Resultados e Discussão

Na análise de variância para a característica crescimento relativo de raiz seminal (CRRS0) a zero de Al, verificaram-se diferenças altamente significativas ( $p \leq 0,01$ ) entre as cultivares, indicando que as cultivares apresentaram variabilidade genética quanto à tolerância ao Al em solução nutritiva. Na tabela 1 estão apresentadas os valores médios do crescimento relativo de raiz seminal (CRRS0) a zero de Al. Os valores variaram de 6,82% a 33,11%, sendo que, valores maiores que 20% são considerados tolerantes ao Al. Desta forma, pode-se verificar que quatro cultivares foram consideradas tolerantes, CMSXS639, BR501, CMSXS626 e BR503. Esta última, é a testemunha tolerante ao Al. O restante da cultivares foram agrupadas no mesmo grupo da testemunha suscetível ao Al, a BR007, sendo

consideradas, portanto, suscetíveis. A cultivar CMSXS646 apresentou-se moderadamente tolerante, (17,74%), devendo ser considerada. As cultivares de sorgo CMSXS639 e CMSXS626 são novas cultivares de sorgo sacarino, que, devido suas características favoráveis poderão ser lançadas no mercado para atender à crescente demanda por esta cultura alternativa.

## **Conclusões**

A avaliação de cultivares de sorgo sacarino em solução nutritiva com e sem alumínio permitiu identificar três cultivares tolerantes ao Al e uma moderadamente tolerante.

**Agradecimentos:** À FAPEMIG

## **Referências Bibliográficas**

ECHART, C. L.; CAVALI-MOLINA, S. Fitotoxicidade do Alumínio: efeitos, mecanismos de tolerância e seu controle genético. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.31, n.3, p.531-541, 2001.

FERREIRA, D. F. **SISVAR para Windows 4.3**. Lavras, MG: UFLA/DEX, 2003. Software.

MAGNAVACA, R.; GARDNER, C. O. E.; CLARK, R. B. Inheritance of aluminum tolerance in maize. In: GALBEMAN, H. W.; LOUGHMAN, B. C. (Ed.) **Genetics aspects of plan mineral nutrition**. Dordrecht: M. Nijhoff, 1987, p.201-212.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Produção e Agroenergia. **Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011**. 2 ed. Ver. Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2006.

PARKER, D. R.; NORVEL, W. A.; CHANEY, R. L. GEOCHEM-PC: a chemical speciation program for IBM and compatible computers. In: LOEPPERT, R. H. (Ed.). **Chemical equilibrium and reaction models**. Madison: Soil Science Society of America, 1995. p.253-269.

SANTOS, F. G. ; BORGONOV, R. A. ; SCHAFFERT, R. E. . Resultados do ensaio nacional de sorgo sacarino do ano agrícola 1978/79. In: XIII Reunião Brasileira de Milho e Sorgo, 1980, Londrina. Anais da XIII Reunião Brasileira de Milho e Sorgo, 1980.

SCHAFFERT, R. E. ; BORGONOV, R. A. . Perspectivas de sorgo sacarino para produção de etanol. In: Simpósio sobre álcool. Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1980, São Paulo. Simpósio sobre álcool. Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1980.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Raleigh, v.30, n.3, p.507-512, Sept.1974.



Figura 1. Foto do experimento de avaliação de cultivares de sorgo sacarino em solução nutritiva, Embrapa Milho e Sorgo, fevereiro de 2009.

Tabela 1. Valores médios do crescimento relativo de raiz seminal (CRRS0) a zero de Al, obtidos a partir de 32 cultivares de sorgo do programa de melhoramento genético da Embrapa Milho e Sorgo, fevereiro de 2009.

| Cultivares | CRRS0 * |
|------------|---------|
|            | (%)     |
| CMSXS622   | 11.41 c |
| CMSXS623   | 14.63 c |
| CMSXS624   | 10.90 c |
| CMSXS625   | 12.96 c |
| CMSXS626   | 25.25 b |
| CMSXS627   | 11.36 c |
| CMSXS629   | 10.78 c |
| CMSXS630   | 8.86 c  |
| CMSXS631   | 11.86 c |
| CMSXS632   | 7.56 c  |
| CMSXS633   | 12.70 c |
| CMSXS634   | 9.16 c  |
| CMSXS635   | 10.09 c |
| CMSXS636   | 11.33 c |
| CMSXS637   | 8.62 c  |
| CMSXS638   | 14.68 c |
| CMSXS639   | 33.11 a |
| CMSXS642   | 9.57 c  |
| CMSXS643   | 9.03 c  |
| CMSXS644   | 9.58 c  |
| CMSXS645   | 10.67 c |
| CMSXS646   | 17.74 c |
| CMSXS647   | 11.18 c |
| CMSXS648   | 7.45 c  |
| BR500      | 7.32 c  |
| BR501      | 27.05 b |
| BR503      | 21.67 b |
| BR505      | 9.77 c  |
| BR506      | 12.70 c |
| BR507      | 7.97 c  |
| BR007B     | 6.82 c  |
| BRS601     | 11.34 c |

\* Médias seguidas da mesma letra na coluna, são iguais entre si pelo teste SCOTT-KNOTT (1974) a 5%.