AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO RADICULAR DE LINHAGENS DE TRIGO EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ALUMÍNIO

Thiago Ferreira Portes (PIBIC/UEPG), Prof. Dr. Rodrigo Rodrigues Matiello (Orientador), email: rrmatiel@uepg.br.
Universidade Estadual de Ponta Grossa / Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade
Ciências Agrárias / Fitotecnia / Melhoramento Vegetal

Palavras-chave: *Triticum aestivum L.*, tolerância, DIF.

Resumo:

A toxidez causada pelo alumínio (Al) presente em solos ácidos limita o potencial de rendimento de grãos de diversas culturas. Os objetivos deste trabalho foram verificar a eficiência da solução mínima (Al + Ca) e padronizar uma concentração de Al que possibilite a melhor discriminação entre genótipos de trigo tolerantes e sensíveis. O experimento foi implantado no delineamento de blocos aleatorizados com três repetições e arranjado em esquema de parcela subdividida. Na parcela estudou-se o efeito das concentrações de Al e na subparcela 8 genótipos de trigo. Após a avaliação do comprimento radicular em cm (primeira leitura - PL), as raízes foram submetidas à solução contendo as respectivas concentrações de Al por 48 h. Após a exposição mediu-se novamente as raízes (segunda leitura - SL). A variável analisada foi obtida pela diferença entre as leituras (DIF = SL – PL). Os resultados obtidos evidenciaram que o Al afeta significativamente o sistema radicular do trigo. Na dose de 2 mg L^{-1} houve redução acentuada do comprimento radicular, enquanto a dose de 4 mg L^{-1} permitiu a melhor discriminação entre os genótipos. Nas concentrações superiores a 6 mg L^{-1} o crescimento radicular foi muito afetado.

Introdução

Estimativas sugerem que aproximadamente 50% dos solos disponíveis no mundo para a produção agrícola sejam ácidos (KOCHIAN et al., 2002). A toxidez por alumínio (Al) é um dos fatores mais limitantes para o cultivo nestes solos, uma vez que, nestas condições, o elemento é solubilizado na forma tóxica Al^{3+}, inibindo o crescimento das raízes, resultando em baixa produtividade (EZAKI et al., 2013).

O Brasil foi um dos pioneiros no trabalho de pesquisa sobre tolerância ao Al em trigo (*Triticum aestivum L.*). No início do século XX, começou no país um programa de seleção de genótipos de trigo tolerantes ao Al. Apesar da cultura do trigo apresentar elevada sensibilidade à toxidez causada pelo Al no solo, diversos estudos têm demonstrado alta variabilidade genética para a tolerância ao elemento em diversos germoplasmas (PORTALUPPI, 2008).

Diferentes métodos de seleção têm sido utilizados para a avaliação de plantas tolerantes ao Al, à campo, em casa de vegetação e em solução nutritiva. Alguns autores têm proposto a utilização de solução mínima para a caracterização da tolerância em genótipos de milho (MAZZOCATO et al., 2002; COELHO et al., 2015). Neste tipo de solução estão presentes apenas concentrações de Al^{3+} e Ca^{2+}. Além da economia em relação à quantidade de nutrientes utilizados e facilidade na utilização verifica-se eficiência na detecção de tolerância ao Al neste método (COELHO et al., 2015). Os resultados positivos alcançados com esta metodologia

em milho permitem extrapolar esta técnica para análises de *screening* de tolerância ao Al em genótipos de trigo.

Material e métodos

Para determinar a concentração de Al mais adequada para a separação dos genótipos tolerantes dos sensíveis ao elemento, foram avaliadas 7 linhagens de trigo do programa de melhoramento genético da UEPG, além da cultivar testemunha comercial Safira. As sementes dos oito genótipos foram pré-germinadas e as raízes das plântulas dos genótipos de trigo foram submetidas à solução mínima contendo 40 mg L^{-1} de Ca ($CaCl_2$) e Al ($AlCl_3.6H_2O$) nas doses de 0, 2, 4, 6, 8 e 10 mg L^{-1}. O experimento foi implantado no delineamento de blocos aleatorizados com três repetições. Os tratamentos foram arranjados em esquema de parcela subdividida, onde nas parcelas foi estudado o efeito de doses de Al^{3+} (0, 2, 4, 6, 8 e 10 mg L^{-1}) e na subparcela o efeito dos genótipos de trigo.

Para cada genótipo na respectiva dose de Al, foram avaliadas 12 plântulas por repetição, medindo-se o comprimento inicial da raiz principal em centímetros (PL – primeira leitura) e as mesmas foram imediatamente transferidas para bandejas de poliestireno expandido com 96 células (12 x 8) adaptadas para sementes de trigo, a qual foi depositada sob a solução contendo a respectiva dose do Al em um pote plástico transparente com 8 L de volume de solução tratamento. As raízes permaneceram submersas na solução tratamento por 48 h com aeração constante e pH ajustado na faixa de 4,2 a 4,6, utilizando HCl (10%). Após o período de exposição foi avaliado novamente o comprimento da raiz principal (SL - segunda leitura). A diferença entre as variáveis PL e SL (SL-PL) foi denominada como DIF (cm) de acordo com a metodologia proposta por Mazzocato et al. (2002).

Os dados coletados para a variável DIF foram submetidos à análise de variância. Na presença de efeito significativo da interação doses x genótipos de trigo foi realizado o desdobramento dos genótipos dentro de cada uma das concentrações de Al. As análises estatísticas foram realizadas no programa estatístico SISVAR versão 5.3.

Resultados e Discussão

A realização do experimento envolvendo doses de Al permitiu adequar à metodologia de solução mínima e melhorar a eficiência na seleção de genótipos de trigo tolerantes ao elemento. A variável DIF (diferença de crescimento radicular) obtida após a exposição das plântulas ao tratamento mostrou-se eficiente na discriminação de genótipos de trigo com relação à tolerância ao Al em solução.

A análise de variância para a variável DIF evidenciou efeito altamente significativo ($p < 0,01$) para as fontes de variação concentração, genótipo e para a interação concentração x genótipos de trigo (Tabela 1). O efeito significativo da interação indica crescimento radicular dos genótipos de trigo dependentes da concentração de alumínio na solução. Assim, genótipos que possuam tolerância ao Al tóxico da solução poderiam apresentar-se tolerantes ao elemento presente na solução do solo.

O desdobramento da interação genótipos de trigo x concentrações de Al demonstrou diferenças significativas entre os genótipos avaliados nas concentrações de 0, 2 e 4 mg L^{-1}. Onde, na concentração 0 mgL^{-1}, evidenciam-se somente diferenças genéticas de crescimento radicular do sistema radicular dos genótipos avaliados. Na concentração 2 mg L^{-1}, a análise das médias possibilitou

separar os genótipos de trigo em um grupo de linhagens com maior tolerância (L 36, L 10, L 12 e L 17) e outro grupo com maior sensibilidade ao Al, sendo composto pelas linhagens L 16, L 18, L 11 e a cultivar comercial Safira (Figura 1). Os resultados demonstraram redução expressiva na diferença de crescimento (DIF) na concentração de 4 mg L^{-1}. Nas demais concentrações de alumínio (6, 8 e 10 mgL^{-1}) o efeito das concentrações foi tão drástico que o crescimento radicular não ultrapassou a 0,5 cm (Figura 1).

Tabela 1 – Resumo da análise de variância para a variável DIF (diferença de crescimento radicular), em função das concentrações de alumínio, genótipos de trigo e da interação concentrações x genótipos. Ponta Grossa, 2017.

		Quadrado Médio (Q.M.)
Fontes de Variação	G.L.	DIF (cm)
Blocos	2	0,341
Concentrações (C)	5	7,301**
Resíduo (a)	10	0,096
Genótipos (G)	7	0,127**
Concentração x Genótipo	35	0,023**
Resíduo (b)	84	0,0,12
Desdobramento		
Concentração 0	7	0,105**
Concentração 2	7	0,083**
Concentração 4	7	0,025*
Concentração 6	7	0,007
Concentração 8	7	0,009
Concentração 10	7	0,014
$CV_{parcela}$ (%)		38,95
$CV_{subparcela}$ (%)		13,91
Média		0,80

Na concentração de 4 mg L^{-1} de Al os genótipos mais contrastantes foram a cultivar Safira e a L 36 (Figura 2-C). A cultivar Safira apresentou o menor crescimento radicular (0,47 cm), sendo então classificada como sensível ao Al. Entretanto, a linhagem L 36 apresentou um crescimento radicular de 0,76 cm, podendo ser classificada como tolerante ao Al. O restante das linhagens apresentaram desempenho intermediário não diferindo estatisticamente dos outros dois genótipos (Safira e L 36). Nesta concentração foi possível avaliar o desempenho do crescimento radicular dos diferentes genótipos de trigo e distingui-los em classes distintas de crescimento radicular quanto à tolerância ao Al.

Conclusões

A metodologia de solução mínima (Al + Ca) testada no trabalho foi eficiente na discriminação de genótipos de trigo sensíveis e tolerantes ao Al tóxico. A concentração de 4 mg L^{-1} de Al em solução mínima permitiu a melhor discriminação entre os genótipos de trigo para a tolerância ao elemento. As linhagens melhoradas de trigo L 36, L 10, L 12 e L 17 podem ser consideradas fontes de tolerância ao Al na concentração de 2 mg L^{-1}. Concentrações iguais ou superiores a 6 mgL^{-1} afetaram drasticamente o crescimento radicular de plântulas de trigo, inviabilizando a discriminação de tolerância e ou sensibilidade ao Al para este conjunto de genótipos de trigo.

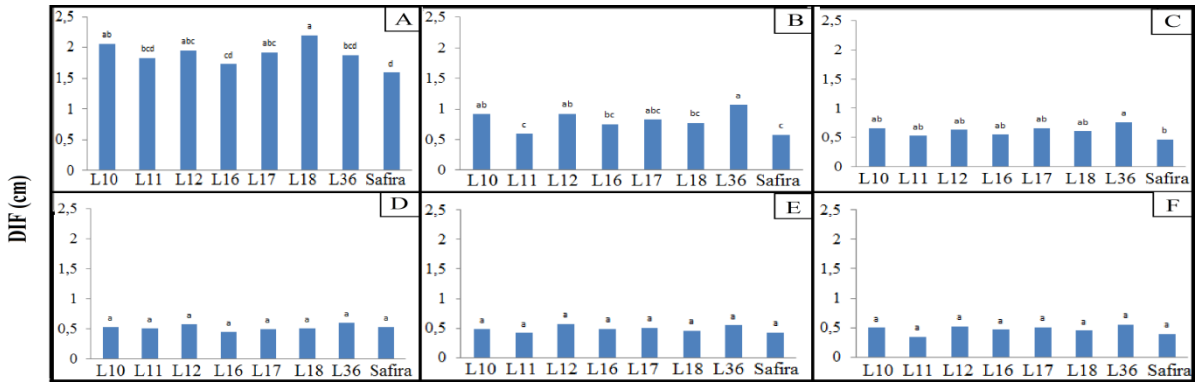


Figura 1- Desempenho médio da variável DIF para os oito genótipos de trigo submetidos as diferentes doses de alumínio em solução mínima. (A) 0 mgL^{-1}, (B) 2 mgL^{-1}, (C) 4 mgL^{-1}, (D) 6 mgL^{-1}, (E) 8 mgL^{-1} e (F) 10 mgL^{-1}.

Agradecimentos

À Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) pelo espaço e incentivo que permitiu realização deste projeto. Ao Prof. Dr. Rodrigo Rodrigues Matiello pela orientação e apoio durante todo o processo de aprendizado e de realização do projeto. À minha co-orientadora Dra. Caroline de Jesus Coelho pela orientação, ajuda e apoio em todos os momentos durante o deste projeto. Aos meus colegas de laboratório pela ajuda prestada na realização e nas avaliações do trabalho.

Referências

COELHO, C.J.; MOLIN, D.; WOOD JORIS, H.A.; CAIRES, E.F.; GARDINGO, J.R.; MATIELLO, R.R. Selection of maize hybrids for tolerance to aluminum in minimal solution. **Genetics and Molecular Research**, v.14, p.134-144, 2015.

EZAKI, B. et al. A combination of five mechanisms confers a high tolerance for aluminum to a wild species of Poaceae, *Andropogonvirginicus* L. **Environmental and Experimental Botany**, v.93, p.35-44, 2013.

KOCHIAN, L. V., PENCE, N. S., LETHAM, D. L., PINEROS, M. A., MAGALHAES, J. V., HOEKENGA, O. A., & GARVIN, D. F. **Mechanisms of metal resistance in plants: aluminum and heavy metals.** In *Progress in Plant Nutrition: Plenary Lectures of the XIV International Plant Nutrition Colloquium* (pp. 109-119). Springer Netherlands, 2002.

MAZZOCATO, A.C.; ROCHA, P.S.G.; SERENO, M.J.C.M.; BOHNEM, H.; GRONGO, V.; BARBOSA NETO, J.F. Tolerância ao alumínio em plântulas de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, p.19-24, 2002.

PORTALLUPI, R. **Caracterização molecular e estudo de variabilidade genética em cereais de inverno quanto à tolerância do alumínio tóxico**. Dissertação de Mestrado. 123p. Universidade de Passo Fundo – RS, 2008.