

# PRODUÇÃO DE BIOMASSA E NÍVEL CRÍTICO TÓXICO DO CAPIM-XARAÉS EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE ZINCO<sup>1</sup>

THIAGO MARTINS DOS SANTOS<sup>2</sup>, ANA FLÁVIA GOUVEIA DE FÁRIA<sup>2</sup>, CÍNTIA CARLA AVALHÃES<sup>2</sup>, RENATO DE MELLO PRADO<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 11/02/09. Aceito para publicação em 30/06/09.

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Ciência do Solo), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/nº, CEP 14870-000, Jaboticabal, SP, Brasil. E-mail: [thiagozootecnia@hotmail.com](mailto:thiagozootecnia@hotmail.com)

<sup>3</sup>Departamento de Solos e Adubos. FCAV, UNESP, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/nº, CEP 14870-000, Jaboticabal, SP, Brasil.

**RESUMO:** A deficiência de zinco é reconhecida como problema nutricional mundial para a produção das culturas, entretanto, a aplicação de altas doses pode promover a toxicidade. Objetivou-se avaliar a nutrição, o crescimento, a produção e o nível crítico tóxico de zinco da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés em função da aplicação deste micronutriente. O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação da FCAV/UNESP - Câmpus de Jaboticabal. Para isto, utilizaram-se seis doses de zinco (0, 15, 30, 60, 120, 360 mg dm<sup>-3</sup>), dispostas em delineamento inteiramente casualizado e quatro repetições. Cada unidade experimental foi constituída por um vaso com cinco plantas e preenchido com 3 dm<sup>3</sup> de amostras de um Latossolo Vermelho distrófico (Zn = 0,1 mg dm<sup>-3</sup>). Foram realizados dois cortes no capim, o primeiro 40 dias após a emergência, e o segundo 35 dias após o primeiro e foi avaliado o crescimento, a produção de matéria seca e o estado nutricional. A aplicação de zinco promoveu redução nas características produtivas. O teor, o acúmulo e o nível crítico de zinco variaram de forma quadrática sendo que para o primeiro e segundo crescimentos o nível crítico tóxico foi de 161,6 e 177,0 mg kg<sup>-1</sup> respectivamente.

Palavras-chave: *Brachiaria brizantha*, forrageira, micronutriente, nutrição mineral

## ZINC FERTILIZATION ON XARAÉS-GRASS NUTRITION AND YIELD

**ABSTRACT:** The zinc deficiency is a world nutritional problem, however, the application of high doses can promote the toxicity. The aim of this work was to evaluate yield and toxic critical level of *Brachiaria brizantha* cv. xaraés as a function of zinc fertilization. The experiment was carried out under greenhouse conditions at FCAV/UNESP - Câmpus of Jaboticabal. Were used six zinc rates (0, 15, 30, 60, 120, 360 mg dm<sup>-3</sup>) and four replications. The experimental design was completely randomized. Each experimental unit consisted of a pot filled out with five plants and three dm<sup>3</sup> of Red latosol (Zn = 0.1 mg dm<sup>-3</sup>). Two cuts were done. The second, 35 days after the first cut. Zinc fertilization reduced yield. Toxic critical level on first and second cut was 161.55 and 176.97 mg kg<sup>-1</sup> respectively.

Key words: *Brachiaria brizantha*, forage, micronutrient, mineral nutrition

## INTRODUÇÃO

As pastagens representam a principal fonte de nutrientes na alimentação de ruminantes no Brasil, e as gramíneas do gênero *Brachiaria* ocupam em torno de 95 milhões de hectares no país (FERREIRA *et*

*al.*, 1999), com apreciável área estando em processo de degradação, assim, o adequado fornecimento de nutrientes e o balanço nutricional das plantas forrageiras assumem importante papel na formação e manutenção das pastagens uma vez que o atendimento das exigências nutricionais é um dos princi-

países fatores que interferem na produção e na qualidade das forrageiras (MANARIN, 2005; ALVES *et al.*, 2005).

A deficiência de zinco é reconhecida como problema nutricional mundial para a produção das culturas (FAGERIA, 2000), especialmente as gramíneas que são exigentes neste nutriente, entretanto, a aplicação de altas doses pode promover a toxicidade. Assim o desequilíbrio nutricional, principalmente dos micronutrientes como zinco, tem sido um dos fatores para perdas na produção das culturas (PRADO *et al.*, 2008).

O zinco é um nutriente importante na nutrição de plantas, além de constituir mais de oitenta proteínas, é um grande ativador enzimático, a exemplo do seu envolvimento na anidrase carbônica, dismutase de superóxido, desidrogenase de álcool e síntese do ácido indol acético (AIA) (PRADO, 2008). Algumas proteínas são responsáveis pela transcrição do DNA, onde o zinco regula a conformação do domínio da proteína (MALAVOLTA *et al.*, 1997).

A concentração de zinco total do solo não indica o quanto deste nutriente está disponível para as plantas, pois sua disponibilidade pode ser afetada por várias características do solo, tais como o pH, teor de matéria orgânica, textura, conteúdo de óxidos, mineralogia da fração argila (ALMEIDA JÚNIOR, 2007). Ainda segundo este autor, outro aspecto a considerar é a natureza das curvas de resposta das plantas à adubação. Para os macronutrientes, a região de máxima produção é bastante extensa, implicando em baixo risco de toxicidade, já para os micronutrientes, como o zinco, por exemplo, a transição entre a região de deficiência e a de toxicidade é estreita.

Em geral, a toxicidade de zinco manifesta-se pela diminuição da área foliar, seguida de clorose, podendo aparecer na planta toda, um pigmento pardo-avermelhado. No xilema de algumas plantas intoxicadas por zinco, acumulam-se tampões "plugs", contendo o elemento, os quais dificultam a ascensão da seiva bruta (MALAVOLTA *et al.*, 1997).

Segundo MONTEIRO *et al.* (2001), a nutrição em micronutrientes na pecuária brasileira está distante da ideal. Ainda de acordo com os autores, as novas pesquisas em plantas forrageiras e micronutrientes devem considerar os níveis críticos.

Pode-se notar que estudos que indicam resposta

de gramíneas forrageiras especialmente em cultivares mais novos como o capim-xaraés e adubados com zinco são raros na literatura. Diante do exposto, objetivou-se avaliar a nutrição, o crescimento, a produção e o nível crítico da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés em função da aplicação de zinco.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na FCAV/UNESP, com a espécie forrageira *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés no período de setembro a dezembro de 2008.

Foram utilizadas seis doses de zinco (0, 15, 30, 60, 120, 360 mg dm<sup>-3</sup>) dispostas em delineamento inteiramente casualizado e quatro repetições. Cada unidade experimental foi constituída por um vaso preenchido com 3 dm<sup>3</sup> de amostras de um Latossolo Vermelho distrófico, textura média (EMBRAPA, 1999), e analisado conforme RAIJ *et al.*, (2001) apresentando as seguintes características iniciais: pH em CaCl<sub>2</sub> 0,01 mol L<sup>-1</sup> = 4,4; P resina = 3 mg dm<sup>-3</sup>; M.O. = 5,0 g dm<sup>-3</sup>; K<sup>+</sup> = 0,5 mmolc dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup> = 4 mmolc dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup> = 2 mmolc dm<sup>-3</sup>; H + Al = 23 mmolc dm<sup>-3</sup>; SB = 6,5 mmolc dm<sup>-3</sup>; CTC = 30 mmolc dm<sup>-3</sup>; V = 22% e Zn = 0,1 mg dm<sup>-3</sup>. Foi empregado um material corretivo calcinado, objetivando atingir V igual a 70% (RAIJ *et al.*, 1996). A fonte de zinco utilizada foi o sulfato de zinco (ZnSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O) (Zn = 22%).

Após o período de incubação do solo (30 dias), foi realizada adubação básica, seguindo as recomendações de BONFIM *et al.* (2004), aplicando-se 200 mg dm<sup>-3</sup> de K (KCl p.a.), 1,2 mg dm<sup>-3</sup> de Cu (CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O p.a.), 0,8 mg dm<sup>-3</sup> de B (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> p.a.), 1,5 mg dm<sup>-3</sup> de Fe (Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3,4</sub> · H<sub>2</sub>O p.a.), 3,5 mg dm<sup>-3</sup> de Mn (MnCl<sub>2</sub> · 6H<sub>2</sub>O p.a.) e 0,15 mg dm<sup>-3</sup> de Mo (NaMoO<sub>4</sub> · 2H<sub>2</sub>O p.a.). Foi aplicado ainda 305 mg dm<sup>-3</sup> de P na forma de Superfosfato Simples (MESQUITA *et al.*, 2004). A dose de nitrogênio foi de 150 mg dm<sup>-3</sup> na forma de uréia, sendo parte aplicado na semeadura (100 mg dm<sup>-3</sup>) e o restante (50 mg dm<sup>-3</sup>) aos 15 dias após a emergência de acordo com MESQUITA *et al.*, (2004) e aos 15 dias após o segundo corte foi aplicado 150 mg dm<sup>-3</sup>.

As sementes foram semeadas nos vasos no dia 3-9-2008 e aos 15 dias da emergência, quando as plantas apresentavam cerca de 4 cm foi feito o desbaste, deixando-se cinco plantas por vaso. A irrigação foi feita pelo método de pesagem dos vasos, mantendo a umidade correspondente a 60% da capacidade de retenção utilizando água desionizada.

Aos 40 dias após a emergência foi realizado o primeiro corte das plantas correspondendo ao primeiro ciclo de crescimento da forrageira. Aos 35 dias após o primeiro corte foi realizado o segundo corte que corresponde ao segundo ciclo de crescimento do capim. Na ocasião dos cortes foram avaliados em cada vaso: número de perfilhos, número de folhas, altura de plantas (do colo da planta até a extremidade da folha de maior comprimento), diâmetro do colmo, área foliar. Após os cortes, a parte aérea foi lavada em água corrente, em detergente neutro  $1 \text{ mL L}^{-1}$ , em água desionizada, em solução de HCl  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$  e novamente em água desionizada e seca em papel toalha para posterior secagem em estufa a  $65^\circ\text{C}$  com circulação forçada de ar até obter massa constante, para determinação da massa da matéria seca e teor de zinco na parte aérea, segundo metodologia descrita por BATAGLIA *et al.* (1983). Com os dados de massa da matéria seca foi calculado o acúmulo do micronutriente na parte aérea.

Os dados de produção foram correlacionados entre si e com os teores de zinco na parte aérea. Com os valores de zinco na parte aérea e os dados de matéria seca foi calculado o nível crítico tóxico, baseado em 10% de redução da produção após atingir o nível máximo (FAGERIA, 2000).

Os resultados foram submetidos às análises estatísticas utilizando o aplicativo "Statistical Analysis System" (SAS INSTITUTE, 2005). Realizou-se inicialmente o teste F e, para casos de significância ( $P \leq 0,05$ ), utilizou-se o procedimento GLM para obter as equações de regressão polinomial.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis biométricas do capim-xaraés tanto no primeiro quanto no segundo corte apresentaram ajuste linear decrescente em função da aplicação de zinco no solo (Figura 1).

OLIVEIRA *et al.* (2000), estudando aplicação de sulfato de zinco (0 até  $80 \text{ kg ha}^{-1}$ ) em Latossolo Vermelho-Escuro ( $\text{Zn} = 0,6 \text{ mg dm}^{-3}$ ) em capim-tanzânia, observaram ausência de efeito na altura de plantas, no número de perfilhos e na massa seca da gramínea. FAGERIA (2001), testando dois níveis de zinco (0 e  $10 \text{ mg dm}^{-3}$ ) em plantas de arroz, em um Inceptissolo ( $\text{Zn} = 1,2 \text{ mg dm}^{-3}$ ), não observou efeito na altura de plantas e produção de massa seca. OLIVEIRA *et al.* (2000) e FAGERIA (2001) não observaram efeito do zinco nem

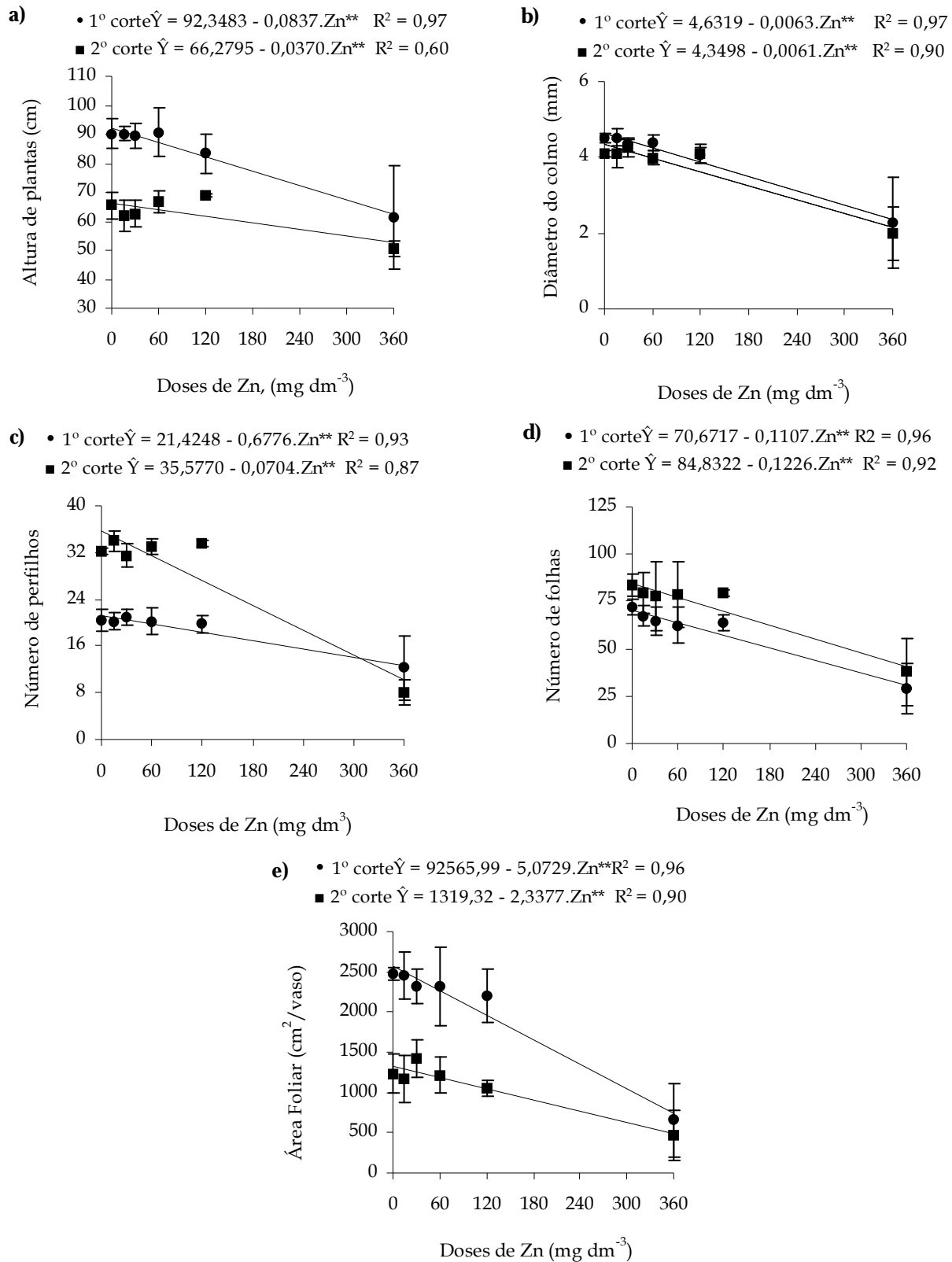
no aumento do crescimento das plantas, provavelmente pelos teores de zinco no solo serem suficientes para atenderem as exigências nutricionais e também não observaram toxicidade, devido provavelmente às baixas doses utilizadas do micronutriente.

Neste experimento, as doses de zinco influenciaram o crescimento do capim e foi possível observar sintomas de toxicidade, tais como redução do crescimento, do diâmetro do colmo, do perfilhamento, do número de folhas, da área foliar e da produção de matéria seca e as folhas apresentaram coloração pardo-avermelhada. Esses sintomas de toxicidade do zinco estão de acordo com os descritos por PRADO (2008), porém, não foram observados sintomas de deficiência na ausência.

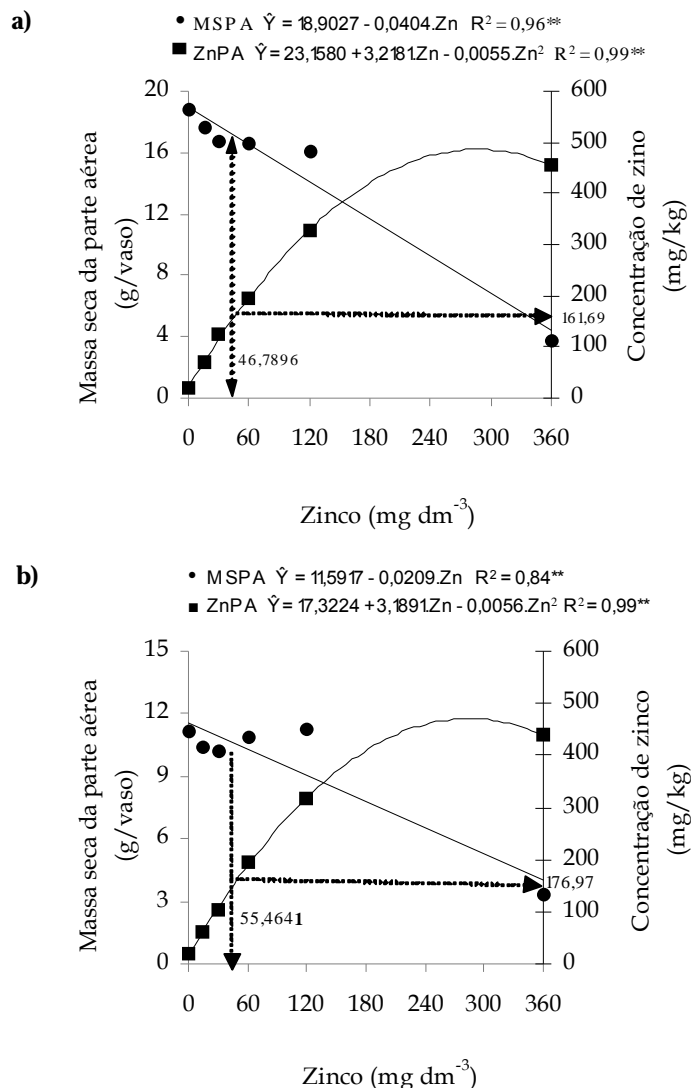
Notou-se pelos coeficientes angulares das retas, que a aplicação de zinco provocou prejuízo na produção de matéria seca (Figura 2) da forrageira sendo maior no primeiro ciclo de crescimento ( $0,0404$ ) comparado ao segundo ciclo ( $0,0209$ ). Portanto, o decréscimo na produção de matéria seca foi 52% maior no primeiro ciclo comparado ao segundo ciclo, fato semelhante ocorreu para a altura (44%) (Figura 1a) e para área foliar (46%) (Figura 1e). Portanto, os efeitos maléficados da toxicidade diminuí com o tempo de cultivo da forrageira.

O teor de zinco na parte aérea do capim-xaraés apresentou ajuste quadrático de regressão no primeiro e segundo cortes (Figura 2). No primeiro corte, o teor de zinco na parte aérea variou de 23,15 a  $495,66 \text{ mg kg}^{-1}$  e o máximo teor foi obtido com a dose de  $292,5 \text{ mg dm}^{-3}$ , no segundo corte, o teor variou de 17,32 a  $471,35 \text{ mg kg}^{-1}$  e o máximo teor foi alcançado com a dose de  $284,7 \text{ mg dm}^{-3}$  de zinco.

Houve relação entre o teor de zinco na parte aérea e a produção de matéria seca nos dois cortes da forrageira (Figura 2), pois considerando uma redução de 10% no crescimento tem-se que o teor de zinco capaz de promover essa redução é de 46,7896 e 55,4641  $\text{mg dm}^{-3}$  para o primeiro e segundo cortes, respectivamente e substituindo estes valores na curva do teor de zinco na parte aérea obtêm que o nível crítico tóxico de zinco é 161,69 e 167,97  $\text{mg kg}^{-1}$  para o primeiro e segundo cortes, respectivamente.



**Figura 1.** Altura de plantas (a), diâmetro do colmo (b), número de perfilhos (c), número de folhas (d), área foliar (e), no primeiro (•) e segundo (■) cortes do capim-xaraés em função da aplicação de zinco. \*\* Significativo a 1% pelo teste F



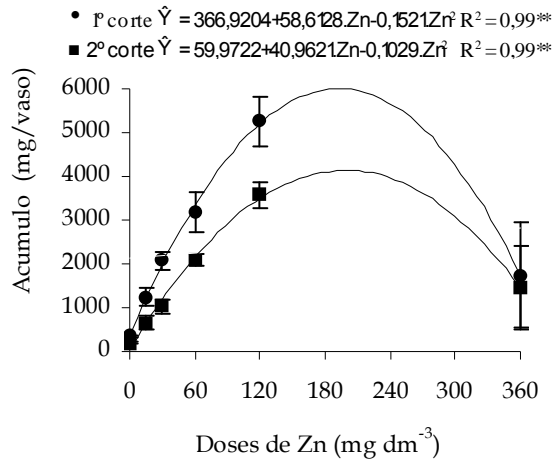
**Figura 2. Produção de matéria na parte aérea (MSPA) e sua relação com o teor de zinco na parte aérea (ZnPA) no primeiro (a) e segundo (b) cortes do capim-xaraés em função da aplicação de zinco. \*\* Significativo a 1% pelo teste F**

A concentração de zinco no tecido vegetal considerado adequado ao desenvolvimento de gramíneas do gênero *Brachiaria* é de 20 a 50 mg kg<sup>-1</sup> (WERNER *et al.*, 1996), no entanto, as concentrações de zinco na planta estavam acima desta indicação. Apesar do teor de zinco no tratamento testemunha no segundo corte (17,3 mg kg<sup>-1</sup>) estar abaixo do considerado adequado por WERNER *et al.* (1996), o capim-xaraés não apresentou sintomas de deficiência. Salienta-se que essa diferença provavelmente, deve-se às condições de cultivo, onde no presente experimento foi em vaso e os dados da literatura foram obtidos para condições de campo.

De forma semelhante ao teor de zinco na parte aérea, o acúmulo do micronutriente se ajustou ao modelo quadrático (Figura 3). No primeiro crescimento, o acúmulo do micronutriente variou de 366,92 a 6013,63 mg/vaso sendo que o máximo acúmulo foi atingido com 192,7 mg dm<sup>-3</sup>, no segundo crescimento o acúmulo variou de 59,97 a 4136,48 mg/vaso e máximo acúmulo obtido com 199 mg dm<sup>-3</sup> de zinco no solo.

Este maior acúmulo do micronutriente no primeiro crescimento (Figura 3) ocorreu devido à maior produção de matéria seca observada no primeiro crescimento em relação ao segundo (Figura 2), o que resul-

tou em maior toxicidade deste micronutriente no primeiro ciclo, com reflexos nas características produtivas, conforme observado nas Figuras 1a, 1b, 1e e 2.



**Figura 3. Acúmulo de zinco na parte aérea primeiro (•) e segundo (■) cortes do capim-xaraés em função da aplicação de zinco. \*\* Significativo a 1% pelo teste F**

Estudando o nível crítico tóxico das culturas de arroz, feijão, milho, soja e trigo, FAGERIA (2000) encontrou os valores de 673, 133, 427, 187, 100 mg kg<sup>-1</sup> de zinco, respectivamente. Os resultados obtidos neste trabalho indicam que o nível crítico tóxico do capim-xaraés está abaixo das gramíneas arroz e milho, o que provavelmente indica que esse capim é menos tolerante a toxicidade de zinco que estas culturas.

SHU *et al.* (2002) observaram em *Cynodon dactylon*, em solo com alto teor de zinco (7 mg kg<sup>-1</sup>, em DTPA), que o alto teor do nutriente na parte aérea (688 mg kg<sup>-1</sup>) e na raiz (1015 mg kg<sup>-1</sup>) não foram suficientes para o surgimento de sintomas de toxicidade, o que indica alta tolerância da planta ao elemento. Por outro lado, para o capim-xaraés, os altos teores de zinco na parte aérea (495,66 e 471,35 mg kg<sup>-1</sup> no primeiro e segundo cortes, respectivamente) refletiram em sintomas de toxicidade, o que indica que este capim é menos tolerante a altas doses de zinco quando comparado ao *Cynodon dactylon*. Isto provavelmente ocorreu porque o gênero *Cynodon* é mais exigente em nutrientes, consequentemente mais tolerante em comparação às gramíneas do gênero *Brachiaria*.

ANDRÉ *et al.* (2003) realizaram experimento em casa-de-vegetação, aplicando doses de zinco de 0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10 mg dm<sup>-3</sup> e cultivaram o capim-tifton-85 (*Cynodon* spp) para determinar o teor foliar. Os resultados de concentrações de zinco nas plantas ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão em função do zinco presente no solo.

GALRÃO (1995) realizou experimento num Latossolo Vermelho-Amarelo e avaliou a resposta do milho a doses de zinco (0, 1, 3 e 9 kg ha<sup>-1</sup>) e calcário (para saturação por bases de 30, 50, 70%), o aumento na dose de zinco influenciaram positivamente o rendimento dos grãos, as concentrações de zinco do solo e os teores de zinco nas folhas, sendo o nível crítico nas folhas de 18,5 mg kg<sup>-1</sup>.

**Tabela 1. Coeficientes de correlação de Pearson entre número de perfilhos, número de folhas, altura de plantas (AP), diâmetro do colmo (DC), área foliar (AF), produção de matéria seca da parte aérea (MSPA) e teor de zinco na parte aérea (ZnPA) no primeiro e segundo cortes do capim-xaraés adubado com zinco**

	Perfilhos	Folhas	AP	DC	AF	MSPA	ZnPA
Primeiro corte							
Perfilhos	-	0,89**	0,87**	0,85**	0,86**	0,85**	-0,64**
Folhas	-	-	0,86**	0,91**	0,95**	0,91**	-0,76**
AP	-	-	-	0,89**	0,90**	0,83**	-0,68**
DC	-	-	-	-	0,94**	0,92**	-0,79**
AF	-	-	-	-	-	0,93**	-0,76**
MSPA	-	-	-	-	-	-	-0,79**
Segundo corte							
Perfilhos	-	0,78**	0,74**	0,84**	0,65**	0,92**	-0,67**
Folhas	-	-	0,73**	0,83**	0,81**	0,86**	-0,63**
AP	-	-	-	0,73**	0,69**	0,87**	-0,44*
DC	-	-	-	-	0,84**	0,87**	-0,65**
AF	-	-	-	-	-	0,72**	-0,67**
MSPA	-	-	-	-	-	-	-0,66**

\* e \*\* Significativo a 5 e 1% respectivamente pelo teste t

Os coeficientes de correlação de Pearson entre número de perfilhos, número de folhas, altura de plantas, diâmetro do colmo, área foliar, produção de matéria seca da parte aérea e teor de zinco na parte aérea no primeiro e segundo cortes do capim-xaraés adubado com zinco (Tabela 1) foram significativos. As características produtivas correlacionaram-se negativamente com o teor de zinco na parte aérea, ou seja, quanto maior o teor de zinco menor os valores das características produtivas, reforçando que este micronutriente provocou efeito de toxicidade no capim-xaraés.

## CONCLUSÃO

A altura de plantas, o diâmetro do colmo, o número de perfilhos, o número de folhas, a área foliar e a produção de matéria seca da parte aérea do capim-xaraés foram influenciadas pela aplicação de zinco.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA JÚNIOR, A.B. et al. Efeito da aplicação de diferentes doses de zinco na produtividade do meloeiro. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 31., 2007, Gramado. *Anais/CD-ROM*. Gramado. SBCS, 2007.
- ALVES, A.C. et al. Produção de massa Seca, área foliar e perfilhamento da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés sob doses de nitrogênio e potássio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. *Anais/CD-ROM*. Goiânia: SBZ, 2005.
- ANDRÉ, E.M.; CRUZ, M.C.P.; FERREIRA, M.E.; PALMA, L.A.S. Frações de zinco em solo arenoso e suas relações com disponibilidade para *Cynodon* spp cv. Tifton-85. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.451-459, 2003.
- BATAGLIA, O.C. et al. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983, 48p. (Boletim Técnico, 78).
- BONFIM, E.M.S. et al. Soil and plant phosphorus critical levels for *Brachiaria brizantha* related to physical and chemical characteristics of soil in the state of Pernambuco, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, n.2, p.281-288, 2004.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisas de Solos, 1999. 421p.
- FAGERIA, N.K. Níveis adequados e tóxicos de zinco na produção de arroz, feijão, milho, soja e trigo em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.4, n.3, p.390-395, 2000.
- FAGERIA, N.K. Screening method of lowland rice genotypes for zinc uptake efficiency. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.58, n.3, p.623-626, 2001.
- FERREIRA, C.R.R.P.T. et al. Caracterização da pecuária bovina no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.29, n.9, p.7-30, 1999.
- GALRÃO, E.Z. Níveis críticos de zinco para o milho cultivado em Latossolo Vermelho-Amarelo fase cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.19, p.255-260, 1995.
- MALAVOLTA, E. et al. **Avaliação do estado Nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2º ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, POTAFÓS, 1997. 319p.
- MANARIN, S.A. **Combinações de doses de fósforo e zinco em solução nutritiva para o capim-Tanzânia**. 2005, 81f. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.
- MESQUITA, E.E. et al. Critical phosphorus concentrations in three soils for the establishment of mombaça grass, marandugrass, and andropogongrass. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.2, p.290-301, 2004.
- MONTEIRO, F. A. et al. Forrageiras. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.; RAIJ, B. van; ABREU, C.A (Eds.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 2001. p. 375-392.
- OLIVEIRA, I.P. et al. Efeitos qualitativo e quantitativo de aplicação do zinco no capim tanzânia-1. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.30, n.1, p.43-48, 2000.
- PRADO, R.M. et al. Modos de aplicação de zinco na nutrição e na produção de matéria seca do milho BRS 1001. **Bioscience Journal**, v.24, n. 1, p. 67-74, 2008.
- PRADO, R.M. **Manual de nutrição de plantas forrageiras**. Jaboticabal: FUNEP, 2008. 413 p.
- RAIJ, B. van et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2º ed. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1996. (Boletim Técnico 100).

RAIJ, B. van *et al.* **Análise química para avaliação da fertilidade do solo.** Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 2001. 285p.

SAS Institute. **User's guide, version 9.0.** Cary: SAS Institute, 2005.

SHU, W.S. *et al.* Lead, zinc and copper accumulation and

tolerance in populations of *Paspalum distichum* and *Cynodon dactylon*. **Environment Pollution**, v.130, p.445-453, 2002.

WERNER, J.C.; PAULINO, V.T.; CANTARELLA, H.; ANDRADE, N.O.; QUAGGIO, J.A. Forrageiras. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** Campinas : Instituto Agronômico, 1996. p.263-273. (IAC. Boletim Técnico 100)