

RESISTÊNCIA DO ARROZ DE TERRAS ALTAS AO ALUMÍNIO

Rodrigues, Camilla Alves Pereira¹; **Guimarães**, Cleber Moraes²; **Neves**, Péricles de Carvalho Ferreira

Palavras chave: índice de susceptibilidade à seca, raízes, temperatura do dossel, linhagens sensíveis e não sensíveis ao Al

1. INTRODUÇÃO

A toxicidade de alumínio é um importante fator limitante ao crescimento das plantas em solos ácidos, onde a produtividade é aumentada com a redução da sua atividade (FAGERIA et al., 1988). A inibição do crescimento radicular devido à toxicidade de alumínio é o primeiro sintoma facilmente observado, a qual ocorre dentro de uma a duas horas após a exposição à concentração tóxica do alumínio (KOCHIAN, 1995). O alumínio interfere na divisão celular que ocorre nos pontos de crescimento das raízes, torna a parede celular rígida pela deposição de pectina, reduz a duplicação do DNA, fixa o fósforo na superfície radicular, reduz a respiração radicular e interfere na atividade enzimática responsável pela fosforilação do açúcar e deposição de polissacarídeos na parede celular (FOY, 1992). Estudos de tolerância ao alumínio têm estabelecido que as plantas podem resistir aos efeitos tóxicos de alumínio. Esta resistência dá-se pela tolerância interna e pelo escape externo. A quelatação do alumínio pelos ácidos orgânicos excretados pelas raízes e sua adsorção pelas cargas negativas da mucilagem radicular são exemplos de escape à sua toxicidade. Entre os vários mecanismos de tolerância ao alumínio, cita-se a capacidade das plantas manterem em suas raízes ou na parte aérea níveis adequados de certos macro e micronutrientes. O objetivo do trabalho foi identificar indicadores de resistência à toxicidade de alumínio, assim como linhagens portadoras de resistência à toxicidade deste elemento, mas que apresentem bom desenvolvimento do sistema radicular na ausência desta.

2. METODOLOGIA

Foram avaliadas 51 linhagens de arroz (*Oryza sativa* L.) provenientes do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Arroz e Feijão. Elas foram colocadas para germinar em bandejas de plástico com areia esterilizada. Após oito dias, as plântulas, selecionadas quanto à uniformidade de sistema radicular e dossel, foram transplantadas para vasos de polietileno pretos, contendo oito litros de solução nutritiva aerada. Estes eram equipados com placas de acrílico que suportavam quatro discos, distribuídos equidistantemente, com quatro perfurações cada um, onde foram acomodadas individualmente as plântulas com o auxílio de algodão. Usou-se a solução nutritiva de Furlani & Furlani (1988) para arroz, modificada para conter as seguintes concentrações de Al, 0 e 40 mg dm⁻³ de Al, sob a forma de AlCl₃.6H₂O (FAGERIA & ZIMMERMANN, 1979). Os valores de pH das soluções nutritivas, com 0 e 40 mg dm⁻³ de Al, foram inicialmente padronizados em 4,0, pela adição de HCl 0,1N ou NaOH 0,1 N, e não mais corrigidos durante a condução do experimento. Após 21 dias do transplante, as plantas foram colhidas e determinadas as massas da matéria seca das raízes e do dossel, após serem secadas em estufa a 70°C, até massa constante. Determinou-se também o comprimento máximo das raízes e a altura das plantas. Adotou-se o índice de susceptibilidade S, de Fisher &

Maurer (1978). A característica é tanto menos afetada pelo nível de estresse induzido pela toxicidade do alumínio quanto menor o S avaliado para aquele indicador. Calculou-se o índice de susceptibilidade do crescimento radicular (S_{Rcm}) e do dossel (S_{Dcm}), assim como do acúmulo de massa seca das raízes (S_{Rg}) e do dossel (S_{Dg}). Para a finalidade de seleção, as linhagens foram distribuídas em quartis, delimitados pela média do comprimento das raízes ($Raízes_{cm}$), sem o estresse de toxicidade de alumínio, acrescida de 75% do seu desvio padrão, e a média do seu índice de susceptibilidade à toxicidade de alumínio (S_{Rcm}) diminuído de 25% do seu desvio padrão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que todos os indicadores usados correlacionaram significativamente (Tabela 1). O crescimento e o acúmulo de matéria seca, tanto do sistema radicular como do dossel, assim como os seus índices de susceptibilidade, foram mais eficientes na discriminação das linhagens, por apresentarem as maiores correlações, podendo ser usados na seleção daquelas com maior resistência ao alumínio. Entretanto, considerando-se que o alumínio atua diretamente sobre o sistema radicular, no seu crescimento, através da ação sobre a divisão celular (ROUT et al., 2001), sugere-se priorizar variáveis que quantifiquem o comportamento radicular das linhagens quando submetidas ao estresse de toxicidade de alumínio. Entre os indicadores de susceptibilidade radicular à toxicidade de alumínio, o $Raízes_{cm}$, em condições de estresse de alumínio, e o S_{Rcm} apresentaram o mais alto coeficiente de correlação, -0,8282. Considerando-se que no cálculo do S_{Rcm} é computado o crescimento radicular com e sem o estresse de alumínio e a pressão de estresse em que as linhagens foram avaliadas, este indicador constitui-se num importante parâmetro na seleção daquelas linhagens com maior resistência à toxicidade ao alumínio.

Tabela 1. Coeficiente de correlação entre os indicadores de susceptibilidade do arroz de terras altas à toxicidade de alumínio, massa da matéria seca das raízes ($Raízes_g$) e do dossel ($Plantas_g$), comprimento das raízes ($Raízes_{cm}$) e do dossel ($Plantas_{cm}$) das linhagens de arroz de terras altas e seus índices de susceptibilidade ao alumínio.

Indicador	$Raízes_g$	$Plantas_g$	$Raízes_{cm}$	$Plantas_{cm}$	S_{Rcm}	S_{Dcm}	S_{Rg}
$Plantas_g$	0,6282 <0,0001						
$Raízes_{cm}$	0,2284 0,0008	0,1417 0,0392					
$Plantas_{cm}$	0,2243 0,0010	0,2180 0,0014	0,4115 <0,0001				
S_{Dcm}	-0,1670 0,0149	-0,1211 0,0785	-0,4340 <0,0001	-0,8732 <0,0001	0,4012 <0,0001		
S_{Rg}	-0,8419 <0,0001	-0,5538 <0,0001	-0,0233 0,0006	-0,2558 0,0002	0,3535 <0,0001	0,2347 <0,0006	
S_{Dg}	-0,6215 <0,0001	-0,7856 <0,0001	-0,2086 0,0023	-0,2429 0,0004	0,3471 <0,0001	0,2445 <0,0003	0,7967 <0,0001

S_{Rcm} , S_{Dcm} , S_{Rg} : Índices de susceptibilidade do comprimento radicular, da altura do dossel, da matéria seca das raízes e do dossel, respectivamente, em função da susceptibilidade das linhagens de arroz de terras altas à toxicidade do alumínio.

Na seleção das linhagens considerou-se o comprimento radicular sem o estresse de alumínio, 0 mg dm^{-3} do elemento, pois é desejável que apresentem resistência à toxicidade de alumínio, mas também sistema radicular bem desenvolvido na ausência de concentrações tóxicas do elemento. Conforme a distribuição das linhagens em quartis, foram selecionados dois grupos. O primeiro foi composto pelas linhagens, CNA4120 (CNA092-BM10-BM27p-3), CNA4164 (CNA511-2-B-2) e CNA1383 (IPEACO 162) caracterizados por apresentar $Raízes_{cm}$ acima de 47 cm

(média do comprimento das raízes, sem o estresse de toxicidade de alumínio, acrescida de 75% do seu desvio padrão) e $S_{R_{cm}}$ inferior a 0,92 (média do seu índice de susceptibilidade à toxicidade de alumínio, diminuído de 25% do seu desvio padrão), ou seja, apresentam sistema bem desenvolvido tanto na ausência como na presença de alumínio. O outro grupo pelas linhagens, CNA6430 (Dourado Precoce), CNA4108 (CNA108-B-28-8-2-B-2), CNA4166 (CNA095-BM30-BM9-25), CNA4181 (CNA425-BM46-1-B-1), CNA5164 (CNA095-BM30-BM27P-15-2), CNA5165 (CNA095-BM30-BM27P-17-1), CNA4105 (CNA511-16-B-6), CNA1168 (Fernandes), CNA4125 (CNA092-BM11-BM19p-4) e CNA4150 (CNA515-3-1), que apresentam $Raízes_{cm}$ acima de 47 cm, porém $S_{R_{cm}}$ superior a 0,92, ou seja, apresentam sistema bem desenvolvido na ausência de toxicidade de alumínio, entretanto não suportam a presença tóxica do mesmo. Os outros quartis, por enquadrarem as linhagens que apresentam comprimento radicular ineficientes na ausência de toxicidade de alumínio, não foram considerados.

4. CONCLUSÕES

O índice de susceptibilidade do crescimento radicular à toxicidade de alumínio mostrou-se eficiente na avaliação da resistência diferenciada das linhagens à toxicidade de alumínio. As linhagens CNA4120, CNA4164 e CNA1383 apresentam raízes bem desenvolvidas tanto na ausência como na presença de alumínio, enquanto que as linhagens CNA 6430, CNA4108, CNA4166, CNA4181, CNA5164, CNA5165, CNA4105, CNA1168, CNA4125 e CNA4150 apresentam raízes bem desenvolvidas na ausência de toxicidade de alumínio, entretanto não suportam a presença tóxica do mesmo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FAGERIA, N. K.; ZIMMERMANN, F. J. P. Seleção de cultivares de arroz para tolerância a toxidez de alumínio em solução nutritiva. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 14, n. 2, p. 141-147, abr. 1979.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; WRIGHT, R. J. Aluminum toxicity in crop plants. **Journal Plant Nutrition**, New York, v. 11, n. 3, p. 303-319, 1988.

FISHER, R. A.; MAURER, R. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 29, n. 5, p. 897-912, Sept. 1978.

FOY, C. D. Soil chemical factors limiting plant root growth. In: HATFIELD, J. L.; STEWART, B. A. (Ed.). **Limitations to plant root growth**. New York: Springer, 1992. p. 97-149.

FURLANI, A. M. C.; FURLANI, P. R. **Composição e pH de soluções nutritivas para estudos fisiológicos e seleção de plantas em condições nutricionais adversas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1988. 34 p. (IAC. Boletim Técnico, 121).

KOCHIAN, L.V. Cellular mechanisms of aluminum toxicity and resistance in plants. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 46, p. 237-260, 1995.

ROUT, G. R.; SAMANTARAY, S.; DAS, P. Aluminum toxicity in plants: a review. **Agronomie**, Paris, v. 21, p. 3-21, 2001.

FONTE DE FINANCIAMENTO – CNPq/PIBIC

¹ Bolsista de iniciação científica. Embrapa/CNPAF – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, millarodri@cnpaf.embrapa.br

² Orientador. Embrapa/CNPAF, cleber@cnpaf.embrapa.br