

Zinco na nutrição e produção do capim-megathyrus cultivado em Latossolo Vermelho distrófico

PRADO, R. M.; SANTANA, J. S.; AVALHÃES, C. C.; FONSECA, I. M.

RESUMO

A aplicação de zinco (Zn), em doses adequadas, favorece o crescimento das plantas, entretanto, em doses elevadas pode diminuir a produção das forrageiras. Assim, objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de Zn na nutrição, crescimento e produção do capim *Panicum maximum* cv. megathyrus, foi realizado um experimento em condições de casa de vegetação com seis doses de Zn: 0; 15; 30; 60; 120 e 360 mg dm⁻³, dispostos em inteiramente casualizados, com quatro repetições. Aos 45 e 75 dias após a emergência das plantas avaliou-se a altura, o número de folhas, o número de perfilhos, a matéria seca da parte aérea, a concentração de Zn no solo, e o teor e acúmulo na planta. A aplicação de Zn aumentou a concentração no solo e seu teor na planta, o número de perfilhos e a matéria seca da parte aérea, entretanto, não influenciaram a altura e o número de folhas do capim-megathyrus. O capim-megathyrus apresentou alta tolerância a altas doses de Zn, tendo ótima produção de matéria seca, no primeiro e segundo corte, respectivamente, com concentração de Zn no solo de 32 e 37 mg dm⁻³ e teor na parte área de 211 e 243 mg kg⁻¹. A toxicidade de Zn está associada com a concentração de Zn no solo de 43 mg dm⁻³ e teor na parte aérea, para o primeiro e segundo corte, respectivamente, de 279 e 303 mg kg⁻¹ de Zn. Palavras-chave: crescimento, forrageira, gramínea, *Panicum maximum*, toxicidade.

ABSTRACT

Zinc in the nutrition and yield of grass-megathyrus cultivated in oxisol dystrophic

The zinc (Zn) application, adequate rates, favors the growth of the plants, however, in high rates can diminish the yield of the pasture. Thus, it was objectified to evaluate the effect of the Zn application in the nutrition, growth and production of grass *Panicum maximum* cv. Megathyrus, was realized an experiment in conditions of house of vegetation with six rates of Zn: 0; 15; 30; 60; 120 and 360 mg dm⁻³, made use in fully randomized, with four repetitions. To the 45 and 75 days after the emergency of plants evaluated it height, the number of leaf, the number of tillers, the mass of dry substance of aerial part, the concentration of Zn in the soil, the content and accumulation of Zn in the plant. The zinc application increased its concentration in the soil and your content in the plant, the number of tillers and dry mass of the aerial part, however, didn't affect the height and the the number of leaf of the grass-megathyrus. The grass-megathyrus presented high tolerance the high rate of zinc, having excellent production of dry substance, in first and second cut, respectively, with zinc concentration in the soil of 32 and 37 mg dm⁻³ and in the part area of 211 the 243 mg kg⁻¹. The toxicity of Zn is associated with the concentration of Zn in the soil of 43 mg dm⁻³ and content in the aerial part, for first and second cut, respectively, of 279 and 303 mg kg⁻¹ of Zn.

Keywords: grassy, growth, *Panicum maximum*, pasture, toxicity.

INTRODUÇÃO

No Brasil, a alimentação dos bovinos é principalmente suprida na forma de pastejo. Nessas condições, enfatiza-se a importância dos conceitos de valor nutritivo e de valor alimentício das forrageiras (GOMIDE e QUEIROZ, 1994). A pastagem é a forma mais econômica e prática de alimentação dos bovinos. Desta forma, torna-se prioridade aumentar a quantidade e a qualidade da forragem (ZANINE e MACEDO JUNIOR, 2006).

O capim *Panicum maximum* cultivar megathyrus, tem mostrado maior eficiência na produção de matéria seca total e foliar, maior ganho de peso diário por animal e maior taxa de lotação das pastagens. Este cultivar tem apresentado alto potencial de produção de matéria seca com bom valor nutritivo e capacidade de adaptação (BARBOSA et al., 2006).

Para os animais, o zinco é importante na síntese, no armazenamento e na secreção de hormônios, constitui a metaloenzima anidrase carbônica e atua no equilíbrio ácido-base do organismo e na calcificação óssea (LEESON e SUMMERS, 2001). Portanto, esse mineral está diretamente associado ao crescimento e ao desenvolvimento do tecido ósseo. Outras funções atribuídas ao zinco são proteção de membranas, efeito antioxidante que protege os grupos sulfidrilas nas membranas, metabolismo de prostaglandinas e metabolismo de lipídeos (GOMES et al., 2008).

Apesar da importância do zinco na nutrição animal, os solos ocupados por pastagens, em geral, apresentam problemas de fertilidade natural, acidez ou limitações de drenagem, tendo baixa disponibilidade de Zn. Os solos de melhor aptidão agrícola são ocupados pelas lavouras anuais de grãos ou as de grande valor industrial, para a produção de óleo, fibras, resinas, açúcar, etc. (MACEDO, 1999).

Em solos do Cerrado é comum a deficiência de Zn, ainda que o nutriente faça parte das formulações de adubos usados (MALAVOLTA & MOREIRA, 1999), pois estes solos apresentam baixa fertilidade natural. A deficiência de Zn é agravada pela aplicação de calcário dolomítico (ROGERS & WU, 1948) que após sua solubilização no solo disponibiliza o Mg, onde por competição pelos sítios de troca do solo ocorre a inibição da absorção de Zn pelas raízes das plantas, uma vez que o Mg e o Zn apresentam valência, raio iônico e grau de hidratação semelhantes (KABATA-PENDIAS & PENDIAS, 1984).

O estudo com 20 solos calcários descrito por Yasrebi et al. (1994) demonstrou que a quantidade trocável de Zn^{2+} é baixa, sendo encontrado quase que exclusivamente em formas insolúveis, constituídas de sesquióxidos de Fe e Mn e na forma de carbonatos. Nesse contexto, verifica-se que o manejo inadequado do solo, visando corrigir os problemas de fertilidade, como a calagem excessiva, que provoca diminuição na disponibilidade de Zn no solo (FAGERIA e ZIMMERMANN, 1979; OLIVEIRA et al., 2003;) e altas doses de fertilizante fosfatado, devido ao antagonismo entre os dois nutrientes, podem contribuir para a escassez de Zn (FAGERIA, 1984; CARNEIRO et al., 2008).

Apesar da importância da adubação com micronutrientes, existem poucas pesquisas que tratam sobre o efeito do Zn nas forrageiras. Diante deste contexto, objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de Zn na nutrição, no crescimento e na produção do capim *Panicum maximum* cv. megathyrus.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em condições de casa de vegetação, no segundo semestre de 2009, localizada na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal-SP com coordenadas geográficas de 21°15'22''S, 48°18'58''W e altitude de 575 m.

O experimento foi disposto em delineamento inteiramente casualizado com seis doses de Zn: 0, 15, 30, 60, 120, 360 mg dm⁻³, na forma de sulfato de Zn (22% Zn), e quatro repetições, totalizando 24 unidades experimentais. Para implantação do experimento utilizou-se amostras de solo da camada de 0-20 cm de profundidade de Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, com teor de argila de 24,5 g kg⁻¹ (EMBRAPA, 2006), tendo as seguintes características químicas: pH em CaCl₂ (0,01 mol L⁻¹)=5,2; M.O.=9 g dm⁻³; P resina=3 mg dm⁻³; K=0,6; Ca=22; Mg=8; H+Al=19; S.B.=30 e CTC=50 mmol_c dm⁻³; V=60%; B=0,17; Cu=0,3; Fe=7; Mn=2,2 e Zn=0,5 mg dm⁻³, respectivamente (RAIJ et al., 2001).

Para correção da acidez do solo (V=70%) utilizou-se calcário calcinado, devido seu alto poder neutralizante e alta atividade, com as seguintes características químicas: CaO = 585 g kg⁻¹; MgO = 90 g kg⁻¹; PN = 127%; PRNT = 125%, conforme recomendações de RAIJ et al. (1997).

Após o período de incubação do solo (30 dias), à 70% da capacidade máxima de retenção de água, foi realizada a adubação básica, com fertilizantes p.a. A adubação foi realizada conforme Bonfim et al. (2004), aplicando-se 200 mg dm⁻³ de K (KCl); 1,2 mg dm⁻³ de Cu (CuSO₄.5H₂O); 0,8 mg dm⁻³ de B (H₃BO₃); 1,5 mg dm⁻³ de Fe (Fe₂(SO₄)₃.4H₂O); 3,5 mg dm⁻³ de Mn (MnCl₂.6H₂O) e 0,15 mg dm⁻³ de Mo (NaMoO₄.2H₂O). Além desses fertilizantes aplicou-se 305 mg dm⁻³ de P, na forma de superfosfato simples (MESQUITA et al., 2004) e 300 mg dm⁻³ de N, na forma de uréia, 100 mg dm⁻³ de N aplicado na semeadura e 50 mg dm⁻³ de N aos 15 dias após a emergência. Aos 15 dias após o segundo corte aplicou-se 150 mg dm⁻³ de N (MESQUITA et al., 2004).

As sementes do capim megathyrus foram semeadas, manualmente em bandejas de polietileno preenchidas com areia lavada. Depois de sete dias da emergência, foram transplantadas para vasos com capacidade de 4 dm³ e preenchidos com 3 dm³ de amostra de solo e acondicionados em casas de vegetação. Nessa mesma ocasião, coletou-se amostras do solo para determinação da concentração de Zn, extraível por DTPA, no solo (RAIJ et al., 2001).

Após 15 dias do transplante, realizou-se um corte de uniformização e um desbaste deixando quatro plantas por vaso. A irrigação foi feita, utilizando água deionizada, pelo método de pesagens dos vasos, mantendo a umidade correspondente a 60% da máxima capacidade de retenção de água pelo solo.

As plantas foram monitoradas ao longo do cultivo quanto à ocorrência de sintomatologia de desordem nutricional. Aos 45 e 75 dias após a emergência (30 e 60 dias após corte de uniformização) realizou-se a medida da altura das plantas, a partir da superfície do solo até a primeira folha de bainha visível, do número de perfilhos e do número de folhas. Em seguida, efetuou-se o corte das plantas rente ao solo. Posteriormente, as plantas foram lavadas em água deionizada, secas em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 65 a 70 °C, até massa constante. A matéria seca das partes da planta foram pesadas, moídas e utilizadas para as determinações dos teores de Zn no tecido vegetal, seguindo a metodologia descrita por BATAGLIA et al. (1983).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), regressões polinomiais ao nível de significância de 1 e 5% de probabilidade (BARBOSA e MALDONADO, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de Zn interferiu na concentração, na nutrição, no crescimento e produtividade do capim-megathyrus.

A concentração de Zn aumentou linearmente com a dose de Zn aplicada ao solo (Figura 1). Pelo coeficiente angular da reta, observou-se que a extração de Zn por DTPA foi de 25%. Este resultado foi inferior ao valor de 49% obtido por Hernandez et al. (2009), e ao valor de 50% obtido por Natale et al. (2004). A diferença entre estes coeficientes angulares é devida ao tipo de solo (principalmente textura e teor de MO), espécie cultivada e tempo de cultivo (HERNANDES et al., 2009). Na maior dose do nutriente, a concentração no solo atingiu 90 mg dm^{-3} de Zn, considerada alta ($>1,2 \text{ mg dm}^{-3}$) para cultivo em condições de campo (RAIJ et al., 1997). Hernandez et al. (2009), em cultivo de capim-megathyrus, em vasos, observaram que o uso da maior dose de Zn (240 mg dm^{-3} de Zn) também proporcionou alta concentração desse micronutriente no solo ($\text{Zn}=120 \text{ mg dm}^{-3}$).

A concentração no solo de 90 mg kg^{-1} de Zn não é suficiente para contaminá-lo e causar risco para o ambiente, uma vez que a CETESB recomenda intervenção quando a concentração de Zn no solo está acima de 500 mg kg^{-1} . Já a Comunidade Européia estabelece os seguintes limites máximos de metais permitidos no solo: Zn = 150-300 g kg^{-1} (CETESB et al., 1999).

Diante do aumento da concentração de Zn disponível em função da sua aplicação, houve incremento com ajuste quadrático no seu teor e no acúmulo na parte aérea da forrageira (Figuras 1 e 2). A aplicação de Zn ao solo resultou o teor máximo próximo de 360 mg kg^{-1} na parte aérea da planta. Este valor, está acima da faixa de 15 a 70 mg kg^{-1} de Zn que é a considerada, em termos de nutrição, adequada para gramíneas forrageiras do grupo do capim-megathyrus. Hernandez et al. (2009) em experimento com essa forrageira submetida a altas doses do Zn, verificaram que as plantas também atingiram altos teores na parte aérea da planta.

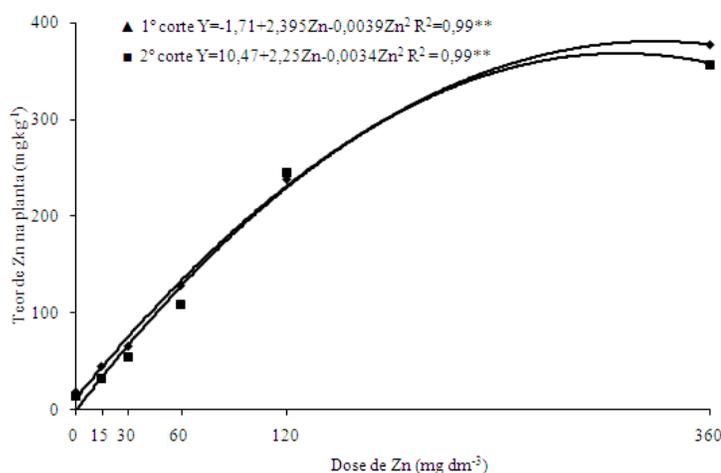


Figura 1. Teor de Zn em função das doses de Zn no capim-megathyrus.

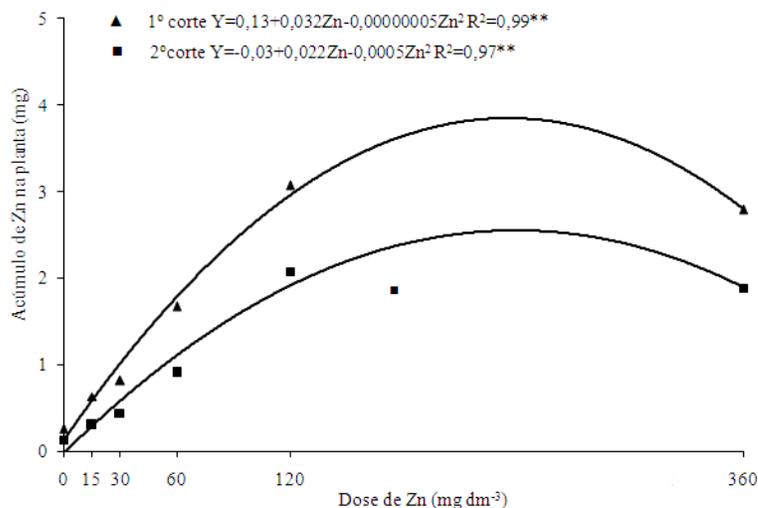


Figura 2. Acúmulo de Zn na planta em função das doses de Zn no capim-megathyrus.

Verificou-se que a aplicação de Zn não influenciou a altura das plantas no primeiro (média de 49,5 cm; $F=1,77^{ns}$) e no segundo corte (média de 45,7 cm; $F=2,36^{ns}$) e também o número de folhas no primeiro (média de 106 folhas; $F=2,42^{ns}$) e no segundo corte (média de 62 folhas; $F=1,75^{ns}$) da forrageira. Todavia, o número de perfilhos aumentou com ajuste quadrático nos dois cortes do capim-megathyrus (Figura 3).

O Zn aplicado ao solo proporcionou o aumento de sua concentração no solo e na planta, e conseqüentemente o aumento da matéria seca, com ajuste quadrático, sendo obtido o ponto de máximo, no primeiro e no segundo corte, para o número de perfilhos com a aplicação de 108 e 128 mg dm⁻³ e para a matéria seca obtidos com a aplicação de 50 e 78 mg dm⁻³ de Zn das plantas do capim-megathyrus (figuras 3 e 4). Hernandez et al. (2009) também verificaram que a aplicação desse nutriente promoveu aumento no crescimento de plantas de capim-megathyrus, isso se deve ao papel do Zn na fisiologia do vegetal, pois ele é um importante ativador enzimático, atua na síntese protéica, no triptofano, no AIA e no metabolismo dos carboidratos (MALAVOLTA, 2006).

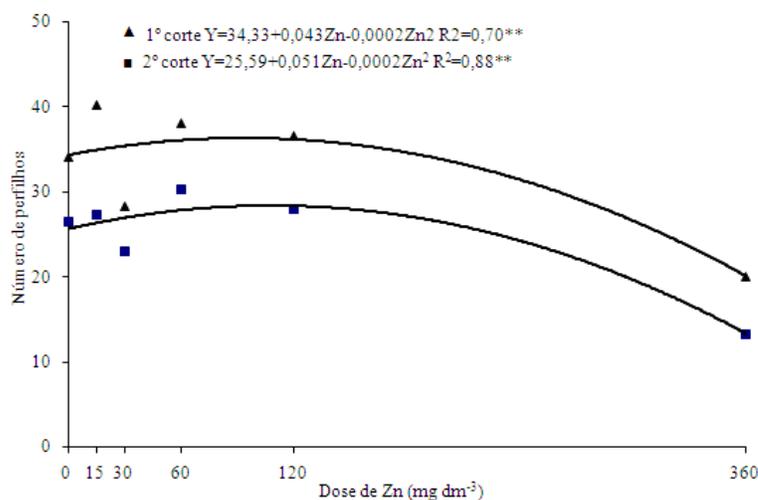


Figura 3. Número de perfilhos em função das doses de Zn no capim-megathyrus.

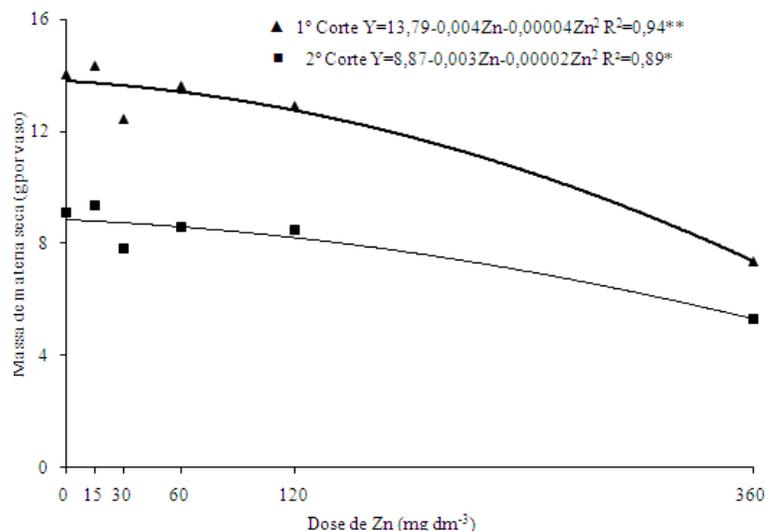


Figura 4. Matéria seca (d) em função das doses de Zn no capim-megathyrus.

Acima das doses de 108 e 128 mg dm⁻³ de Zn, no primeiro e segundo corte, ocorre diminuição do número de perfilhos, o que levou a diminuição na matéria seca das plantas, nos dois cortes do capim-megathyrus, acima das doses de 50 e 78 mg dm⁻³ de Zn (Figuras 3 e 4).

As plantas apresentaram maior crescimento no primeiro corte, refetindo em média de 33 de perfilhos e produção de 13,4 g por vaso contra uma média de 25 perfilhos e 8,1 g por vaso no segundo corte, diferindo dos resultados obtidos por Manarin (2005), possivelmente devido ao crescimento das plantas no segundo corte ocorrer em uma estação com menor luminosidade e temperatura, se comparado a do primeiro corte e esses fatores serem preponderantes para o crescimento e desenvolvimento das plantas (TAIZ e ZEIGER, 2004), ou até mesmo devido ao tamanho do vaso ter limitado o crescimento da cultura no segundo corte.

A produção da matéria seca da parte aérea dos dois cortes foi negativamente influenciada pela aplicação de Zn (figura 4), tendo pequeno aumento na produção seguido de um decréscimo devido às altas doses do micronutriente utilizadas no experimento. A maior produção de matéria seca no primeiro e no segundo corte da forrageira, foi de 13,5 e 8,5 mg por vaso, respectivamente, obtida com a aplicação de 50 e 78 mg kg⁻¹ de Zn, e teor na planta de 108 e 165 mg kg⁻¹ de Zn, respectivamente. Todavia, Oliveira et al. (2000) e Silva e Coutinho (2004), em condições de campo, e Manarin (2005), em condições de vaso, não observaram efeito do Zn na produção de matéria seca.

Os teores de Zn na planta associado com a maior produção de matéria seca estão próximos dos obtidos por Hernandez et al. (2009) de 189 mg kg⁻¹ de Zn, mas estão acima do indicado por Werner et al. (1996) de 20-40 mg kg⁻³, essas diferenças devem-se ao tipo de tecido vegetal, pois Werner et al. (1996) coletou o da parte aérea da planta, simulando o que o animal pasteja, e foi cultivado em condições de campo, diferindo do presente trabalho, pois os resultados apresentados referem-se ao teor do nutriente na planta inteira cultivada em vasos.

O uso de altas doses de Zn diminuíram a produção de matéria seca (figura 4), sendo as doses, respectivamente, de 155 e 178 mg dm⁻³ de Zn as que provocaram toxicidade redução de 10% na produção, conforme Nand, (2000) na produção de matéria

seca do primeiro e no segundo corte, e estiveram associadas com teor de Zn na parte aérea de 279 e 303 mg kg⁻¹ no primeiro e no segundo corte, respectivamente. Essa diminuição na produção da matéria seca com uso da maior dose de Zn ocorreu pelo fato de ter aparecido sintomas de toxicidade do micronutriente nas plantas, caracterizando-se por uma clorose nas folhas, o que pode ser atribuído ao menor teor de clorofila (MALAVOLTA, 2006).

Outra hipótese para diminuição do crescimento da cultura com aplicação de Zn, é devido a competição entre Zn e P, neste sentido, Moreira et al., 2000, em trabalho de omissão de nutrientes na cultura do arroz verificaram que interação negativa entre o P e o Zn, em comparação com o teor de P e Zn obtidos no tratamento -P, -Zn, testemunha e completo. Marschner & Schropp (1977) observaram que altas doses de P aplicadas em videira conduzidas em vasos contendo solo calcário induziram o aparecimento de sintomas de deficiência de Zn. Os mesmos autores descreveram pequeno crescimento das plantas com sintoma de deficiência de Zn. Moreira et al., 2006, avaliando o efeito da aplicação de fósforo na cultura da alfafa, verificaram que a aplicação de altas doses de P proporcionaram efeito inibitório do Zn em 37% se comparado a testemunha. Vale destacar que nas condições de alta suplementação de Zn, o P pode imobilizar o Zn nas raízes, por meio da formação de fitato de Zn (LONERAGAN E WEBB, 1993).

Também existem trabalhos que verificaram competição entre Mg e Zn (MOREIRA et al., 2003), esses autores verificaram que com aumento da concentração de Mg de 1,0 mmol L⁻¹ para 6,0 mmol L⁻¹ na solução nutritiva, houve diminuição, de 63,5% na absorção de Zn, segundo os autores isso ocorreu devido a inibição do tipo não competitiva entre esses nutrientes.

Assim, o Zn em altas concentrações no solo pode inibir competitivamente a absorção de Ca e Mg, nutrientes que limitam o adequado crescimento das plantas (MALAVOLTA et al., 1997), sabe-se que a aplicação de altas doses de calcário também promove diminuição da disponibilidade dos micronutrientes, em especial o Mn e o Zn (MOREIRA et al., 2000). Salienta-se, ainda, que o capim-megathyrus deve possuir alta tolerância para concentrações elevadas de Zn no solo, pois Manarin (2005) observou teor foliar de Zn de até 728 mg kg⁻¹ com a mesma forrageira.

CONCLUSÕES

A aplicação de Zn aumentou a concentração no solo e seu teor na planta, o número de perfilhos e a matéria seca da parte aérea, entretanto, não influenciaram a altura e o número de folhas do capim-megathyrus.

O capim-megathyrus apresentou alta tolerância a altas doses de Zn, tendo ótima produção de matéria seca, no primeiro e segundo corte, respectivamente, com concentração de Zn no solo de 32 e 37 mg dm⁻³ e teor na parte aérea de 211 e 243 mg kg⁻¹.

A toxicidade de Zn está associada com a concentração de Zn no solo de 43 mg dm⁻³ e teor na parte aérea, para o primeiro e segundo corte, respectivamente, de 279 e 303 mg kg⁻¹ de Zn.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, J.C.; MALDONADO JR., W. AgroEstat - **Sistema de análises estatísticas de ensaios agrônômicos**. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, 2009.

BARBOSA, M.A.A.F.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; CECATO, U. Dinamica da pastagem e desempenho de novilhas em pastagem de capim tanzânia sob diferentes ofertas de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.4, p.1594-1600, 2006.

BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R. e GALLO, J. R. **Métodos de análise químicas de plantas**. Campinas, Instituto Agrônomo de Campinas, 1983. 48p.

BONFIM, E. M. S., FREIRE, F. J., SANTOS, M. V. F. *et al.* Soil and plant phosphorus critical levels for *Brachiaria brizantha* related to physical and chemical characteristics of soils in the State of Pernambuco, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, n.2, p.281-288, 2004.

CARNEIRO, L. F. *et al.* Fontes, doses e modos de aplicação de fósforo na interação fósforo-zinco em milho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.4, p.1133-1141, 2008.

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo. DECISÃO DE DIRETORIA Nº 195-2005- E, de 23 de novembro de 2005. FERREIRA, A. C.; ANDREOLI, C. V.; LARA, A. I. Riscos associados ao uso do lodo de esgoto. In: **Uso e manejo do lodo de esgoto a agricultura**. Rio de Janeiro: PROSAB, 1999, cap. 3, p. 29-33.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileira de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

FAGERIA, N. K. **Adubação e nutrição mineral da cultura de arroz**. Rio de Janeiro: Campus, 1984. 341p.

FAGERIA, N. K.; ZIMMERMANN, F. J. P. Interação entre fósforo, zinco e calcário em arroz de sequeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.3, n.2, p.88-92, 1979.

GOMES, P.C., RIGUEIRA, D.C.M.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; RUMANO, G.; SCHMIDT, M. Exigências nutricionais de zinco para frangos de corte machos e fêmeas na fase inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.1, p.79-83, 2008

GOMIDE, J. A., QUEIROZ, D. S. Valor alimentício das *Brachiarias*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11, **Anais...** FEALQ: Piracicaba, 1994. p.223-247.

HERNANDES, A.; PRADO, R.M.; PEREIRA, F.S.; MODA, L.R.; ICHINOSE, J.G.S.; GUIMARÃES, R.C.M. Desenvolvimento e nutrição do capim-tanzânia em função da aplicação de zinco. **Scientia Agraria**, Piracicaba, v.10, n.5, p.383-389, 2009.

KABATAPENDIAS, A.; PENDIAS, H. **Trace elements in soils and plants**. Boca Raton: CRC Press, 1984. 315 p.

KAWATOKO, M.; ISEPON, O. J.; FERNANDES, F. M. Efeito da aplicação de calcário, nitrogênio e zinco sobre a produção e valor nutritivo de *Brachiaria decumbens* em solo de cerrado. In: XXXVII REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa. **Anais eletrônicos...** Viçosa: SBZ, 2000. Disponível em: <http://www.sbz.org.br/2007/internas/cds_e_anais.html>. Acesso em: 01 jan. 2010.

KUMAR, V.; AHLAWAT, V. S.; ANTIL, R. S. Interactions of nitrogen and zinc in pearl millet: 1. Effect of nitrogen and zinc levels on dry matter yield and concentration and uptake of nitrogen and zinc in pearl millet. **Soil Science**, Jersey, v.39, n.4, p.351-356, 1985.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Nutrition of the chickens**. 4.ed. Guelph: University Books, 2001. 591p.

LONERAGAN, J. F.; WEBB, M. J. Interactions between zinc and other nutrients affecting the growth of plants. In: ROBSON, A. D. (Ed.). **Zinc in soil and plants**. Dordrecht : Kluwer Academic, 1993. p. 119-134.

MACEDO, M. C. M. Degradação de pastagens; conceitos e métodos de recuperação In: Sustentabilidade da pecuária de leite no Brasil, 1999, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora. 1999. p.137-150.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafós, 1997. 319p.

MALAVOLTA, E.; MOREIRA, A. **Absorção de radiozinco por duas variedades de arroz**. Piracicaba: Centro de Energia Nuclear na Agricultura, 1999. 5 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de Nutrição Mineral de Plantas**. São Paulo: Ceres, 2006. 631p.

MANARIN, S. A. **Combinações de doses de fósforo e de zinco em solução nutritiva para o capim-Tanzânia**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005. 68p.

MARSCHNER, H.; SCHROPP, A. Comparative studies on the sensitivity of six root stock varieties of grapevine to phosphate induced Zn deficiency. **Sieboldingen**, *Vitis*, v.16, n.1, p.79-88, 1977.

MESQUITA, E. E.; PINTO, J. C.; FURTINI NETO, A. E. *et al.* Critical phosphorus concentrations in three soils for the establishment of mombaçagrass, marandugrass and andropogongrass. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.2, p.290-301, 2004.

MOREIRA, A.; CARVALHO, J. G.; MORAES, L. A. C.; SALVADOR, J. O. Efeito da relação cálcio e magnésio do corretivo sobre micronutrientes na alfafa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 10, p. 2051-2006, 2000.

MOREIRA, A.; FRANCHINI, J.C.; MORAES, L.A.C.M.; MALAVOLTA, E. Disponibilidade de nutrientes em vertissolo calcário. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.10, p.2107-2113, out. 2000.

MOREIRA, A.; HEINRICHS, R.; CARVALHO, J. G.; FERREIRA, R. P. Efeito da relação fósforo: magnésio no teor e conteúdo dos micronutrientes na alfafa. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 63, p. 55-61, 2006.

MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E.; HEINRICHS, R. TANAKA, R.T. Influência do magnésio na absorção de manganês e zinco por raízes destacadas de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 1, p. 95-101, 2003.

NAND, K.F. Níveis adequados e tóxicos de boro na produção de arooz, feijão, milho, soja e trigo em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 57-62, 2000.

NATALE, W. *et al.* Efeitos da aplicação de zinco no desenvolvimento, no estado nutricional e na produção de matéria seca de mudas de maracujazeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.2, p.310-314, 2004.

OLIVEIRA, I. P.; CASTRO F. G. F.; PAIXÃO, V. V.; MOREIRA, F. P.; CUSTÓDIO, D. P.; SANTOS, R. S. M.; FARIA, C. D.; Efeitos qualitativos e quantitativos de aplicação do zinco no capim Tanzânia. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.30, p.43-48, 2000.

SILVA, A. R.; COUTINHO, E. L. M. Adubação com nitrogênio e zinco para o capim-Tifton 85: efeitos no solo e na planta em sucessivos crescimentos. **Científica**, Jaboticabal, v.32, n.1, p.65-74, 2004.

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**, Campinas, Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1997. 285p.

RAIJ, B.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação de fertilidade do solo**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2001. 285p.

ROGERS, L. H.; WU, C. Zinc uptake by oats as influenced by application of lime and phosphate. **Journal of the American Society of Agronomy**, Madison, v. 40, n. 2, p. 563-566, 1948.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 484p.

WERNER, J.C.; PAULINO, V.T.J.A.; CANTARELLA, H. et al. Forrageiras. In: RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. et al. **Recomendações de adubação e de calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1996, p.263-273.

YASREBI, J.; KARIMIAN, N.; MAFTOUN, M.; ABTAHI, A.; SAMENI, A.M. Distribution of zinc forms in highly calcareous soils as influenced by soil physical and chemical properties and application of zinc sulphate. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.25, p.2133-2146, 1994.

ZANINE, A. M.; MACEDO JUNIOR G. Importância do consumo da fibra para nutrição de ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária**. Porto Feliz, v.7, n.4, p.1-12, 2006.