

(Fisiologia da Produção) - Avaliação da precocidade de emissão da raiz primária em milho e parâmetros de parte aérea para *screening* de Al, em solução nutritiva.

Frederico Ozanan Machado DURÃES¹, Antônio Carlos de OLIVEIRA¹, Lucimeire NEIS²; Adriana VERGINASSI², Débora Dias de Salvo BRITTO³

¹ Embrapa Milho e Sorgo, Caixa Postal 151, CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG, Brasil. (E-mail: fduraes@cnpms.embrapa.br), ² Estagiárias Embrapa Milho e Sorgo/UFV-CCA-Campus Avançado de Jataí, GO; ³ Estagiária Embrapa Milho e Sorgo/UFV.

Introdução

A maioria das cultivares comerciais de milho é suscetível ao Al tóxico, e uma alternativa adequada é a utilização de genótipos bem adaptados a solos ácidos, elevando-se a eficiência da cultura em regiões com limitações por acidez.

Para avaliação da tolerância ao Al em milho tem-se utilizado a elongação da raiz seminal de plântulas crescidas em solução nutritiva, e essa técnica têm sido empregada para seleção de grande número de genótipos em programas de melhoramento. Assim, a discriminação entre linhagens endogâmicas tem sido utilizada em 222 $\mu\text{moles L}^{-1}$ de Al, especialmente quando se utiliza comprimento relativo da raiz seminal (CRRS) (Magnavaca et al., 1987). Alves *et al.* (2000) alertaram para a importância de se levar em consideração a época do estresse, dose e tempo de exposição ao Al, e definição de padrões de tolerância e sensibilidade. Durães *et al.* (2000) relataram para a falta de homogeneidade de variáveis influenciando resultados de CRRS, devido a problemas genéticos ou de vigor de sementes. Esses autores, além dos refinamentos da técnica embasada em taxas de crescimento radicular diferenciadas, têm buscado definir padrões de referência para *screening* buscando-se também associar o CRRS com produção de matéria seca de parte aérea e raiz e parâmetros de fluorescência da clorofila.

O objetivo desse trabalho foi avaliar distintas linhagens endogâmicas de milho, considerando-se previamente o vigor das sementes selecionadas para *screening* de alumínio em solução nutritiva.

Metodologia

Após avaliado o potencial de vigor das sementes dos seis genótipos de milho, de acordo com Maguire (1962) e Toledo et al. (1999), foi conduzido um experimento em solução nutritiva, em casa de vegetação, na Embrapa Milho e Sorgo, conforme metodologia descrita por Clark, com modificações de Magnavaca (1982). Utilizaram-se seis linhagens endogâmicas de milho, oriundas de diferentes estratégias do programa de melhoramento de milho da Embrapa Milho e Sorgo, sendo: L1147 (alto IFMF) e L13.1.2 (baixo IFMF), para tolerância à seca (contrastantes para IFMF-Intervalo entre florescimentos masculino e feminino, em dias), conforme Durães *et al.* (1999); L C-237-67 e L1154 (Al-tolerante), L723 e L11 (Al-sensível), para tolerância ao alumínio (contrastantes para CRRS).

As sementes de cada genótipo foram tratadas com 0,1% (v/v) de hipoclorito de sódio, com seis imersões por 10 minutos cada, intercaladas por lavagens com água destilada, e colocadas para germinar utilizando a técnica entre papel (rolo de papel), conforme Maguire (1962) e Toledo *et al.* (1999), e observando-se o período de 4 dias (Idade 1) e 7 dias (Idade 2), para transplântio simultâneo para as bandejas com solução-tratamento para *screening* de Al. Em um mesmo dia selecionaram-se as plântulas, oriundas de Idade 1 e Idade 2, com germinação uniforme e sem danos visíveis nas raízes, e realizaram-se o transplântio simultâneo para as bandejas plásticas e opacas contendo 8,5 litros de solução nutritiva, como descrita por Magnavaca (1982). O Al foi fornecido na forma de $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ na concentração final de 222 $\mu\text{moles L}^{-1}$ de Al e 0 $\mu\text{moles L}^{-1}$ de Al (Controle).

O experimento foi conduzido em casa de vegetação. Cada plântula foi fixada com auxílio de uma esponja a orifícios circulares de 3 cm de diâmetro localizados em placas plásticas apoiadas sobre as bandejas com a solução-tratamento, aí permanecendo por 7 dias, com aeração contínua por borbulhamento. O pH da solução nutritiva foi ajustado para 4,5 no momento do preparo, sendo monitorado e corrigido diariamente, durante o experimento.

Os tratamentos foram de seis linhagens, com duas Idades (com os tempos de 4 e 7 dias de germinação), constituindo-se um fatorial em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Cada parcela experimental foi constituída de 21 plântulas por genótipo, dispostas em aparato de bandejas contendo solução-tratamento com arejamento contínuo.

Após 7 dias de permanência das plântulas na solução-tratamento, as mesmas foram avaliadas quanto à fluorescência da clorofila (Hansatech Instruments Co., UK) e teor de clorofila (leitura SPAD-502), em 7 plântulas por tratamento por repetição; e, retiradas para avaliação do CRRS (comprimento relativo da raiz seminal) e determinação do peso da matéria seca da parte aérea e raiz (PMSR e PMSPA, em g, média de 21 plântulas por parcela).

As plântulas tiveram seu comprimento da raiz seminal medidos na ocasião de transferência para solução nutritiva (comprimento inicial da raiz seminal – CIRS) e sete dias após (comprimento final da raiz seminal – CFRS). O comprimento relativo da raiz seminal (CRRS) foi determinado conforme descrito por Magnavaca (1982).

Resultados e Discussão

Os resultados dos testes de análise de sementes (dados não apresentados) embasaram informações prévias sobre as plântulas que foram transplantadas, para todos os seis genótipos, constituindo-se de plântulas normais com alto vigor, para o *screening* para Al, em solução nutritiva.

O teste de F mostrou diferenças significativas ($\alpha > 0,05$) para as variáveis do sistema radicular (CIRS, CFRS, CRRS, PMSR), nas duas concentrações de Al (0 e 222 $\mu\text{moles L}^{-1}$ de Al); entretanto, para as variáveis de parte aérea, é relevante observar as diferenças significativas das variáveis Fv/Fm, para Idade; Fv/F0 e PMSPA, para Genótipo e Idade.

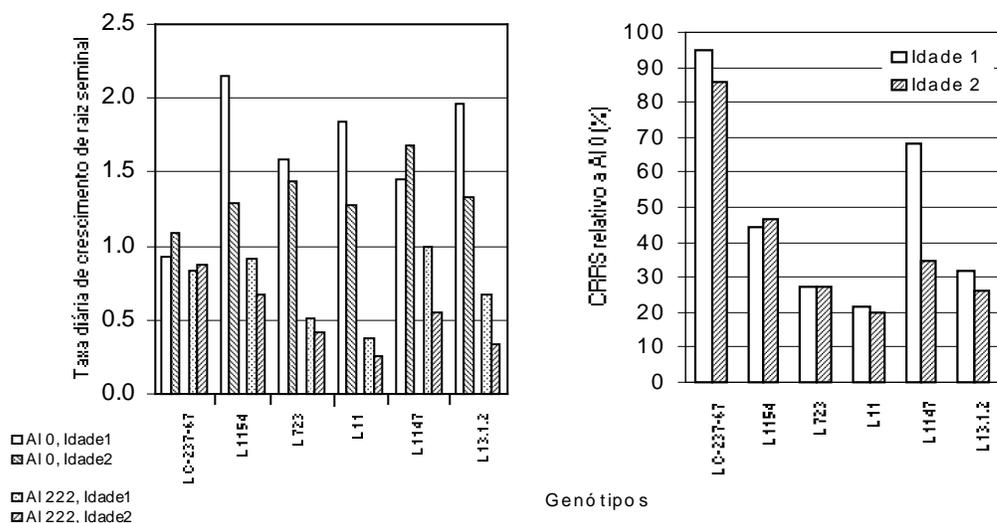
Para o índice CRRS, na Idade 2 (transplântio de plântulas aos 7 dias) as linhagens que obtiveram os maiores valores foram L C-237-67 e L 1154 (Al-tolerante), com 42,21 e 36,58, respectivamente; e, as demais não diferiram das linhagens Al-sensível. A linhagem L 11 foi a mais sensível ao Al (CRRS = 7,30). Na Idade 1, os genótipos apresentaram comportamento diferente e maiores valores de CRRS, em relação à Idade 2. Na Idade 1, as linhagens L 11 e L 723 (Al-sensível) tiveram também o pior desempenho, mas as linhagens L 1147 e L 13.1.2 apresentaram-se com potencial para Al-tolerante.

Durães et al. (2000) argumentaram que a falta de homogeneidade observada em alguns tratamentos devido a problemas de vigor, pode influenciar negativamente os resultados do CRRS, em maior intensidade do que para outras variáveis. Esta falta de homogeneidade, entre as linhagens, deve estar associada à diferença de vigor e desuniformidade de emissão de raiz primária, provocando uma variação no crescimento da raiz primária. Esses resultados demonstraram a viabilidade de se considerar a precocidade de emissão da raiz primária, conjuntamente com CRRS, para elevar a eficiência e confiabilidade na discriminação de genótipos de milho, em solução nutritiva, para tolerância ao Al.

A linhagem L C-237-67, a de maior CRRS para 222 $\mu\text{moles L}^{-1}$ de Al, na Idade 2, apresentou juntamente com a L 11 (Al-sensível) e L 1147 o menor PMSR. Também, os resultados das demais linhagens, para as variáveis PMSR e PMSPA não se mostraram consistentemente relacionados com CRRS. As variáveis avaliadas de parte aérea não se correlacionaram consistentemente com CRRS, exceto Fv/F0, na Idade 1 e concentração de 222 $\mu\text{moles L}^{-1}$ de Al.

A Figura 1 mostra o comportamento das seis linhagens estudadas, avaliadas quanto à taxa diária de crescimento da raiz seminal e quanto ao CRRS em relação a 0 $\mu\text{moles L}^{-1}$ de Al (Al 0), nas Idades 1 (4 dias de germinação) e 2 (7 dias de germinação) de plântulas.

Figura 1 – Taxa diária de crescimento de raiz seminal e Comprimento Relativo de Raiz Seminal (CRRS) de genótipos de milho avaliados em relação a 0 $\mu\text{moles L}^{-1}$ de Al (Al 0). Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. Junho/2001.



Conclusões

- a falta de homogeneidade do CRRS, observada em alguns estudos de *screening* para Al em linhagens de milho, deve estar associada à diferença de vigor e desuniformidade de emissão da raiz primária, provocando uma variação no crescimento da raiz primária;
- as avaliações entre as linhagens, para as variáveis PMSR e PMSPA não se mostraram consistentemente relacionados com CRRS;
- a linhagem L1147 apresentou potencial de tolerância ao Al;
- a razão Fv/F0 tem potencial para *screening* de milho Al-tolerante.

Referências Bibliográficas

- Alves, V.M.C.; Parentoni, S.N.; Pitta, G.V.E.; Vasconcellos, C.A.; França, C.C.M. Seleção para tolerância a alumínio em milho e crescimento radicular. pp. 150. **In:** CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23. 2000. Uberlândia, MG. Anais ... Uberlândia : ABMS. 2000. 392 p.
- Durães, F.O.M.; Magalhães, P.C.; Santos, M.X.dos; Lopes, M.A.; Paiva, E. Seleção de genótipos de milho visando tolerância à seca: estratégia de fenotipagem e utilização de marcadores moleculares. 718 p. **In:** CONGRESSO BRASILEIRO DE GENÉTICA, 45. Gramado, RS. Anais ... Gramado : SBG. 1999.
- Durães, F.O.M.; Oliveira, A.C.; Alves, V.M.C. Avaliação de genótipos de milho para tolerância à toxidez de alumínio em solução nutritiva: Relação da precocidade de emissão da raiz primária e índice fenotípico CRRS. pp. 139. **In:** CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23. 2000. Uberlândia, MG. Anais ... Uberlândia : ABMS. 2000. 392 p.
- Magnavaca, R. **Genetic variability and the inheritance of aluminum tolerance in maize (*Zea mays* L.)** Thesis PhD, University of Nebraska, 135 p. 1982.
- Magnavaca, R.; Gardner, C.O.; Clark, R. B. Evaluation of inbred maize lines for aluminum tolerance in nutrient solution. **In:** H.W. Gabelman and B.C. Loughman (Eds.), Genetic aspects of plant mineral nutrition, pp. 255-265, 1987. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht/Boston/Lancaster.
- Maguire, J.A. Speed of germination: aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, v.2, n.2, p. 176-177, 1962.
- Toledo, F.F.de; Novembre, A.D.da L.C.; Pescarin Chamma, H.M.C.; Maschietto, R.W. Vigor de sementes de milho (*Zea mays* L.) avaliado pela precocidade de emissão da raiz primária. *Scientia Agricola*, v.56, n.1, p. 191-196, jan./mar. 1999.