

AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

v.4, n.3, p.278-282, jul.-set., 2009

Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

Protocolo 514 - 17/02/2009 • Aprovado em 07/07/2009

Jorge L. Abranches¹Gisele S. Batista¹Sergio B. dos Ramos¹Renato de M. Prado¹

Resposta da aveia preta à aplicação de zinco em Latossolo Vermelho Distrófico

RESUMO

Apesar da importância do zinco na nutrição e na produção das culturas, são escassas as informações na literatura sobre seus efeitos na nutrição da aveia preta. Neste sentido, no presente trabalho objetivou-se estudar os efeitos da aplicação de zinco no solo sobre o crescimento e o estado nutricional da aveia preta. O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação da FCAV/Unesp, tendo como tratamentos seis doses de zinco (0, 15, 30, 60, 120 e 360 mg dm⁻³), dispostos em delineamento inteiramente casualizado em quatro repetições. Cada unidade experimental foi constituída por um vaso com capacidade de 4 dm³, preenchido com 3 dm³ de amostra de Latossolo Vermelho distrófico (Zn = 0,1 mg dm⁻³) e 5 plantas por vaso. Aos 30 dias após o corte de uniformização avaliaram-se variáveis de crescimento (altura, diâmetro de haste, número de perfilhos, área foliar), massa de matéria seca e teor de zinco na parte aérea. Para as variáveis de crescimento a aplicação de zinco afetou apenas o número de folhas e o diâmetro de haste das plantas de aveia preta. As altas doses de zinco aumentaram o teor desse micronutriente no solo e na planta, e diminuíram o crescimento da aveia preta. O nível crítico de toxicidade de zinco no solo e na planta foi de 135 mg dm⁻³ e 494 mg.kg⁻¹, respectivamente.

Palavras-chave: fertilização com zinco, forrageira, micronutriente, nutrição mineral

Response of oats to the application of zinc in Oxisol

ABSTRACT

Despite the importance of zinc for the nutrition and production of crops, there is little information in about its effects on nutrition of black oat. Thus the present work aimed to study the effects of zinc applied to soil the growth and nutritional status of black oat. The experiment was conducted in a greenhouse using six doses of Zn (0, 15, 30, 60, 120 and 360 mg dm⁻³) arranged in a randomized design with four replications. The experimental unit was constituted by a pot with a capacity of 4 dm³, filled with 3 dm³ of an Oxisol sample (Zn = 0.1 mg dm⁻³) and 5 plants per pot. Thirty days after thinning the growth variables (height, stem diameter, number of tillers, leaf area), dry matter and zinc concentration in shoots were obtained. It was observed that the application of zinc to soil affected only the number of leaves and stem diameter of the plants. The highest Zn doses increased the content of this micronutrient in soil and plant, and reduced the growth of black oats. The critical levels of toxicity of zinc in soil and plant were 135 mg dm⁻³ and 494 mg.kg⁻¹, respectively.

Key words: greenhouse, zinc fertilization, forage grass, micronutrient, mineral nutrition

¹ Universidade Estadual de São Paulo (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Campus de Jaboticabal, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/no - CEP: 14870-000 - Jaboticabal, SP. Fone/Fax: (16) 3209 2672. E-mail: abranchesjorge@hotmail.com; gismel@gmail.com; sergiobispo@nutrion.com.br; mrprado@fcav.unesp.br

INTRODUÇÃO

A aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) é uma gramínea de inverno e possui alta capacidade de perfilhamento e rápido crescimento. É grande produtora de massa verde, rica em proteína e bastante apreciada pelos animais como forrageira. A aveia var. Strigosa é adaptada a solos tropicais e baixas temperaturas dos trópicos e é muito cultivada para forragem, principalmente na região Sudeste e Sul. Ferreira et al. (2001), relataram que, em cereais, o elemento mais comumente deficiente é o zinco, principalmente para arroz e milho, porém a aveia, a cevada e o trigo se apresentam menos sensíveis a deficiência do nutriente.

O zinco é um importante componente de vários sistemas enzimáticos que regulam diversas atividades do metabolismo das plantas, sendo parte específica do metabolismo de proteínas e necessário na formação de auxinas, que são hormônios de crescimento (Coelho & Verlengia, 1973). Essa característica de insensibilidade à deficiência de zinco é comentada por Malavolta (2006), que descreveu a baixa possibilidade de resposta da aveia à aplicação de zinco em condições de solo ou ambiente favorável à deficiência desse nutriente.

Por outro lado, a toxicidade de Zn se manifesta pela diminuição da área foliar, seguida de clorose, podendo aparecer na planta toda, um pigmento pardo-avermelhado, talvez um fenol (Malavolta et al., 1997). Além disso, os autores complementam que no xilema de algumas plantas intoxicadas por Zn acumulam-se tampões “plugs”, contendo o elemento, os quais dificultam a ascensão da seiva bruta. O excesso de Zn pode provocar sintomas também semelhantes à deficiência de Fe, pois ocorre diminuição na sua absorção, além do P. Existem plantas com alta tolerância a Zn, podendo atingir teor de 20 g kg⁻¹ de Zn (Kupper et al., 1999 apud Prado, 2008). Apesar da importância do Zn na nutrição e na produção das culturas, são escassas informações na literatura sobre seus efeitos na nutrição da aveia preta. Neste sentido no presente trabalho objetivou-se estudar os efeitos da aplicação de zinco no solo sobre o crescimento e o estado nutricional da aveia preta.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da FCAV/UNESP, com seis tratamentos constituídos por doses de zinco de 0, 15, 30, 60, 120 e 360 mg dm⁻³ dispostos em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Cada unidade experimental foi constituída por um vaso com capacidade de 4 dm³, preenchido com 3 dm³ de amostras de um Latossolo Vermelho distrófico, textura média (EMBRAPA, 1999). Foi realizada a análise química inicial do solo, para fins de fertilidade, incluindo o zinco, com as seguintes características: P resina= 3 mg dm⁻³; pH em CaCl₂ = 4,4; K = 0,5 mmol_c dm⁻³; Ca= 4 mmol_c dm⁻³; Mg = 2 mmol_c dm⁻³; H+Al= 23 mmol_c dm⁻³; SB = 6,5 mmol_c dm⁻³; CTC= 30 mmol_c dm⁻³; V= 22% ; B= 0,12 mg dm⁻³; Cu= 0,2 mg dm⁻³; Fe= 5,0 mg dm⁻³; Mn= 3,5 mg dm⁻³; Zn= 0,1 mg dm⁻³; S-SO₄= 35 mg dm⁻³; Al= 3,5 mmol_c dm⁻³.

Foi empregado um material corretivo calcinado para corrigir uma saturação por bases do solo igual a 70%. Após o período de incubação do solo (30 dias), foi realizada a adubação básica seguindo as indicações de Bonfim et al. (2004), aplicando-se 200 mg dm⁻³ de K (KCl p.a.), 1,2 mg dm⁻³ de Cu (CuSO₄.5H₂O p.a.), 0,8 mg dm⁻³ de B (H₃BO₃ p.a.), 1,5 mg dm⁻³ de Fe (Fe₂(SO₄)₃.4H₂O p.a.), 3,5 mg dm⁻³ de Mn (MnCl₂.6H₂O p.a.) e 0,15 mg dm⁻³ de Mo (NaMoO₄.2H₂O p.a.). Aplicou-se também 305 mg dm⁻³ de P, na forma de superfosfato simples (Mesquita et al. 2004). A dose de nitrogênio foi de 150 mg dm⁻³ de N na forma de uréia, sendo parte aplicada na sementeira (100 mg dm⁻³ de N) e o restante (50 mg dm⁻³ de N), aos 15 dias após a emergência de acordo com Mesquita et al., (2004). A sementeira foi realizada no dia 2-09-2008 e a emergência das plantas ocorreu no dia 8-09-2008. Após 15 dias da emergência foi feito corte de uniformização e desbaste, deixando 5 plantas por vaso. A irrigação foi feita pelo método de pesagem dos vasos, mantendo a umidade correspondente a 60% da capacidade de retenção de água do solo, utilizando água deionizada. Realizou-se rodízio de vasos a cada 2 dias para homogeneizar as condições experimentais, especialmente de luz para as plantas.

Na ocasião da sementeira, realizou-se amostragem de solo para análise química e determinou-se a concentração de Zn no solo, pelo extrator DTPA 7,3, relação solo:extrator 1:2, segundo metodologia descrita por Raij et al. (2001), tendo as leituras sido feitas por espectroscopia de absorção atômica.

As plantas foram monitoradas quanto ao surgimento de sintomas de desordem nutricional e aos 45 dias após a emergência (ou 30 dias após corte de uniformização) foi realizado o corte das plantas e determinadas as variáveis de crescimento da aveia preta. As partes aéreas das plantas foram colhidas a 7 cm da superfície do solo de cada vaso, lavadas em água de torneira e, posteriormente, em água com detergente neutro (solução a 0,1%) e depois com água deionizada. Em seguida o material vegetal foi seco em estufa com circulação de ar forçada acerca de 60 - 70 °C, até massa constante, para obtenção da massa de matéria seca da parte aérea e posteriormente moída para análise química determinando a concentração de Zn pelo método descrito por Bataglia (1983).

Com os dados do teor de Zn e a massa da matéria seca, calculou-se o acúmulo de Zn na parte aérea das plantas.

Para o nível crítico de toxicidade de Zn na aveia preta, adotou-se a dose que provocou diminuição de 10% na produção máxima de matéria seca, conforme sugeriu Fageria (2000), e o respectivo teor de zinco no solo e na planta.

Os resultados foram submetidos às análises de variância pelo Teste F (5 %) e realizaram-se estudos de regressão polinomial utilizando-se o programa estatístico através do SAEG (Sistema para análises Estatísticas) (P<0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de Zn promoveu incremento com ajuste linear a sua concentração no solo (Figura 1). Observou-se que o teor de Zn no solo variou de 0,3 até 255 mg dm⁻³. Nota-se que os tratamentos, como era esperado, atingiu teor alto de

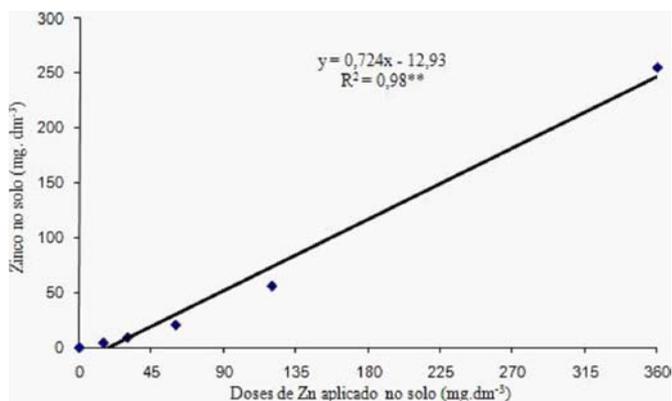


Figura 1. Efeito das doses de zinco e sua concentração no solo

Figure 1. Effect of doses of zinc and its concentration in soil

zinco, pois segundo a interpretação de Raij et al., (1997), foi de baixo (< 0,5 mg dm⁻³) até alta (> 1,2 mg dm⁻³).

Para as variáveis número de perfilhos (F= 1,89^{NS}), área foliar (F= 1,52^{NS}), e altura das plantas (F= 2,02^{NS}), não houve efeito significativo em função da aplicação de Zn no solo. O número de folhas e o diâmetro de hastes das plantas foram influenciados pelas doses de Zn tendo um ajuste quadrático (Figura 2).

Os teores foliares de zinco foram aumentados de forma quadrática, sendo o maior índice observado na dose de 250 mg dm⁻³ de zinco, correspondendo a um teor de zinco na planta de 517,41 mg.kg⁻¹ (Figura 3).

Leite et al. (2003) também demonstraram que os teores foliares de zinco em plantas de milho aumentaram significativamente e de forma quadrática, sendo os teores, mínimo (34,49 mg.kg⁻¹) e máximo (359,67 mg.kg⁻¹), encontrados respectivamente, nos tratamentos sem adubação e de maior dose de zinco (32,0 mg dm⁻³) aplicadas no solo.

Observou-se que a aplicação de zinco, provocou decréscimos na produção de matéria seca (Figura 4).

E, também, observou-se que as plantas da testemunha apresentaram a maior produção de massa seca, e, portanto, não houve as deficiências nutricionais de zinco nas plantas, pois o teor de Zn da parte aérea dessas plantas foi de 44 mg kg⁻¹, acima do teor adequado (35mg kg⁻¹) indicado por Werner et al., (1997) para forrageiras do Grupo II. Soma-se a isto, outras hipóteses levantadas para elucidar tal fato: a mineralização da matéria orgânica, que mesmo pequena, pode liberar o micronutriente propiciando o fornecimento mínimo que atenderia as exigências das plantas de aveia preta e também fatores genéticos da cultura, que podem contribuir para um aumento da eficiência de absorção (Cakmak et al., 1997) e eficiência de utilização, portanto tem-se maior conversão do micronutriente absorvido em matéria seca. E, ainda, o fato da contaminação dos fertilizantes utilizados (a exemplo do fosfato), na adubação básica, com traços de zinco.

Entretanto Amaral et al., (1996) obtiveram resultados em que os teores de até 322 mg kg⁻¹ de zinco na folha, em um Latossolo Vermelho Escuro argiloso, provocaram incrementos à produção de matéria seca do milho.

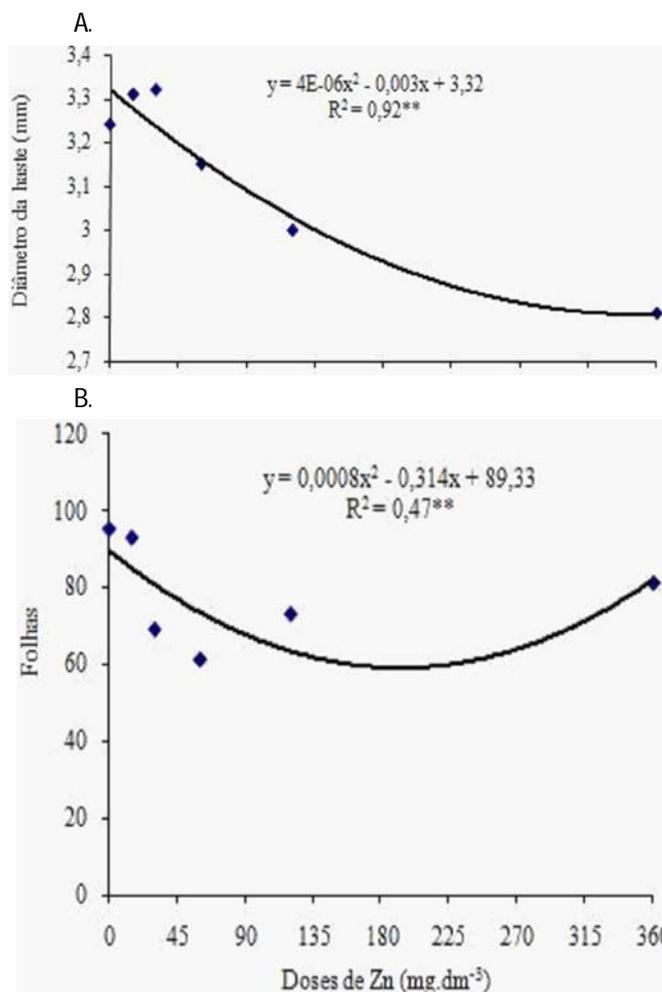


Figura 2. Efeito das doses de Zn no diâmetro das hastes das plantas (A) e no número de folhas (B) de aveia preta.

Figure 2. Effect of doses of Zn in the diameter of plants stems and number of black oat leaves

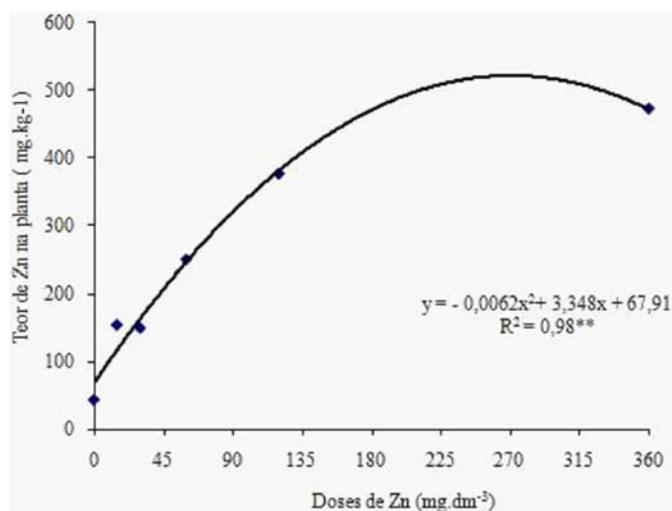


Figura 3. Efeito de doses de zinco no teor de Zn da parte aérea da aveia preta

Figure 3. Effect of doses of zinc in Zn content of black oat shoots

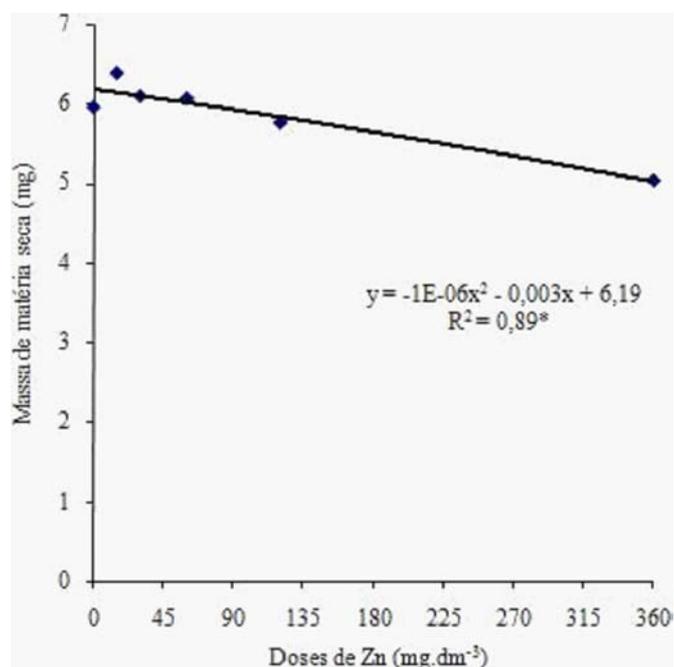


Figura 4. Efeito de doses de zinco na produção de massa de matéria seca da aveia preta

Figure 4. Effect of doses of zinc in the production of dry matter of black oat

A diminuição da massa da matéria seca da aveia preta com o aumento no teor de Zn no solo e na planta (Figura 4) evidencia a toxicidade nas plantas da forrageira. Enquanto que trabalhos realizados por McLaren et al. (1991), Chowdhury et al. (1997), Ferreira et al. (2001), em forrageiras, verificaram que a aplicação de zinco incrementou o teor foliar desse micronutriente. Entretanto, não observaram efeitos na produção de massa de matéria seca, o que pode ser explicado, possivelmente, pela dose baixa de zinco utilizado.

O nível crítico de toxicidade de zinco em aveia preta, seria a dose de zinco que provocou diminuição de 10% na produção de matéria seca e o teor desse nutriente no solo (Figura 1), e na planta (Figura 3), que foi de 135 mg dm⁻³ e 205 mg kg⁻¹, respectivamente. Assim, o teor de Zn no solo que provocou toxicidade na aveia preta, está muito acima do indicado por Malavolta (2006) para as culturas em geral (Zn em DTPA = 3 a 6 mg dm⁻³) e por outros autores, como Lindsay & Norvell (1978) que encontraram 0,8 mg dm⁻³ de zinco no solo como nível crítico para a cultura de milho com o extrator DTPA.

Entretanto trabalhos realizados por Shu et al. (2002) constataram que em *Cynodon dactylon*, em solo com alto teor de zinco (7 mg kg⁻¹, em DTPA), o alto teor do nutriente na parte aérea (688 mg kg⁻¹) não foi suficiente para o surgimento de sintomas de toxicidade, o que indica alta tolerância da planta ao elemento.

Fageria (2000) verificou que os teores tóxicos no solo na cultura do milho variaram de 53 até 94 mg dm⁻³ de solo. Em girassol a toxicidade de zinco no solo ocorreu com um teor de 240 mg kg⁻¹ (Khuarana & Chatterjee, 2001), teor relativamente próximo ao encontrado no solo cultivado com aveia preta.

Takkar & Mann (1978) constataram que os teores críticos para milho e trigo, na planta, foram de 81 e 60 mg kg⁻¹, respectivamente, demonstrando uma maior suscetibilidade do trigo e do milho à toxicidade de Zn comparado com a aveia preta, que foi de 517,41 mg kg⁻¹.

Entretanto Dudka et al. (1994) constataram que apenas a dose de 1000 mg kg⁻¹ de zinco diminuiu em 40% a produção do trigo.

Leite et al. (2003), reafirmaram ainda que, em plantas de milho, o teor de zinco mais elevado na folha (359,67 mg kg⁻¹), considerado suficiente para promover os sintomas visuais de toxicidade de zinco, não causaram tais sintomas, visto que a produção de matéria seca foi depreciada.

Contudo, existem ainda poucos dados na literatura sobre teor crítico de toxicidade de zinco em aveia preta, mas trabalhos com cereais realizados por Fageria (2000) revelaram que os teores tóxicos de Zn em plantas de arroz e de milho foram respectivamente de 673 mg kg⁻¹ e 427 mg kg⁻¹, mostrando, portanto, que esses limites críticos de toxicidade de Zn na planta estão sob certa forma próximos daqueles obtidos para a cultura da aveia preta (494 mg kg⁻¹).

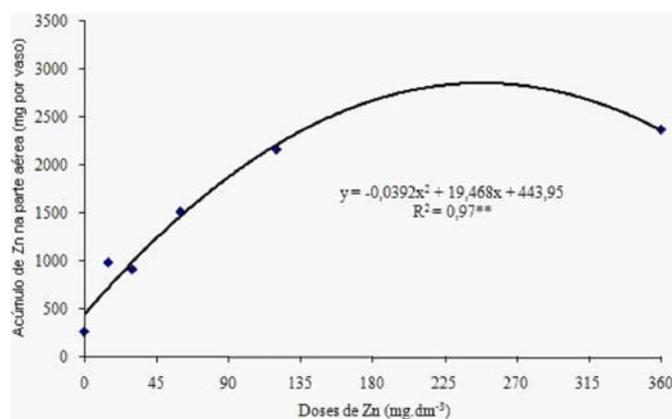


Figura 5. Efeito de doses de zinco no acúmulo de Zn na parte aérea da aveia preta

Figure 5. Effect of doses of zinc in the accumulation of Zn in black oat shoots

CONCLUSÕES

As altas doses de zinco provocaram desordem nutricional na aveia preta, tendo um nível crítico de toxicidade de zinco no solo e na planta, de 135 mg dm⁻³ e 494 mg kg⁻¹, respectivamente.

LITERATURA CITADA

- Amaral, R.D.; Barros N.F.; Costa L.M.; Fontes M.P.F. Efeito de um resíduo da indústria de zinco sobre a química de amostras de solo e plantas de milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.20, n.3, p.433-440, 1996.
- Bataglia, O.C. Métodos de análise química de plantas. Campinas, Instituto Agrônomo, 1983. 48p.

- Bonfim, E.M.S.; Freire, F.J.; Santos, M.V.F.; Silva, T.J.A.; Freire, M.B.G.S. 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*, v.28, n.2, p.281-288, 2004.
- Cakmak, I.; Römheld, V. Boron deficiency-induced impairments of cellular functions in plants. *Plant and Soil*, v.193, n.1-2, p.71-83, 1997.
- Coelho, F. S.; Verlengia, F. Micronutrientes, no solo e na planta: Zinco no solo. In Coelho, F. S.; Verlengia, F (Ed.). *Fertilidade do solo*. Campinas, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973. p.59.
- Chowdhury, A. K.; McLaren, R. G.; Swift, R. S. Effects of phosphate and lime applications on pasture zinc status. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, v.40, n.3, p.417-424, 1997.
- Dudka, S.; Piotrowska, M.; Chlopecka, A. Effect of elevated concentrations of Cd and Zn in soil on spring wheat yield and the metal content of the plants. *Water Air Soil Pollution*, v.76, n.3-4, p.333-341, 1994.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA-Solos, 1999. 412p. (EMBRAPA-Solos. Documentos, 15).
- Leite, U.T.; Aquino, B. F.; Rocha, R.N.C.; Silva, J. Níveis Críticos foliares de Boro, Cobre, Manganês e Zinco em milho. *Bioscience Journal*, v.19, n.2, p. 115-125, 2003.
- Lindsay, W.L.; Norvell, W.A. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. *Soil Science Society of America Journal*, v.42, n.3, p.421-428, 1978.
- 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*, v.4, n.3, p.390-395, 2000.
- Ferreira, A.C.B.; Araújo, G.A.de A.; Pereira, P.R.G.; Cardoso, A.A. Características agrônomicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. *Scientia Agrícola*, v.58, n.1, p.131-138, 2001.
- Khurana, N.; Chatterjee, C. Influence of variable zinc on yield, oil content, and physiology of sunflower. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v.32, n.19-20, p.3023-3030, 2001.
- Malavolta, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638p.
- Malavolta, E.; Vitti, G.C.; Oliveira, S. A. Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.
- McLaren, R.G.; McLenagheien, R. D.; Swift, R. S. Zinc applications to pasture: effect on herbage and soil zinc concentrations. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, v.34, n.1, p.113-118, 1991.
- Mesquita, E. E., Pinto, J. C., Furtini Neto, A. E., Santos, Í. P. A. dos, Tavares, V. B. Critical phosphorus concentrations in three soils for the establishment of mombaça grass, marandugrass and andropogongrass. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.2, p.290-301, 2004.
- Prado, R.M. Nutrição de Plantas, São Paulo: Editora Unesp, 2008. 407p.
- Raij, B.van.; Andrade, J.C.; Cantarella, H.; Quaggio, J.A.(Eds.). Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 2001. 285p.
- Raij, B. van.; Cantarella, H.; Quaggio, J. A.; Furlani, A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. 2. Ed. Campinas: Instituto Agronômico/Fundação IAC, 1997. 285p. (Boletim técnico, 100).
- Shu, W.S.ç Ye, Z.H.; Lan, C.Y.; Zhang, Z.Q.; Wong, M.H. Lead, zinc and copper accumulation and tolerance in populations of *Paspalum distichum* and *Cynodon dactylon*. *Environment Pollution*, v.120, n.2, p.445-453, 2002.
- Takkan, P.N. Mann, M.S. Toxic levels of soil and plant zinc for maize and wheat. *Plant and soil*, v.49, n.3, p.667-669, 1978.
- Werner, J.C; Paulino, V.T.; Cantarella, H.; Quaggio, J.A.; Andrade, N.O. Forrageiras. In: Raij, B. Van; Cantarella, H.; Quaggio, J.A; Furlani, A.M.C. (eds.). *Recomendações de Adubação e calagem para o estado de São Paulo*. Campinas, Instituto Agrônomico de Campinas/Fundação IAC, 1997. p.263-273. (Boletim técnico, 100).