

SP 3407
P. 121



EFEITOS DA TOXIDAZ POR CROMO EM CARACTERES RELACIONADOS AO SISTEMA RADICULAR DE *BRACHIARIA RUZIZIENSIS*

Raquel Bezerra Chiavegatto¹, Rafael Marques², Cássia Rossany Gomes dos Reis¹, Cintia Oliveira Silva¹, Fernanda Vidal de Campos¹, Audrey Moraes da Costa², Leônidas Paixão Passos³, Mauricio Marini Köpp³

1- Estudante de Ciências Biológicas, Estagiário da Embrapa Gado de Leite; 2- Estudante de Química, Estagiário da Embrapa Gado de Leite; ³ Pesquisador da Embrapa Gado de Leite; raquelchiavegatto@gmail.com

Palavras-chave: Forrageira; Solo; Acidez; Metais pesados; Raízes,

INTRODUÇÃO

No Brasil há 15 espécies introduzidas de *Brachiaria*, no qual é um gênero de grande importância econômica e forrageira por apresentar alto valor nutritivo, formação de pastagens por sementes, elevada produção de matéria seca, crescimento bem distribuído durante a maior parte do ano, desenvolver-se e adaptar-se em variados tipos de solos e baixo custo de produção (GUABERTO, 2009).

Para realizar as atividades metabólicas necessárias à manutenção das células e ao crescimento, as plantas devem obter do ambiente os nutrientes específicos pra efetuar tais reações bioquímicas. A raiz é uma estrutura do corpo vegetal que constitui o sistema subterrâneo, especializada na condução e absorção de água e sais minerais (plantas vasculares), fixação da planta ao substrato e em alguns casos no armazenamento de reservas nutritivas e aeração (RAVEN *et al.*, 1996).

O solo é composto por espaços porosos preenchidos por ar e água adequados para o desenvolvimento da raiz (TAIZ & ZEIGER, 2004). No entanto grande parte da área agricultável brasileira é constituída por solos ácidos e quando associados ao cromo expressa a toxidez desse metal. O cromo tem um amplo uso industrial, mas ainda é eliminado no meio ambiente de forma inadequada, sem nenhum tratamento prévio, acarretando a contaminação de águas e solos (KÖPP *et al.*, 2009a).

As formas Cr^{3+} e Cr^{6+} são estáveis no meio ambiente e podem ser absorvidas pelas células por osmose e através de transporte ativo, respectivamente, sendo o último mais tóxico. O cromo causa estresse oxidativo nas plantas relacionado a desestruturação das membranas celulares devido a peroxidação lipídica, podendo levar o vegetal a morte. Este elemento também ocasiona inibição na germinação das sementes, no crescimento das plantas e raízes, na produção de pigmentos foliares, carboidratos e proteínas, conseqüentemente, a produção das culturas expostas ao metal será reduzida (KÖPP *et al.*, 2009b). Os principais mecanismos de inibição do estresse oxidativo causado pelo cromo são: (1) seu acúmulo nos vacúolos celulares; (2) produção de enzimas, catalase e peroxidase, que degradam os oxidantes formados; (3) produção de aminoácidos contendo enxofre que exibem poder fitoquelante; (4) exsudação de ácidos orgânicos pelas raízes que complexam com o cromo impedindo as reações de Fenton (OLIVEIRA *et al.*, 2005; SHANKER *et al.*, 2005; SCHIAVON *et al.*, 2007 *apud* KÖPP *et al.*, 2009b).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do Cr^{3+} no desenvolvimento do sistema radicular de *Brachiaria ruzizensis*.

SP 3407
P. 121



MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi executado no Laboratório de Biotecnologia e Fisiologia Vegetal da Embrapa Gado de Leite em Juiz de Fora – MG.

Meristemas axilares de *Brachiaria ruziziensis* foram germinadas e micropropagadas *in vitro*, em meio MS (MURASHIGE & SKOOG, 1962) com pH corrigido para 5,7, até a obtenção de plântulas desenvolvidas. Em seguida, foram selecionadas quanto à uniformidade e vigor, sendo aclimatadas (*ex vitro*) e cultivadas em solução nutritiva de Clark (CLARK, 1975) ½ força, em câmara de crescimento controlado por uma semana. Após este período foi medido o comprimento inicial das raízes (cm) e as plântulas foram transferidas para diferentes tratamentos em solução de Clark ½ força: |1| solução completa sob pH livre (5,5- 6,5); |2| solução sem ferro EDTA sob pH 4,0 e |3| solução sem ferro EDTA sob pH 4,0 com 5ppm Cr³⁺, segundo preconizado por Passos (1996). O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso com 5 repetições. Durante todo o experimento as soluções de tratamento foram trocadas uma vez por semana e o pH medido diariamente, efetuando correções quando necessário. Decorridos 30 dias de crescimento, as plantas foram colhidas e avaliadas volume (mL), massa fresca (g), comprimento final (cm) e calculado o acúmulo relativo de comprimento (%). Após pesagem o material foi estocado a -80°C para posteriores análises moleculares, o que impediu e justificou a obtenção dos dados relativos ao acúmulo de massa seca.

Os dados foram submetidos a análise da variância, teste de comparação de médias (Scott Knott, p≤5%) considerando o efeito do fator de tratamento fixo. As análises foram realizadas com auxílio do software estatístico SAS (SAS, 2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância revelaram haver efeito nos tratamentos para todas as variáveis analisadas exceto para a medição de comprimento inicial de raízes (CIR) (Tabela 1). Este resultado permite concluir que as alterações dos nutrientes na solução nutritiva interferem no desenvolvimento radicular. O fato de não ter havido efeito significativo dos tratamentos para a variável CIR já era esperado, uma vez que as avaliações foram realizadas antes das plantas serem submetidas as soluções tratamento além de terem sido realizadas em plantas selecionadas quanto a uniformidade de caracteres.

Tabela 1. Resumo da análise de variância dos caracteres volume de raízes (VR), massa fresca raízes (MFR), comprimento final de raízes (CFR), comprimento inicial de raízes (CIR) e acúmulo relativo de comprimento (ARC) de raízes de *Brachiaria ruziziensis* cultivados em sistema hidropônico sob três tratamentos.

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio				
		VR	MFR	CFR	CIR	ARC
Tratamento	2	0,65*	0,21*	71,27*	3,75 ^{ns}	5616,81*
Resíduo	8	0,038	0,026	4,60	0,79	177,84
Média		0,57	0,35	8,53	4,7	38,41
C.V.		24,32	35,45	15,13	8,93	24,72

G.L. = Graus de liberdade; C.V. = Coeficiente de variação; * = Significativo pelo teste F (p≤5%); ^{ns} = Não significativo.

Na figura 1 observa-se que o acúmulo relativo de comprimento de raiz (ARC) é maior nas plantas tratadas com solução nutritiva completa em pH livre (5,5 – 6,5) |1| porém não difere estatisticamente do acúmulo relativo sob o tratamento incompleta em pH 4,0 |2|. Este resultado permite concluir que as raízes das plantas crescem na mesma proporção sob estes dois tratamentos. Ao ser adicionado o cromo (III) ao tratamento |2| pode ser constatado que o crescimento das raízes



sob este estresse foi significativamente reduzido, pois sob esta condição as raízes não cresceram ficando com os mesmos valores da medição inicial realizada antes das plantas serem submetidas aos tratamentos. Em algumas plantas de algumas repetições o comprimento de raízes chegou até mesmo a diminuir após a período sob efeito do tratamento, porém para efeito de análise foi considerado recrescimento igual a zero.

Ao ser analisado o comportamento das variáveis, comprimento final das raízes (CFR) (Figura 2), volume de raízes (VR) (Figura 3) e massa fresca raízes (MFR) (Figura 4) pode ser concluído que, da mesma maneira que ocorreu com a variável ARC, o efeito da toxidez do cromo foi extremamente marcante, ou seja, para todas estas variáveis a presença do cromo (III) na solução nutritiva (tratamento |3|) ocasionou significativa redução do valor médio da variável em relação a qualquer um dos outros tratamentos |1| ou |2|.

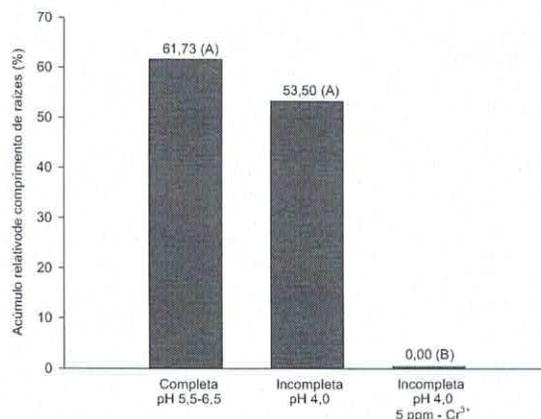


Figura 1. Efeito dos tratamentos pH livre (5,5 - 6,5), pH 4,0 e pH 4,0 5ppm Cr³⁺ no acúmulo relativo de comprimento de raízes de *Brachiaria ruziziensis* cultivado em sistema hidropônico. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott, $p \leq 5\%$).

As Figuras 2 (CFR) e 4 (MFR) demonstram que não há diferenças significativas entre as médias dos tratamentos |1| e |2| com leve tendência ao acréscimo de comprimento e massa fresca quando as plantas se desenvolvem sob tratamento de solução sem Fe-EDTA e pH 4,0. Já para a variável volume de raízes (Figura 3) pode ser percebido um acréscimo significativo de valor quando as plantas foram submetidas a solução sem Fe-EDTA e pH 4,0 com relação ao tratamento solução completa sob pH 5,5-6,5. A associação destes resultados pode gerar uma importante informação sobre o comportamento da *Brachiaria ruziziensis* sob efeito de carência nutricional, pois além da supressão do Fe-EDTA da solução nutritiva, o pH baixo (4,0) também implica em menor disponibilidade de nutrientes para as plantas (KÖPP et al., 2007). Neste caso fica claro que a carência por nutrientes implica em acréscimo no valor médio das variáveis analisadas, pois possivelmente, a estratégia da planta para compensação do déficit nutricional é aumentar seu desenvolvimento a fins de obter maior contato entre raiz e solução nutritiva.

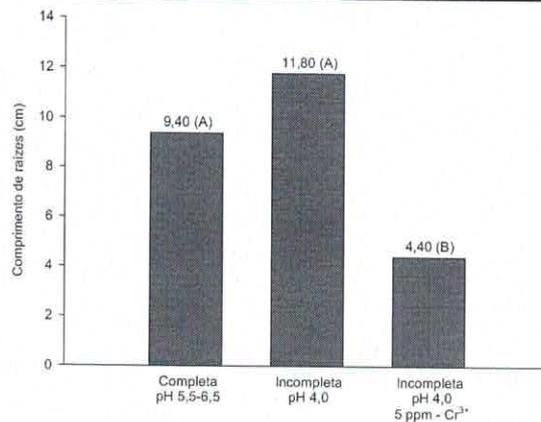


Figura 2. Efeito dos tratamentos pH livre (5,5 - 6,5), pH 4,0 e pH 4,0 5ppm Cr³⁺ no comprimento de raízes de *Brachiaria ruziziensis* cultivado em sistema hidropônico. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott, $p \leq 5\%$).

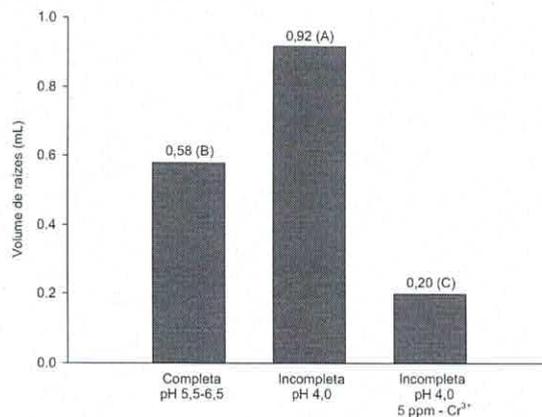


Figura 3. Efeito dos tratamentos pH livre (5,5 - 6,5), pH 4,0 e pH 4,0 5ppm Cr³⁺ no volume de raízes de *Brachiaria ruziziensis* cultivado em sistema hidropônico. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott, $p \leq 5\%$).

As comparações realizadas entre o tratamento com solução nutritiva completa em pH livre (5,5 - 6,5) [1] e sob o tratamento incompleta em pH 4,0 [2], independentemente da presença de cromo, demonstram que a *Brachiaria ruziziensis* não sofreu influência da acidez da solução. Isto permite concluir que todas as inferências realizadas neste experimento não necessariamente estão associadas ao efeito do pH reduzido, e sim à presença de cromo.

Cabe ainda salientar que o efeito tóxico do cromo sobre as raízes das plantas está em primeira instância relacionado a inibição da divisão celular no meristema radicular, implicando em menor crescimento das raízes que estão em contato direto com o elemento tóxico (TAIZ & ZEIGER, 2004; SHANKER *et al.*, 2005). As demais variáveis analisadas podem ter seu efeito relacionado ao efeito principal da redução de crescimento, pois, quando o crescimento é reduzido, conseqüentemente ocorre redução no acúmulo de massa e no volume das raízes. No entanto, esta interdependência entre as variáveis analisadas ainda necessita ser melhor estudada.

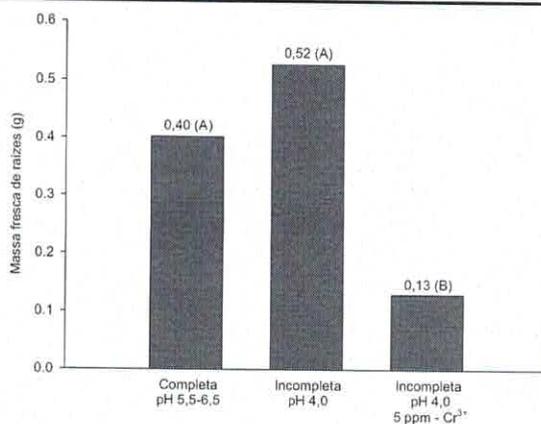


Figura 4. Efeito dos tratamentos pH livre (5,5 - 6,5), pH 4,0 e pH 4,0 5ppm Cr³⁺ na massa fresca de *Brachiaria ruziziensis* cultivado em sistema hidropônico. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott, $p \leq 5\%$).

AGRADECIMENTOS

A Sebastião Evaristo pelo auxílio na condução do experimento e ao CNPq e FAPEMIG pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CLARK, J. 1975. Characterization of phosphatase of intact maize roots. *Journal of Agricultural and Food Chemical*, **23**: 458-460.
- GUABERTO, L.M. 2009. Identificação da variabilidade genética de *Brachiaria ruziziensis* por marcadores moleculares. *Dissertação de Mestrado*, Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, São Paulo. 40p.
- KÖPP, M.M.; LUZ, V.K.; SILVA, V.N.; COIMBRA, J.L.M.; MAIA, L.C.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C. Efeito do pH da solução nutritiva na fitotoxicidade causada por ácidos orgânicos em arroz. *Magistra*, 19(1): 40-46, 2007.
- KÖPP, M.M.; PASSOS, L.P.; SOUZA SOBRINHO, F.; FERNANDES, F.S.; MARQUES, R.; KELMER, G.A.R.; FILGUEIRAS, A.L. 2009 a. Efeito da toxicidade causada por cromo (III) em *Brachiaria ruziziensis*. In: XVIII Congresso de Iniciação Científica, XI Encontro de Pós-Graduação e I Mostra Científica, 2009, Pelotas - RS. *Anais....* Pelotas - RS: Universidade Federal de Pelotas.
- KÖPP, M.M.; PASSOS, L.P.; LÉDO, F.J.S.; FILGUEIRAS, A.L.; KELMER, G.A.R.; MARQUES, R. 2009 b. Efeito do cromo (III) no desenvolvimento de plântulas de *Pennisetum purpureum*. In: II Simpósio Internacional sobre Melhoramento de Forrageiras, 2009, Campo Grande - MS. *Anais....* Campo Grande - MS: Embrapa Gado de Corte.
- MURASHIGE, T.; SKOOG, F.A. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, **15** (3): 473-497.
- OLIVEIRA, R.C.; MELLO, J.W.V.; SILVA, I.R.; ABRAHÃO, W.A.P. Avaliação dos Efeitos de cromo tri- e hexavalente no crescimento de soja em solução nutritiva. In: XXX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2005, Recife - PE. *Anais....* Recife - PE: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005.



PASSOS, L. P. *Métodos analíticos e laboratoriais em fisiologia vegetal*. Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1996. 223p.

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. **Biologia Vegetal**, 5ª. ed. Coord. Trad. J.E.Kraus. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 1996. 738p.

SHANKER, A.K.; CERVANTES, C.; LOZA-TAVERA, H.; AVUDAIBAYAGAM, S. 2005. Chromium toxicity in plants. **Environment International**, 31-739-753, 2005.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. 2002. *SAS: Statistical Analysis System - Getting Started with the SAS® Learning Edition*. Cary, NC: SAS Institute. 86p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3ª edição, Porto Alegre: Artmed Editora, 2004. 719p.

