

Avaliação de Linhagens e Híbridos de Sorgo Quanto a Tolerância ao Alumínio

Lidiane Assis Silva¹, Jurandir Vieira de Magalhães², Flávio Dessaune Tardin³ e Robert Eugene Schaffert⁴

Introdução

O sorgo (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) é o quinto cereal mais produzido no mundo, depois do milho, do trigo, do arroz e da cevada [1].

A produção mundial em 2005 foi de aproximadamente 58,7 milhões de toneladas, obtidas em uma área plantada de 44,7 milhões de hectares. As maiores áreas cultivadas com sorgo encontram-se nos continentes africano e asiático [1].

O sorgo apresenta uma vantagem adaptativa distinta quando comparado a outros cereais, pois a sua notável resistência à seca e a tolerância a temperaturas elevadas viabiliza a sua produção em ambientes problemáticos para outras culturas. Essas características permitem que a cultura se expanda em regiões com distribuição irregular de chuvas, particularmente na safrinha, em sucessão a culturas de verão [2].

No entanto, a toxidez causada pelo alumínio (Al) é um dos fatores que mais restringem o crescimento e o desenvolvimento das culturas em solos ácidos [3]. Vários genótipos de sorgo são sensíveis ao Al em solos com alta saturação deste elemento. Para evitar este problema, a neutralização da acidez do solo, utilizando o método da calagem tem sido freqüentemente recomendada, mas a adoção dessa estratégia pode ser economicamente restritiva, principalmente em solos com saturação de Al acima de 20 a 30%. Por este motivo, o emprego da calagem se torna inviável para muitos agricultores. Uma alternativa é o desenvolvimento de cultivares com maior tolerância ao alumínio, resultando em menores custos na aquisição de insumos e melhor rendimento para agricultores com baixa capacidade de investimento [2].

Vários esforços têm sido direcionados para aumentar o conhecimento acerca da tolerância ao Al em sorgo. Com o propósito de otimizar o programa de melhoramento de sorgo para obtenção de genótipos tolerantes a solos ácidos, a Embrapa Milho e Sorgo vem realizando uma identificação de linhagens tolerantes ao Al por meio da avaliação de germoplasma existente na unidade. Esses estudos possibilitaram a identificação

de linhagens detentoras de maior tolerância, as quais passaram a ser usadas nos programas de melhoramento, principalmente, naqueles voltados para regiões com níveis elevados de saturação de Al no solo.

Assim o presente trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento de genótipos (linhagens e híbridos), cultivados em solução nutritiva com diferentes níveis de Al tóxico.

Material e métodos

O experimento foi realizado em câmara de crescimento na Embrapa Milho e Sorgo (CNPMS), localizada no município de Sete Lagoas – MG. Foram analisados quatorze genótipos quanto ao desenvolvimento de raiz seminal, ao longo de 144 horas de crescimento, em solução nutritiva com 6 diferentes níveis de Al tóxico (0, 11, 20, 27, 39 e 60 μ M).

Inicialmente as sementes dos genótipos foram escarificadas por cinco minutos com areia esterilizada. Posteriormente, as sementes foram esterilizadas com hipoclorito de sódio (0,525%) por cinco minutos no agitador horizontal, e enxaguadas oito vezes com água destilada. As mesmas 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 de $20 \pm 3^{\circ}\text{C}$ e fotoperíodo de 12 horas.

As plântulas foram então transferidas para copos plásticos perfurados, acomodados em placas de PVC, dentro de bandejas plásticas contendo 8,5 litros de solução nutritiva, sendo que cada bandeja comporta um total de 49 plântulas. Esta transferência foi realizada de forma a montar um delineamento em blocos ao acaso com duas repetições, num esquema fatorial (14 genótipos e seis níveis de Al), sendo cada parcela experimental constituída de sete plântulas.

As plântulas foram mantidas por 24h em solução nutritiva completa sem Al de acordo com Magnavaca [4]. Após este período, o comprimento da raiz seminal das plântulas foi medido, sendo que, em seguida, a solução nutritiva foi substituída por outra com a mesma constituição anterior, porém com a adição de $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, de forma a atingir os diferentes níveis de Al tóxico desejados, ou seja, 0, 11, 20, 27, 39 e 60 μ M. A solução foi continuamente aerada

1. Mestranda do Curso de Genética e Melhoramento de Plantas da Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, CEP 37200-000. E-mail: lidisagro@yahoo.com.br

2. Pesquisador Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas – MG, CP:151 CEP: 35701-970. E-mail: jurandir@cnpmc.embrapa.br

3. Pesquisador Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas – MG, CP:151 CEP: 35701-970. E-mail: tardin@cnpmc.embrapa.br

4. Pesquisador Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas – MG, CP:151 CEP: 35701-970. E-mail: schaffert@cnpmc.embrapa.br

durante todo o período experimental.

Além do comprimento da raiz inicial (CRI), obtido imediatamente antes da aplicação do estresse por Al, foi medido o comprimento da raiz seminal de cada plântula às 48, 96 e 144 horas após ocorrência do estresse, este considerado como comprimento de raiz final (CRF). Esses valores foram utilizados posteriormente para calcular o crescimento líquido diário de raiz e o crescimento relativo de raiz seminal. O crescimento líquido diário de raiz (CLDR) foi obtido para cada intervalo de leitura e calculado pela fórmula: $CLDR = CRT_i - CRT_{i-1}$, onde CRT_i é o comprimento de raiz no tempo i e CRT_{i-1} é o comprimento de raiz medido anteriormente ao tempo i . Já o crescimento relativo de raiz seminal (CRRS) foi obtido pela fórmula: $CRRS = (CRF - CRI) \cdot 100 \cdot CRI^{-1}$.

Para análise estatística dos dados, foi considerada a média aritmética dos comprimentos das sete plântulas por parcela. O CRRS foi usado para determinar se o genótipo é ou não susceptível ao Al tóxico em solução nutritiva.

As características mensuradas foram submetidas a uma análise de variância de acordo com o modelo genético estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + A_j + GA_{ij} + B/A_{jk} + e_{ijk};$$

em que: Y_{ijk} é o valor observado para a característica obtida no k -ésimo bloco, avaliada dentro do j -ésimo ambiente no i -ésimo genótipo; μ é a média geral; G_i é o efeito do i -ésimo genótipo; A_j é o efeito do j -ésimo nível de Al; GA_{ij} é efeito da interação entre o i -ésimo genótipo e o j -ésimo nível de Al; B/A_{jk} é o efeito do k -ésimo bloco dentro do j -ésimo ambiente, considerado aleatório; e e_{ijk} é o efeito do erro experimental associado à observação de ordem ijk . Apenas os efeitos de genótipo e de nível de Al foram considerados como fixos.

Após análise de variância, as médias dos genótipos foram agrupadas pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5 % de probabilidade. Para realização das análises estatísticas, foi utilizado os recursos computacionais do programa Genes [5].

Resultados e discussões

Foram realizadas análises de variância para as características CRI, CRF, CLDR e CRRS. Com exceção de CRI, as demais demonstraram interação significativa entre genótipo e nível de Al tóxico. Assim, para estas características, foi realizado o desdobramento de genótipo dentro de cada nível de Al. A não ocorrência de interação para CRI era esperada, uma vez que na obtenção desta variável ainda não havia sido aplicado o estresse.

Os resultados da análise de variância demonstraram ainda existência de variabilidade genética significativa para todas as características avaliadas dentro de todos os níveis de Al. Quanto ao teste de Scott Knott ($P < 0,05$), ocorreram a formação de 6 grupos de genótipos para CRI. O primeiro grupo foi composto por

3 genótipos, com comprimento de raiz inicial médio de 133,8 mm. Já o último grupo, o qual foi formado apenas pelo genótipo SC283, teve seu CRI médio de 60,8 mm.

Já para CRRS, característica associada a tolerância ao Al tóxico, as médias dos genótipos estão demonstradas na Figura 1. O agrupamento de Scott-Knott realizado com as médias de genótipos dentro de cada nível demonstrou grande variabilidade genética formando um máximo de 4 grupos nos níveis 20, 27 e 39 μM e um mínimo de 2 grupos no nível 60 μM . Este resultado demonstra a existência de níveis de tolerância diferenciados entre genótipos, possibilitando a identificação daqueles com maiores possibilidade de sobrevivência em solos com presença de Al tóxico. Avaliando a Figura 1, alguns genótipos se destacaram, demonstrando tolerância em níveis altos de Al como 39 e 60 μM .

Os grupos formados pelo teste de Scott-Knott, baseados nos padrões de crescimento relativo foram eficientes em discriminar as linhagens de sorgo quanto aos níveis de tolerância ao Al, onde os genótipos ATF54A*BR012R RC3 SC549 e CMSXS225 foram mais tolerantes seguidos de ATF54A*BR012R RC3 CMSXS225, sendo os genótipos ATF54A*BR012R RC3 SC549 um híbrido portador de dois alelos para tolerância ao Al, CMSXS225 uma linhagem B com tolerância ao Al e por último o ATF54A*BR012R RC3 CMSXS225 um híbrido também portador de 2 alelos que condicionam tolerância ao Al.

Porém os genótipos BR012R, BR001A e BR001A*BR012R foram os que mais apresentaram susceptibilidade ao Al confirmando assim a sua sensibilidade, pois, BR012R é uma linhagem comercial sensível ao Al, BR001A é uma linhagem fêmea comercial sensível ao Al e BR001A*BR012R é um híbrido sensível ao Al.

Referências

- [1] FAO: FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS 2006 [Online]. Statistical Database. Homepage: <http://faostat.fao.org/site/408/default.aspx>
- [2] CANIATO, F. 2005. Diversidade Genética para Tolerância ao Alumínio em Sorgo (*Sorghum bicolor* [L] Moench). Tese de Mestrado Curso de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, UFV.
- [3] RYAN, P. R.; DI TOMASO, J. M.; KOCHIAN, L. V. 1993. Aluminum toxicity in roots: an investigation of spatial sensitivity and the role of the root cap. *Journal of Experimental Botany*, London, v. 44, p. 437-446.
- [4] MAGNAVACA, R.; GARDNER, C. O. E.; CLARK, R. B. 1987. Inheritance of aluminum tolerance in maize, In: *Genetic Aspects of Plant Mineral Nutrition*, edited by Gabelman, H. W. and B. C. Loughman. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht/Boston/Lancaster, p.201-212.
- [5] CRUZ, C. D. 2001. Programa GENES - versão windows. Editora UFV. Viçosa, MG. 642p.

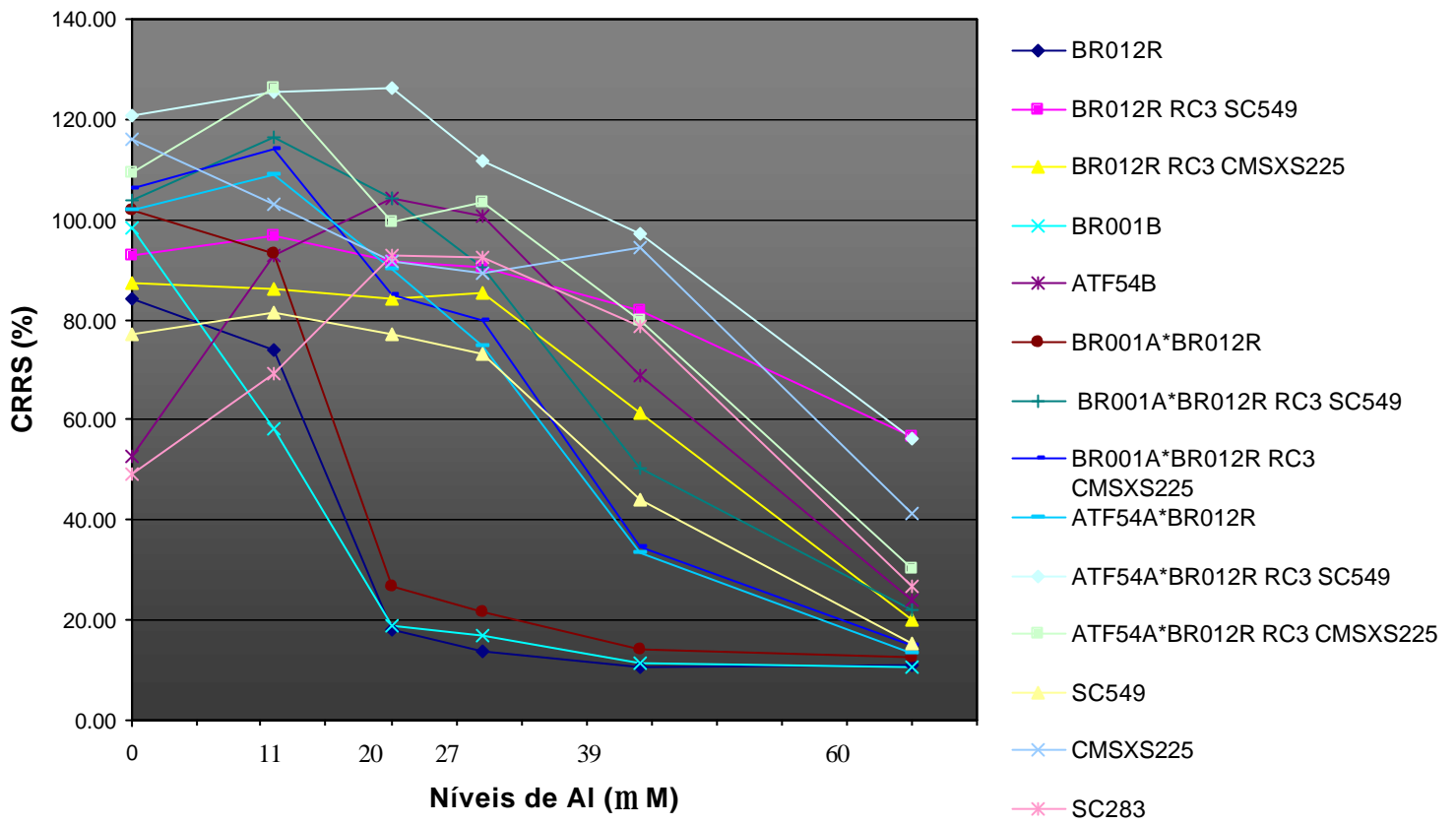


Gráfico 1. Crescimento Relativo de Raiz Seminal de genótipos de sorgo após 6 dias de cultivo em solução nutritiva contendo diferentes níveis de Al tóxico