



## EFEITO DA PRÉ-SUPLEMENTAÇÃO COM FERRO NO ESTUDO DA TOXIDEZ POR ALUMÍNIO EM *Brachiaria brizantha*

Cássia Rossany Gomes dos Reis<sup>(1)</sup>, Rafael Marques<sup>(2)</sup>, Gislayne Aparecida Rodrigues Kelmer<sup>(3)</sup>, Raquel Bezerra Chiavegatto<sup>(4)</sup>, Leônidas Paixão Passos<sup>(5)</sup> & Maurício Marini Köpp<sup>(5)</sup>

<sup>1</sup>Graduada de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Juiz de Fora, Bolsista FAPEMIG, Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora - MG, e-mail: [cassiarossany@yahoo.com.br](mailto:cassiarossany@yahoo.com.br); <sup>2</sup>Graduando de Química da Universidade Federal de Juiz de Fora, Bolsista FAPEMIG, Embrapa Gado de Leite; <sup>3</sup>Química, Mestranda Departamento de Química USP; <sup>4</sup>Graduada de Ciências Biológicas do Centro de Ensino Superior, Bolsista CNPq, Embrapa Gado de Leite e <sup>5</sup>Pesquisador da Área de Forragicultura, Embrapa Gado de Leite.

**RESUMO** – O gênero *Brachiaria*, vem merecendo especial atenção em termos de tolerância ao alumínio, pois ocupa a maioria da área de pastagem do Brasil e principalmente na região dos cerrados, que apresenta solos ácidos e com toxidez por este metal. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da pré-suplementação com Fe em *Brachiaria brizantha* no estudo da tolerância a toxidez por Al nesta espécie. Sementes de *B. brizantha* cultivar Marandu foram germinadas e micropropagadas *in vitro*. As plântulas foram selecionadas quanto à uniformidade e vigor, sendo aclimatadas, e cultivadas em câmara de crescimento sob seis tratamentos combinando-se pré-suplementação com Fe, pH da solução e presença de Al. Decorridos 30 dias de crescimento, as plantas foram colhidas e avaliadas. Foram analisadas as variáveis: massa fresca, volume e crescimento líquido das raízes. Foi observado que os efeitos da toxidez (pH ou Al) são evidenciados quando a planta recebe Fe na solução de aclimação. Os sintomas característicos da toxidez por alumínio nas raízes foram evidenciados por um maior crescimento, porém com menores volume e massa.

Palavras-chave: Forrageira, alumínio tóxico, raízes.

### INTRODUÇÃO

No Brasil, a área de pastagens ocupa cerca de 180 milhões de hectares, sendo que 80 % são formados por gramíneas do gênero *Brachiaria*, a qual vem merecendo atenção em termos de tolerância ao Al [1]. A toxidez causada pelo Al<sup>3+</sup> é um dos principais fatores limitantes do desenvolvimento das plantas em solos ácidos, pois inibe o desenvolvimento das raízes, restringido a absorção de água e nutrientes [2].

Em torno de 30% da área da crosta terrestre é composta de solos ácidos (pH abaixo 5,5), o que corresponde a mais de 50% dos solos potencialmente agricultáveis no mundo, sendo que as regiões tropicais e subtropicais contam com a maior porção (60%) [3].

Os cátions de Fe são relativamente insolúveis em soluções nutritivas, quando fornecidos como sais inorgânicos. Por isso, gramíneas não conseguem

absorver Fe em quantidade suficiente. Uma alternativa é o uso de quelatos orgânicos como EDTA. Alguns dos transportadores que absorvem Fe intermediam a absorção de outros metais pesados. Alguns metais pesados desalojam elementos essenciais e causam deficiências de nutrientes. O Al, comparado com o Fe, forma um complexo mais estável com o EDTA. Assim, a presença de Fe-EDTA na solução nutritiva pode interferir no efeito tóxico do alumínio [4,5]. Em função disto, o Fe em muitos experimentos é suprido da solução nutritiva a qual irá receber o tratamento com Al, implicando em efeitos negativos no desenvolvimento das plantas, confundindo-se com os efeitos do Al.

O objetivo desse trabalho foi realizar uma suplementação com Fe para verificar se o efeito tóxico encontrado nas plantas era devido à deficiência desse elemento ou à toxidez do Al<sup>3+</sup>.

### MATERIAL E MÉTODOS

Sementes de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu foram germinadas e micropropagadas *in vitro*, em meio MS, adicionado de BAP (benzilaminopurina) 3,3 μmol L<sup>-1</sup> e AIB 2,5 μM ou ANA, com pH corrigido para 5,7, até a obtenção de plântulas desenvolvidas.

Para a montagem dos experimentos, as plântulas foram selecionadas quanto à uniformidade e vigor, sendo aclimatadas, durante uma semana com solução de aclimação e a seguir cultivadas por 30 dias em solução de cultivo conforme descrito no Quadro 1. A fonte de Al<sup>3+</sup> utilizada foi AlCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O. As soluções foram preparadas conforme preconizado por Passos [6] e as plantas cultivadas em câmara com controle ambiental *biotronette* com 240 mol.s.m<sup>-2</sup> de irradiância, 30±4°C, 14h de fotoperíodo e aeração constante da solução nutritiva. O experimento foi repetido em três épocas distintas.

Durante todo o experimento as soluções de tratamento foram trocadas uma vez por semana e o pH medido diariamente, e corrigido caso necessário.

Decorridos 30 dias de crescimento, as plantas foram colhidas e avaliadas. Foram analisados os efeitos da toxidez por Al<sup>3+</sup> sobre a massa fresca de



raízes, volume de raízes e crescimento líquido das raízes.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso em esquema fatorial (épocas x tratamentos) com quatro repetições. Os dados foram submetidos a análise de variância e teste de comparação de médias (Skott Knott,  $p \leq 5\%$ ) com auxílio do software estatístico SAS [7].

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O valor da massa fresca das raízes foi menor quando em presença de  $Al^{3+}$  independentemente da solução de aclimatação utilizada. Porém quando foi adicionado ferro na solução de aclimatação, esse efeito foi mais acentuado demonstrando mais claramente o efeito da toxidez do  $Al^{3+}$ . Outro fator a considerar é com relação ao isolamento do efeito do pH que não foi significativo quando as plantas foram pré-suplementadas com Fe na solução de aclimatação (Figura 1).

Da mesma maneira, o volume radicular apresentou valores menores em presença de  $Al^{3+}$ , não importando a diferença existente entre as soluções de aclimatação utilizadas. No entanto, quando a planta recebeu uma boa nutrição de Fe, a diferença entre os tratamentos mostrou-se menos acentuada mas, ainda assim, significativa (Figura 2). Pode ser observado que o pH não mostrou efeito significativo no volume das raízes, tanto com pré-suplementação com Fe como sem essa pré-suplementação.

Diferentemente da massa fresca e do volume radicular, o crescimento líquido da raiz foi maior nos tratamentos com  $Al^{3+}$  e, novamente, independente do reforço nutricional (Figura 3). Nesse caso, porém, o tratamento com solução com Fe e P e sob pH livre (5,5 – 6,5) apresentou os menores valores não sendo importante a solução de aclimatação utilizada. Podemos então inferir que o pH da solução pode influenciar no crescimento líquido da raiz. Epstein & Bloom [8] afirmam que o pH do meio influi nas raízes das plantas, especialmente nas membranas transportadoras de íons das células epidérmicas e corticais da raiz. E quanto menor o pH, maior a solubilidade e, conseqüentemente, a disponibilidade de Fe. Dessa forma, esse maior crescimento das raízes nos tratamentos de pH 4,0 pode ser em função de uma maior disponibilidade de Fe [4].

Maldaner [9] afirma que os efeitos fitotóxicos causados pelo Al são altamente dependentes de pH, concentrações de sais, compostos orgânicos, temperatura e espécie vegetal, fatores que podem ser alterados de acordo com a natureza da composição química do substrato ou da espécie.

## Resumo Expandido

### CONCLUSÕES

Os efeitos da toxidez (pH ou Al) são evidenciados quando a *B. brizantha* recebe Fe na solução de aclimatação. Os sintomas característicos da toxidez por  $Al^{3+}$  nas raízes são evidenciados por maior crescimento, e menores volume e massa.

### AGRADECIMENTOS

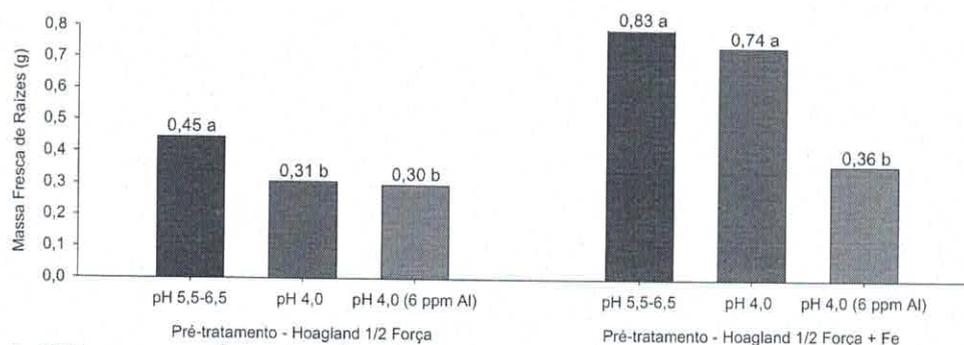
Agradecemos a colaboração do Assistente Sebastião Evaristo e aos demais estagiários pelo auxílio na condução dos trabalhos, ao CNPq e FAPEMIG pelo apoio financeiro.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

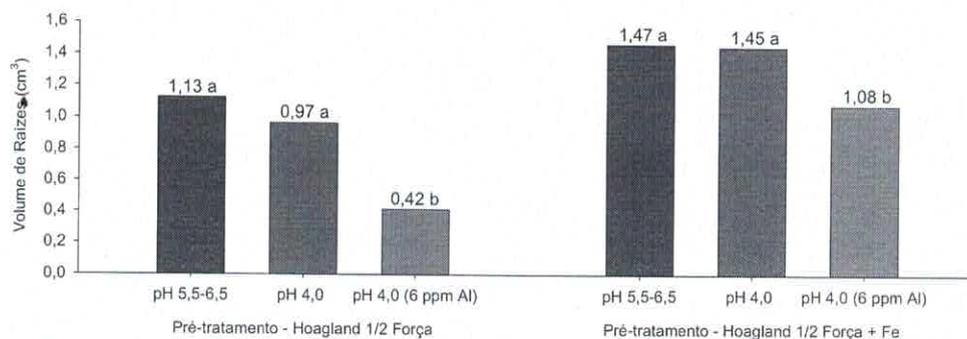
- [1] VALLE, C.B.; MACEDO, M.C.M.; EUCLIDES, V.P.B.; JANK, L. & RESENDE, R.M.S. 2010. Gênero *Brachiaria*. In: FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A. (Eds.). *Plantas forrageiras*. Viçosa: Editora UFV, p.30-77.
- [2] HARTWIG, I.; OLIVEIRA, A.C.; CARVALHO, F.I.F.; BERTAN, I.; SILVA, J.A.G.; SCHMIDT, D.A.; VALÉRIO, I.P.; MAIA, L.C.; FONSECA, D.A.R. & REIS, C.E.S. 2007. Mecanismos associados à tolerância ao alumínio em plantas. *Ciências Agrárias*, 28:219-228.
- [3] KOCHIAN, L.V.; HOEKENGA, O.A.; PIÑEROS, M.A. 2004. How do crops plants tolerate acid soils? Mechanisms of aluminum tolerance and phosphorus efficiency. *Annual Review of Plant Biology*, 55:459-493.
- [4] ABADÍA, J.; LÓPEZ-MILÁN, A.-F.; ROMBOLÁ, A. & ABADÍA, A. 2002. Organic acids and Fe deficiency: a review. *Plant Soil*, 241:75-86.
- [5] WAISEL, Y.; ESHEL, A. & KAFKAFI, U. 2002. *Plant roots: the hidden half*. New York: M. Dekker. 1136p.
- [6] PASSOS, L.P. 1996. *Métodos analíticos e laboratoriais em fisiologia vegetal*. Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL. 223p.
- [7] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. 2002. *SAS: Statistical Analysis System - Getting Started with the SAS® Learning Edition*. Cary, NC: SAS Institute. 86p.
- [8] EPSTEIN, E. & BLOOM, A. 2006. *Nutrição Mineral de Plantas: Princípios e Perspectivas*. Trad. Londrina: Editora Planta. 403p.
- [9] MALDANER, J. 2008. *Toxidez de alumínio em genótipos de *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen e *Pfaffia tuberosa* (Spreng.) Hicken*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, RS.

**Quadro 1.** Descrição dos tratamentos utilizados no estudo de pré-suplementação com ferro em *Brachiaria brizantha* submetida ao estresse por  $Al^{3+}$ .

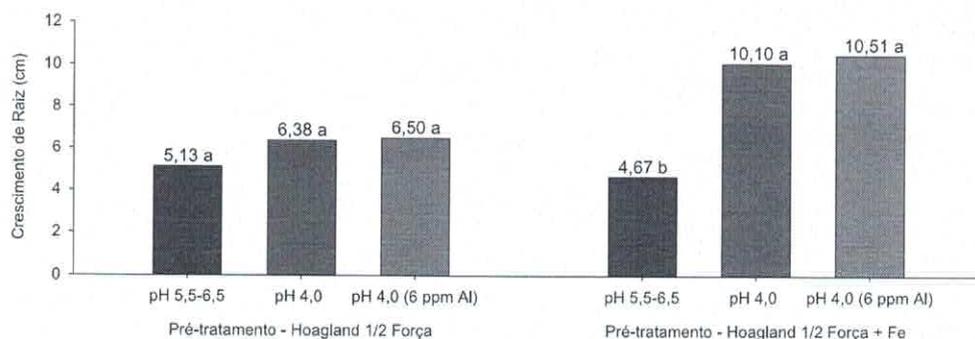
Tratamento	Solução de aclimação	Solução de cultivo	pH
1	Hoagland ½ força	Hoagland ½ força (com Fe e P)	5,5 – 6,5
2	Hoagland ½ força	Hoagland ½ força (sem Fe e P)	4,0
3	Hoagland ½ força	Hoagland ½ força (sem Fe e P) + 6 ppm Al	4,0
4	Hoagland ½ força + 8 vezes Fe	Hoagland ½ força (com Fe e P)	5,5 – 6,6
5	Hoagland ½ força + 8 vezes Fe	Hoagland ½ força (sem Fe e P)	4,0
6	Hoagland ½ força + 8 vezes Fe	Hoagland ½ força (sem Fe e P) + 6 ppm Al	4,0



**Figura 1.** Efeitos na massa fresca das raízes de *Brachiaria brizantha* sob os tratamentos utilizados no estudo de pré-suplementação com Fe para estudo da toxidez por  $Al^{3+}$ . Médias seguidas por uma mesma letra, dentro de cada pré-tratamento, não diferem estatisticamente (Skott Knott,  $p \leq 5\%$ ).



**Figura 2.** Efeitos no volume das raízes de *Brachiaria brizantha* sob os tratamentos utilizados no estudo de pré-suplementação com Fe para estudo da toxidez por  $Al^{3+}$ . Médias seguidas por uma mesma letra, dentro de cada pré-tratamento, não diferem estatisticamente (Skott Knott,  $p \leq 5\%$ ).



**Figura 3.** Efeitos no crescimento líquido da raiz de *Brachiaria brizantha* sob os tratamentos utilizados no estudo de pré-suplementação com Fe para estudo da toxidez por  $Al^{3+}$ . Médias seguidas por uma mesma letra, dentro de cada pré-tratamento, não diferem estatisticamente (Skott Knott,  $p \leq 5\%$ ).

# SIMPÓSIO MINEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO



O PAPEL DA CIÊNCIA DO SOLO  
NA PRODUÇÃO VEGETAL SUSTENTÁVEL

**3 A 6 DE NOVEMBRO 2010**  
**VIÇOSA - MINAS GERAIS**

Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas

