

Efeito do Cromo (III) no Desenvolvimento de Plântulas de *Pennisetum purpureum*

Maurício Marini Köpp¹, Leônidas Paixão Passos¹, Francisco José da Silva Léo¹, Aline Luciano Filguciras², Gislayne Aparecida Rodrigues Kelmer² e Rafael Marques²

Introdução

O capim-elefante é uma forrageira tropical com alto potencial de produção de biomassa e fácil adaptação a diferentes ecossistemas, sendo muito utilizado na alimentação de rebanhos bovinos leiteiros sob as formas de pastejo, feno e silagem. Indiscutivelmente, o grande uso do capim-elefante no País é para a formação de capineiras, para corte, picagem e distribuição no cocho (FARIA, 1999).

Devido ao grande uso industrial (produção de aço inoxidável, couro e cromagem de peças automotivas), quantidades consideráveis de cromo são liberadas no meio ambiente sem o tratamento adequado, que o caracteriza como um grave poluidor ambiental. Apenas os estados de oxidação (VI) e (III) são estáveis no meio ambiente e diferenciados pela mobilidade. O Cr (VI) é mais tóxico e absorvido por transporte ativo, o outro, por osmose (PANDA e CHAUDHURY et al., 2005). O cromo, por apresentar potencial redox, participa das reações de Fenton, onde há liberação de espécies oxidantes reativas (do inglês, ROS) como $O_2^{\cdot-}$, $OH^{\cdot}$. As ROS produzidas são responsáveis pelo estresse oxidativo nas células das plantas, levando a morte (VERNAY et al., 2008). Reações indutoras de resistência ao cromo tóxico ainda não foram descritas em plantas, somente em microrganismos (CERVANTES et al., 2001). Dentre elas, se destacam a bio-absorção, diminuição do acúmulo, precipitação, redução do Cr (VI) para Cr (III) e efluxo de cromato (MORALES et al., 2007).

As principais alterações causadas pelo cromo são: inibição na germinação das sementes, no crescimento das plantas e raízes, na produção de pigmentos foliares, carboidratos e proteínas (ANDRADE et al., 2007). Como consequência, provoca queda acentuada na produção das culturas expostas ao elemento. 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). Assim, o estudo sobre o comportamento de plantas expostas ao cromo torna-se imprescindível, no intuito de obter genótipos tolerantes. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do Cr (III) sobre o desenvolvimento do capim-elefante.

Material e Métodos

Plantas de capim-elefante foram germinadas em água, transferidas para solução de Clark (CLARK, 1975) em pH 3,8 e submetidas a diferentes níveis de Cr (III): 0, 20, 40, 60, 80, 100 $\mu\text{mol.L}^{-1}$; e ainda um tratamento apenas com solução de Clark em pH livre (5,5 - 6,5). O delineamento utilizado foi completamente casualizado com três repetições e repetido em duas épocas. A colheita feita após 30 dias de cultivo, e avaliados os parâmetros: comprimento de planta e raiz, número de folhas, clorofila, peso fresco e seco de folha, caule, raiz e tolete. As amostras de folhas e raízes foram extraídas por digestão nitroperclórica na proporção de 2:1 ($\text{HNO}_3:\text{HClO}_4$) e determinados os teores de Mg, Fe e Cr através de ICP-AES (PASSOS, 1996). Os dados foram submetidos a análise da variância, teste de comparação de médias (Tukey $p \leq 5\%$) e ajuste de regressão polinomial considerando o efeito do fator tratamento fixo.

Resultados e Discussão

A análise de variância mostrou não haver interação entre experimento x tratamento, indicando que as respostas relativas ao efeito dos tratamentos são similares independentemente do experimento para todas as variáveis analisadas, ou seja, foi encontrada repetibilidade dos resultados. Além disso, as variáveis relativas ao crescimento (comprimento e massa) não sofreram influência do efeito dos tratamentos, ao contrário dos teores de clorofila, magnésio, ferro e cromo que apresentaram variação significativa quando submetidos aos níveis de cromo.

As comparações realizadas entre o tratamento pH livre (5,5 - 6,5) e pH 3,8, independentemente da presença de cromo, demonstram que o genótipo estudado 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. As Figuras 1, 2, 3 e 4 demonstram que não há diferenças significativas entre as médias dos tratamentos pH livre (5,5 - 6,5) e pH 3,8 das

1. Pesquisador da Área de Forragicultura, Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG, CEP 36025-350. E-mail: lpassos@cnpgl.embrapa.br; kopp@cnpgl.embrapa.br; ledo@cnpgl.embrapa.br

2. Aluno de Química da Universidade Federal de Juiz de Fora, Estagiário da Embrapa gado de Leite, Juiz de Fora, MG, CEP 36025-350.

variáveis que apresentaram variação significativa quando submetidas aos tratamentos com cromo.

A avaliação da toxidez por cromo pode ser visualizada na Figura 5. Houve variação significativa no teor de clorofila quando o capim-elefante foi submetido a níveis crescentes do metal. O melhor ajuste de regressão polinomial para explicar a variação foi linear, ou seja, o aumento constante dos níveis de cromo da solução nutritiva causam decréscimos constantes no teor de clorofila.

Nos teores de nutrientes verificou-se que os níveis de ferro nas folhas e raízes apresentaram variação significativa, porém de comportamento não previsível ao estresse por cromo, indicando que os teores podem estar mais relacionados a outros fatores não controlados neste experimento. Segundo Shanker et al. (2005) o cromo penetra dentro dos vacúolos das células da raiz, provavelmente associado a hidratos de ferro, que dificulta a difusão do elemento dentro do organismo vegetal podendo ocasionar distorções na avaliação desta metal. Quanto ao magnésio, pode ser constatado um marcante decréscimo tanto nas folhas quanto nas raízes em função do aumento dos níveis de cromo. O maior decréscimo é verificado entre as doses de zero e $20 \mu\text{mol.L}^{-1}$ nos tecidos das raízes, indicando elevada sensibilidade da gramínea em absorver magnésio mesmo a baixas concentrações de cromo. Panda e Chaudhury (2005) comentaram em sua publicação que as células das raízes de plantas submetidas a estresse por cromo sofrem elevada redução na capacidade de absorção de nutrientes.

O aumento do teor de cromo nos tecidos foliares e raízes foi diretamente proporcional ao aumento do estresse na solução nutritiva. Neste caso, o ajuste de regressão linear para doses de até $100 \mu\text{mol.L}^{-1}$, mostra que a absorção deste elemento pela planta é constante. As plantas possuem elevada capacidade de complexar internamente o cromo acarretando em maior teor deste metal nos tecidos plantas e reduzindo sua quantidade livre na solução do solos (ANDRADE et al., 2007).

Com base nos resultados pode ser concluído que o capim-elefante não se mostrou suscetível a variações no pH da solução nutritiva até valores de 3,8. Níveis de até $100 \mu\text{mol.L}^{-1}$ de Cr (III) não causaram estresse suficiente para afetar o crescimento, porém influenciaram os teores de clorofila, magnésio, ferro e cromo nos tecidos. A clorofila e o magnésio decaíram consideravelmente no capim-elefante quando submetido a níveis de até $100 \mu\text{mol.L}^{-1}$ na solução nutritiva, entretanto as concentrações de cromo nos tecidos aumentaram. O estudo evidencia que o capim-elefante responde à toxidez por cromo por meio da redução acentuada nos níveis de magnésio e de clorofila. A substancial absorção de cromo sugere haver potencial para uso da espécie na biorremediação de áreas contaminadas.

Agradecimentos

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

Referências

- ANDRADE, J.C.M.; TAVARES, S.R.; MAHLER, C.F. **Fitorremediação: O uso de plantas na melhoria da qualidade ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 176p.
- CERVANTES, C.; CAMPOS-GARCÍA, J.C.; DEVAR, S.; et al. Interactions of chromium with microorganisms and plants. **FEMS Microbiology**, v.25, p.335-347, 2001.
- CLARK, J. Characterization of phosphatase of intact maize roots. **Journal of Agricultural and Food Chemical**, v.23, p.458-460, 1975.
- FARIA, V.P. Formas de uso do capim-elefante. In: PASSOS, L.P.; CARVALHO, L.; MARTINS, C.E.; BRESSAN, M.; PEREIRA, A.V. (Ed.). **Biologia e manejo do capim-elefante**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 1999. p.119-130.
- MORALES, D.K.; OCAMPO, W.; ZAMBRANO, M.M. Efficient removal of hexavalent chromium by a tolerant *Streptomyces* sp. affected by the toxic effect of metal exposure. **Journal of Applied Microbiology**, v.103, p.2704-2712, 2007.
- OLIVEIRA, R.C.; MELLO, J.W.V.; SILVA, I.R. et al. Avaliação dos Efeitos de cromo tri- e hexavalente no crescimento de soja em solução nutritiva. In: XXX CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, Recife, 2005. [Anais]. Recife: SBCS, 2005. CD – ROM.
- PANDA, S. K.; CHAUDHURY, S. Chromium stress in plants. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.17, n.1, p.95-102, 2005.
- PASSOS, L. P. **Métodos Analíticos e Laboratoriais em Fisiologia Vegetal**. Coronel Pacheco: Embrapa- Gado de Leite, 1996. 223p.
- SCHIAVON, M.; WIRTZ, M.; BORSA, P. et al. Chromate differentially affects the expression of a high-affinity sulfate transporter and isoforms of components of the sulfate assimilatory pathway in *Zea mays*. **Plant Biology**, v.9, p.662-671, 2007.
- SHANKER, A.K.; CERVANTES, C.; LOZA-TAVERA, H. et al. Chromium toxicity in plants. **Environment International**, v.31, p.739-753, 2005.
- VERNAY, P.; JEAN, L.; GAUTHIER-MOUSSAROL, C. et al. Effect of chromium species on phytochemical and physiological parameters in *Datura innoxia* **Chemosphere**, v.72, p.763-771, 2008.

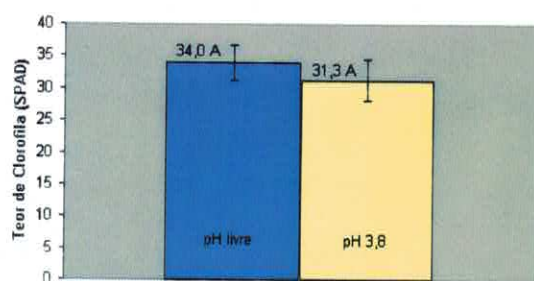


Figura 1. Efeito dos tratamentos pH livre (5,5 - 6,5) e pH 3,8 no teor de clorofila de capim-elefante cultivado em sistema hidropônico. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey $p \leq 5\%$).

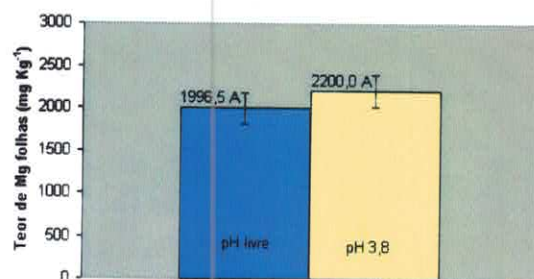
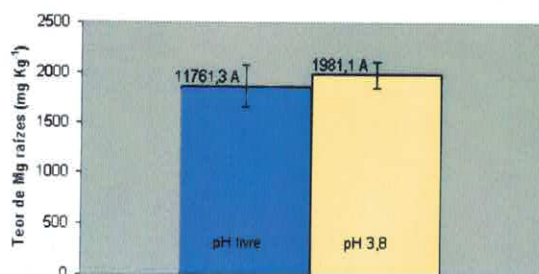


Figura 2. Efeito dos tratamentos pH livre (5,5 - 6,5) e pH 3,8 no teor de magnésio nas folhas e raízes de capim-elefante cultivado em sistema hidropônico. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey $p \leq 5\%$).

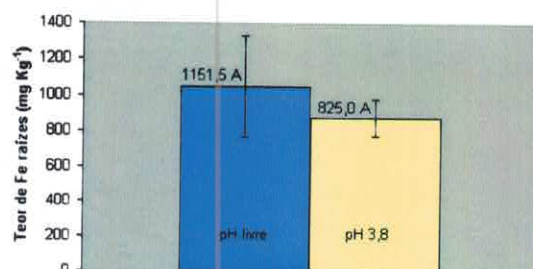
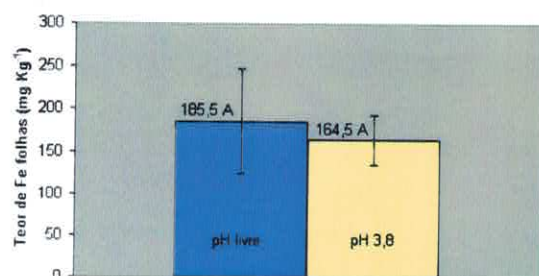


Figura 3. Efeito dos tratamentos pH livre (5,5 - 6,5) e pH 3,8 no teor de ferro nas folhas e raízes de capim-elefante cultivado em sistema hidropônico. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey $p \leq 5\%$).

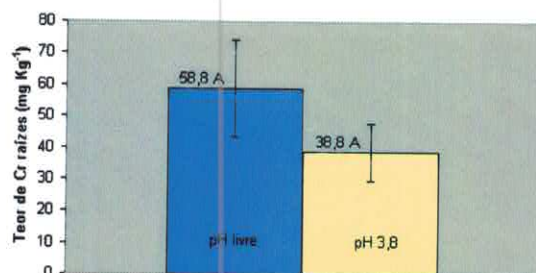
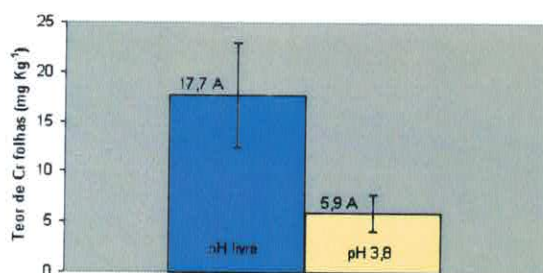


Figura 4. Efeito dos tratamentos pH livre (5,5 - 6,5) e pH 3,8 no teor de cromo nas folhas e raízes de capim-elefante cultivado em sistema hidropônico. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey $p \leq 5\%$).

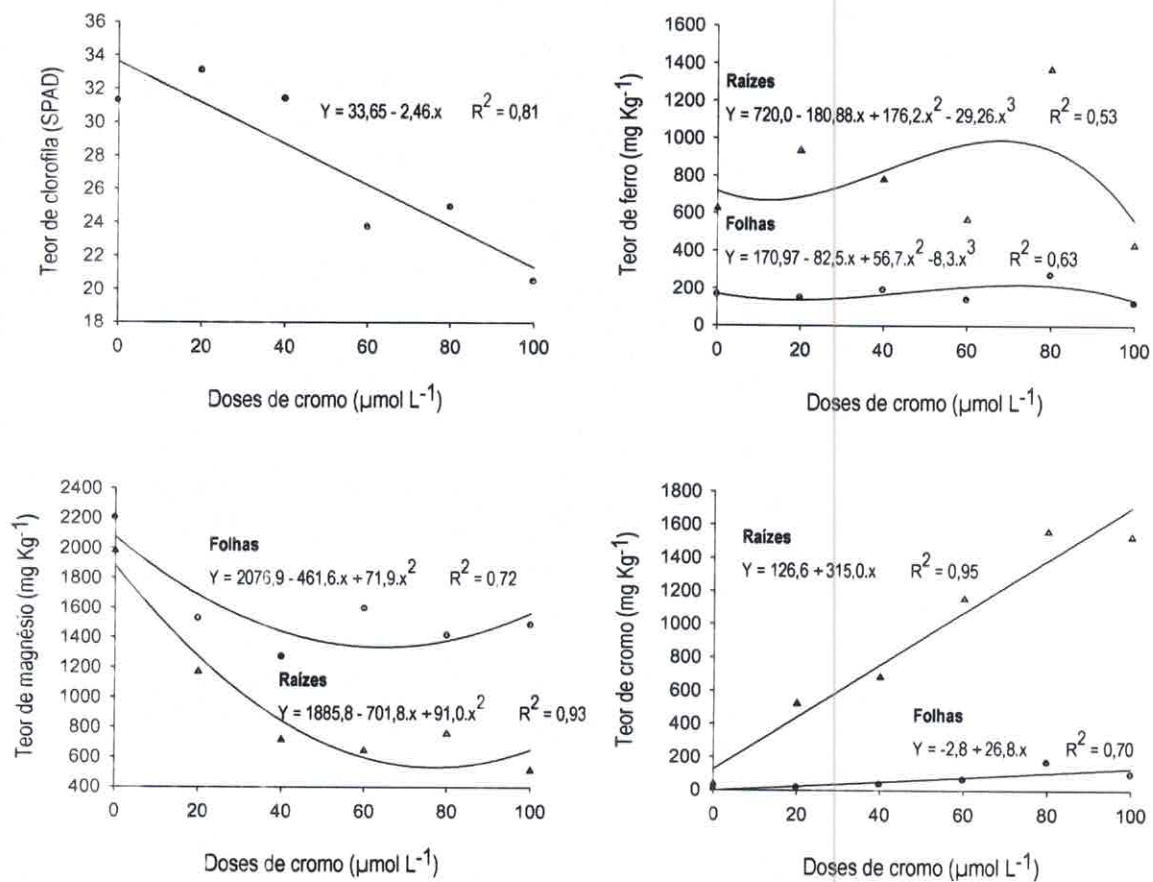


Figura 5. Efeito das doses de cromo (III) sobre os teores de clorofila, ferro, magnésio e cromo de folhas e raízes de capim-elefante cultivados em sistema hidropônico.



II SIMF

**Simpósio Internacional sobre
Melhoramento de Forrageiras**

9 a 12 de novembro • Campo Grande • MS

COMITÊ EDITORIAL

Dra. Liana Jank

Dra. Lucimara Chiani

Dra. Rosângela Maria Simião Rezende

[Entrar]

UNIPES

QCNPq

Fundect

SBMP

CAPE

Embrapa

BOL

ISBN 978-85-297-0206-0



II SIMF **Simpósio Internacional sobre** **Melhoramento de Forrageiras**

9 a 12 de novembro de 2009
Campo Grande, MS



FICHA CATALOGRÁFICA

Simpósio Internacional sobre Melhoramento de Forrageiras (2. : 2009 : Campo Grande, MS)

Anais do II Simpósio Internacional sobre Melhoramento de Forrageiras. Campo Grande : Embrapa Gado de Corte, 2009.

Material bibliográfico em forma de CD-Rom.

II SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE MELHORAMENTO DE FORRAGEIRAS - 09 a 12 de novembro de 2009. — Campo Grande : Embrapa Gado de Corte, 2009

ISBN 978-85-297-0236-0

1. Melhoramento Genético de Plantas. 2. Forrageiras. 3. Biotecnologia Aplicada Ao Melhoramento.

Observação: A revisão dos textos é de inteira responsabilidade dos seus autores