

TOLERÂNCIA DO CAMPIM MARANDU A DOSES DE MANGANÊS

TOLERANCE OF MARANDU GRASS TO DOSES OF MANGANESE

Ana Paula Pires Maciel GUIRRA¹; Ciro Franco FIORENTIN¹; Renato de Mello PRADO²;
Mayra Cristina Teixeira CAETANO¹; Ana Claudia FELICI³

1. Pós-Graduando em Agronomia, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Jaboticabal, SP, Brasil. anappmg_irrig@yahoo.com.br; 2. Doutor, professor do Departamento de Solos e Adubos - UNESP, Jaboticabal, SP, Brasil. rmprado@fcav.unesp.br; 3. Bióloga, Bolsista da FAPESP, UNESP, Jaboticabal, SP, Brasil.

RESUMO: O cultivo de pastagens no Brasil é feita na sua maioria com espécies pelo gênero *Brachiaria*. Entretanto, são poucas as pesquisas sobre nutrição com manganês (Mn) para essa forrageira. Objetivou-se avaliar os efeitos das aplicações de Mn no desenvolvimento e nos teores desse elemento em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, constituídos de cinco doses de Mn (0, 15, 30, 60 e 120 mg dm⁻³) e quatro repetições. Cada unidade experimental foi constituída de um vaso preenchido com amostras de um Latossolo Vermelho distrófico. Foram realizados dois cortes, o primeiro após 38 dias do transplântio das mudas da forrageira e o segundo 30 dias após o primeiro corte. Avaliou-se o teor de Mn foliar, massa seca da parte aérea, número de perfilhos e área foliar. As doses de Mn incrementaram o acúmulo na planta, maior no segundo corte comparado ao primeiro corte. O capim marandu apresentou alta tolerância a toxidez de Mn, atingindo alto teor foliar na parte aérea sem afetar o crescimento da planta.

PALAVRAS-CHAVE: *Brachiaria brizantha*. Pastagem. Nutrição. Micronutriente. Fertilidade.

INTRODUÇÃO

No Brasil, existem mais de 100 milhões de hectares cultivados com pastagens plantadas (IBGE, 2006) e, na sua maioria pelo gênero *Brachiaria* (Prado, 2008b). Pelas condições climáticas brasileiras, as forrageiras apresentam considerável produção de biomassa durante o ano, proporcionando excelente cobertura vegetal do solo.

Devido à intemperização e acidificação dos solos das regiões tropicais, caracterizados por sua baixa fertilidade, a produção por área das pastagens é limitada, influenciando diretamente na produtividade pecuária, principalmente em regiões de criação extensiva, nas quais a pastagem se torna a única fonte alimentar. Há estimativas que entre 50 e 80% das áreas caracterizadas como bioma de Cerrado onde se cultiva pastagens, apresentam solos degradados (BROSSARD; BARCELOS, 2005).

Nas áreas de forrageira degradadas, especialmente pela baixa produtividade de forragem, o principal problema é o fato dos solos apresentarem alta concentração de elementos tóxicos como Al e Mn (> 5 mg dm⁻³ em DTPA) podendo provocar toxicidade nas plantas (PRADO, 2008a). A toxidez de manganês ocorre em solos ácidos, devido ao aumento de sua solubilidade em pH ao redor de 5,0, e, onde o material de origem é rico em manganês e também pode se houver condições redutoras, tais como alagamento (FOY et al., 1978).

Nos vegetais, o Mn é um elemento essencial para o crescimento e o desenvolvimento das plantas, está relacionado aos processos de respiração, na ativação de várias enzimas, na proteção contra o estresse oxidativo, entre outros (BOWLER et al., 1994; BUCHEL et al., 1999) e sua falta promove sintomas característicos, tendo as folhas novas uma clorose reticulada e pode progredir para necrose em forrageira (Oliveira et al., 2007). No entanto, mesmo sendo o Mn um micronutriente para as plantas, dependendo da concentração na planta pode se tornar altamente tóxico (BOUCHER; WATZIN, 1999; DOYLE et al., 2003) e refletir na intoxicação do animal que ingerir essa planta (PRADO, 2008b).

A concentração crítica de Mn, no tecido vegetal, necessária para produzir sintomas de toxidez varia entre as espécies e até mesmo entre seus cultivares (MARSCHNER, 1995). Porém, em algumas plantas, os sintomas associados à toxidez de Mn incluem alterações às paredes celulares, necrose do caule e das folhas, diminuição da capacidade fotossintética da planta, crescimento retardado, queima das pontas de folhas e flores e encarquilhamento das folhas (FOY, 1984; LINDON et al., 2004) e ainda pode apresentar salpicos marrons em folhas maduras, devido a presença de polifenóis oxidados (WISSEMEIER; HORST, 1992) e podendo provocar a indução da deficiência de outro micronutriente como o ferro (PONNAMPERUMA; LANTIN, 1985). Nesse sentido, são importantes as pesquisas para avaliar os efeitos da toxicidade de Mn no crescimento e

acúmulo nas plantas e, verificar a tolerância das espécies a esse estresse nutricional que inclusive seriam utilizados na fitorremediação em ambientes com excesso deste micronutriente (LI; XIONG, 2007). Além disso, o adequado entendimento da fisiologia do desenvolvimento dos sintomas visuais, o qual irá melhorar a aplicação da diagnose visual evitando possíveis interpretações equivocadas.

Em capim-marandu existem poucas informações sobre os efeitos do Mn na nutrição da forrageira, especialmente a sua tolerância a toxicidade deste micronutriente. Diante disso, objetivou-se avaliar os efeitos das aplicações de Mn no desenvolvimento e nos teores desse elemento em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, cultivada em vaso.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido com a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, situada no município de Jaboticabal, SP.

Realizou-se uma análise física e química do solo, para a instalação do experimento, cujos dados são: pH= 4,8; M.O.S= 4 g dm⁻³; P (resina)= 17 mg dm⁻³; (H+Al)= 18mmol_c dm⁻³; SB= 12,2 mmol_c dm⁻³; V= 40%; CTC= 30,2 mmol_c dm⁻³; K= 0,2 mmol_c dm⁻³; Ca= 8mmol_c dm⁻³; Mg= 4 mmol_c dm⁻³; B= 0,21 mg dm⁻³; Cu= 0,1mg dm⁻³; Fe= 1,0 mg dm⁻³; Mn= 0,6 mg dm⁻³; Zn= 0,1 mg dm⁻³ e argila= 290 g kg⁻¹; silte=60 g kg⁻¹; areia grossa= 350 g kg⁻¹; areia fina= 300 g kg⁻¹. Em seguida, o solo foi preparado (peneiramento) e aplicou-se calcário (CaO = 58,5%; MgO = 9%; PN = 127%; PRNT = 99,4%), objetivando elevar a saturação por bases a 60%, seguindo indicações para forrageiras do grupo II, segundo Werner et al. (1996).

Após o período de incubação do solo (30 dias), realizou-se a adubação básica seguindo as seguintes doses: 200 mg dm⁻³ de K⁺ (KCl p.a.) Bonfim et al. (2004), 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.], 5 mg dm⁻³ de Zn (ZnSO₄ p.a.), 0,15 mg dm⁻³ de Mo e 305 mg dm⁻³ de P, na forma de superfostato simples, assim como 150 mg dm⁻³ de N na forma de uréia, sendo parte aplicado 100 mg dm⁻³ de N na sementeira e o restante a aos 20 dias após o transplântio de acordo com Mesquita et al. (2004).

Os tratamentos consistiram de cinco doses de Mn (0, 15, 30, 60 e 120 mg dm⁻³), aplicados na forma de sulfato de Mn (35,5% de Mn). O delineamento experimental utilizado foi

inteiramente casualizado, com quatro repetições. Cada unidade experimental foi constituída por vaso com capacidade de 4 dm³, preenchidos com 3,5 dm³ de um Latossolo Vermelho distrófico.

A sementeira foi realizada em bandejas contendo areia como substrato. Após oito dias da emergência das plântulas, procedeu-se o transplântio das mudas, deixando quatro plantas por vaso através de desbaste realizado aos dez dias após o transplântio. A irrigação foi feita pelo método de pesagens dos vasos, mantendo-se a umidade correspondente a 60% da capacidade de retenção, utilizando água deionizada.

Aos 38 dias após o transplântio foi realizado o primeiro corte na cultura, a 10 cm do solo, medindo-se a área foliar total por meio do medidor "Area Meter" (Licor Inc., Lincon, Nebraska, US) modelo LICOR LI-3000, além de efetuar contagem do número de perfilhos da planta. O segundo corte foi realizado rente ao solo, aos 30 dias após o primeiro corte, medindo-se novamente a área foliar total e a contagem do número de perfilhos por planta que surgiram após o primeiro corte. Nos dois cortes, foi determinando a massa seca da parte aérea. Todo o material vegetal resultante da parte aérea de cada planta foi lavado em água destilada, seco em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 65 a 70°C, até massa constante, com posterior pesagem, sendo moída e utilizada para as determinações dos teores de Mn de acordo com a metodologia proposta por Sarruge e Haag (1974). Com os resultados dos teores de Mn da parte aérea e da respectiva matéria seca da parte aérea, em cada corte da forrageira, calculou-se o acúmulo desse nutriente.

Realizou-se também a amostragem do solo para a análise de concentração de Mn, conforme metodologia descrita por Raij et al. (2001).

Os dados foram submetidos à análise de variância e o teste F (p≤0,05). Foi utilizado o procedimento GLM para obter as equações de regressão polinomial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de Mn promoveu incremento linear no teor deste nutriente no solo ($y = 0,1093x + 1,3$ $R^2 = 0,98^{**}$). Pelo coeficiente angular da reta, a recuperação de Mn foi de 11%, sendo relativamente baixa. Notou-se que na maior dose de Mn, proporcionou teor desse elemento no solo foi igual a 14 mg dm⁻³, que é considerado alto segundo Raij et al. (1997), o que pode comprometer o desenvolvimento das plantas.

Verificou-se ainda, que o aumento do teor de Mn no solo, refletiu nas plantas, tendo incremento com ajuste linear no teor (Figura 1a) e no acúmulo (Figura 1b) do micronutriente na parte aérea nos dois cortes da forrageira.

Na maior dose aplicada (120 mg dm^{-3}) o teor foliar de Mn foi de 997 mg kg^{-1} , no primeiro

corte. Ressalta-se que esse teor não provocou sintomas visuais de desordem nutricional. Entretanto, no segundo corte, observou-se sintomas de desordens nutricionais, como amarelecimento nas folhas mais novas, semelhante à deficiência de Fe.

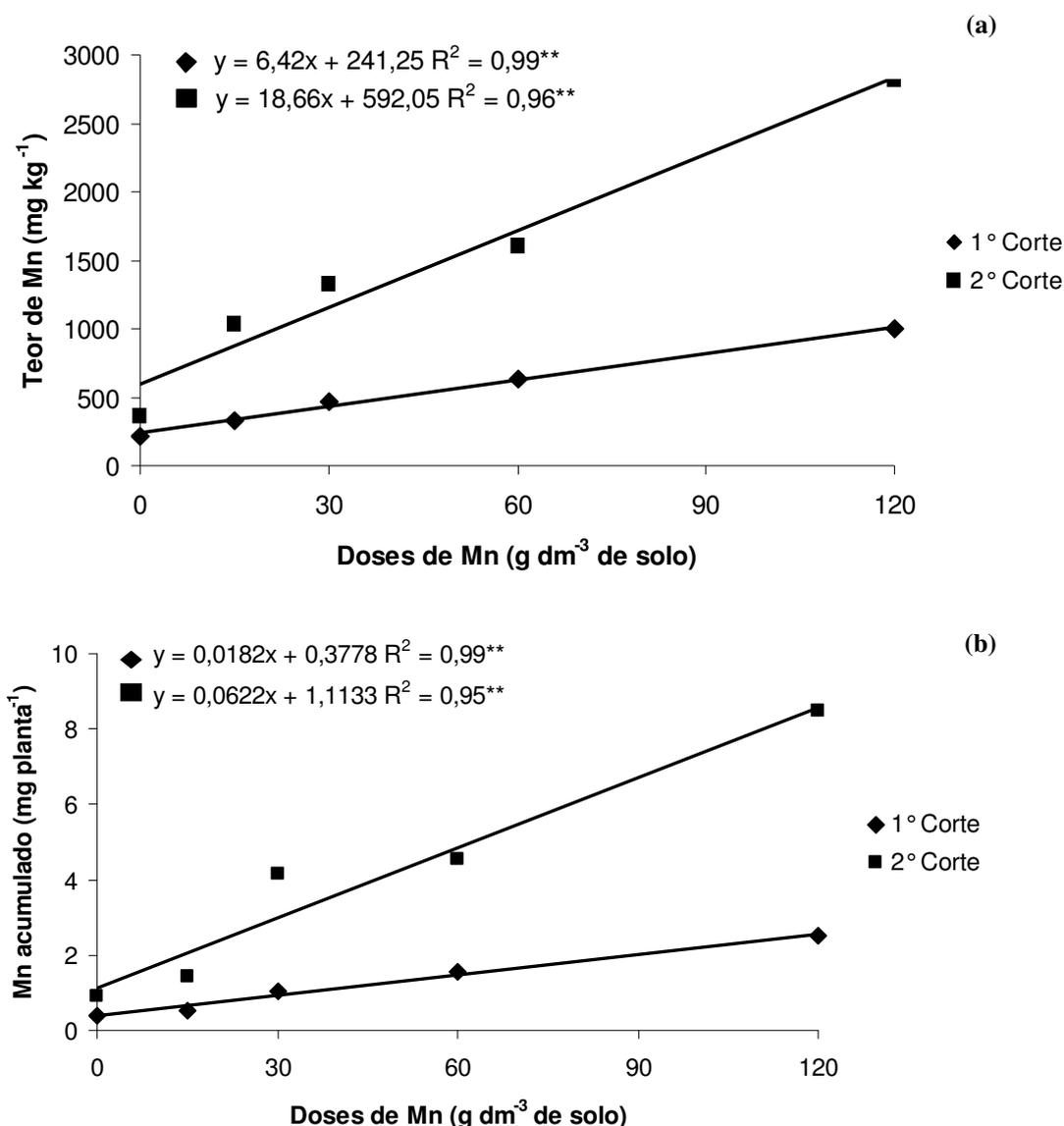


Figura 1. Teor (a) e acúmulo (b) de Mn na parte aérea do capim marandu em dois cortes em função da aplicação de manganês no solo. Jaboticabal (SP).

Portanto, não foram observados os sintomas típicos da toxidez de Mn, conforme indicado na literatura como encarquilhamento das folhas (FOY, 1984; LINDON et al., 2004) ou a presença de pontuações marrons nas folhas (WISSEMEIER; HORST, 1992). Possivelmente, a ocorrência de sintomas semelhantes à deficiência de Fe na forrageira, é devida a inibição competitiva entre Mn

e Fe (MALAVOLTA et al., 1997). A deficiência de ferro induzido pelo excesso de Mn, promove um bloqueio da síntese de clorofila (SPILLER et al., 1982), e o sintoma é amplamente relatado na literatura (KOHNO et al., 1984; HORST, 1988).

Observou-se que o teor foliar de Mn em ambos os cortes atingiram valores maiores que os indicados como adequado para forrageiras, os quais

estariam entre 40 e 250 mg kg⁻¹, de acordo com Werner et al. (1996) e segundo Wunsch et al. (2005), em áreas comerciais de forrageira esses valores estariam entre 399 e 579 mg kg⁻¹ e em gramíneas como o arroz (30 a 600 mg kg⁻¹). Notou-se que os teores de Mn no segundo corte foi maior que os obtidos no primeiro corte da forrageira (Figura 1a), corroborando com dados de Novaes (1977) que observou em plantas de capim-colonião, submetidas a aplicação de manganês, teores foliares de 701 mg kg⁻¹ no segundo corte e de 640 mg kg⁻¹ no primeiro. Salienta-se que apenas a forragem do segundo corte em doses maiores que 22 mg dm⁻³ de Mn, atingiu concentração maior que o máximo tolerável para fornecimento aos bovinos (1000 mg kg⁻¹) (NRC, 2001) e portanto, se ingerida essa forragem pode causar intoxicação nos animais diminuindo a produção (Prado, 2008b).

Pelo coeficiente angular da reta, verifica-se que a absorção de Mn no segundo corte em função das doses do micronutriente foi cerca de 3,4 vezes maior que no primeiro corte (Figura 1b). Isso indica

que o efeito residual do Mn no solo. Nota-se que o maior acúmulo de Mn nas plantas no segundo corte, provavelmente segundo Follet e Peterson (1988), deve-se ao fato que o uso do N causaria diminuição do valor pH do solo e aumento dos teores de Mn da camada superficial do solo e com reflexos na absorção deste nutriente pela planta.

A produção de matéria seca da parte aérea, número de perfilhos e área foliar por planta não foram afetados pela aplicação de Mn, nos dois cortes avaliados (Tabela 1). Observou-se que apesar das altas doses de Mn ter atingido altos teores na parte aérea (Figura 1a) não foi suficiente para diminuir o crescimento da planta (Tabela 1), embora tenha promovido deficiência induzida de Fe. Portanto, o capim marandu apresenta alta tolerância ao Mn, e que segundo Foy (1976), estaria relacionado com a habilidade dessa planta em compartimentalizar esse micronutriente no apoplasto das células das raízes, diminuindo seu transporte para a parte aérea.

Tabela 1. Resultados médios de matéria seca da parte aérea (MSPA), número de perfilhos (NP) e área foliar (AF) em capim marandu cultivado sob dois cortes, em função da aplicação de manganês no solo. Jaboticabal (SP).

Doses de Mn mg dm ⁻³	1° Corte			2° Corte		
	MSPA g planta ⁻¹	NP	AF cm ²	MSPA g planta ⁻¹	NP	AF cm ²
0	1,8	4,1	357	2,4	5,7	346
15	1,3	2,2	246	1,6	3,9	230
30	2,1	3,4	403	3,1	6,7	440
60	2,2	3,7	416	2,6	6,3	357
120	2,5	3,3	479	3,0	6,4	417
Média	2,0	3,3	380	2,5	5,8	358
Teste F	2,3ns ^{1/}	2,7ns	2,2ns	1,8ns	1,3ns	1,7ns
CV (%)	29,8	25,6	31,0	34,5	33,8	25,1

^{1/} ns = diferenças não significativas.

Por fim, salienta-se que no segundo corte houve aumento de 25% na produção de matéria seca da parte aérea. Esse aumento ocorreu, provavelmente, devido às plantas estarem com seu sistema radicular desenvolvido e estabelecido, favorecendo o aumento na velocidade de seu crescimento e, ainda devido ao corte da planta estimular maior perfilhamento.

CONCLUSÕES

As doses de Mn incrementaram o acúmulo na planta, maior no segundo corte comparado ao primeiro corte.

O capim marandu apresentou alta tolerância à toxidez de Mn, atingindo alto teor foliar na parte aérea sem afetar o crescimento da planta.

ABSTRACT: The cultivation of pastures in Brazil is mostly done with the species *Brachiaria spp.* However, there is little research on nutrition with manganese for this forage. It was aimed to assess the effects of manganese in the development and nutrition of marandu grass. The experimental design used was fully randomized, consisting of five rates of manganese (0, 15, 30, 60 e 120 mg dm⁻³) and four repetitions. The experimental unit was formed in a vase filled with a Red Latosol dystrophic. There were two cuts, the first after 38 days of transplanting seedling and the second 30 days after

the first cut. Was evaluated the content of manganese leaf, the dry mass of the shoot, the number of tillers and the leaf area. The levels of manganese increased its accumulation in the plant, second cut compared to the first cut. The marandu grass showed high tolerance to manganese toxicity, reaching a high leaf content in the shoot without affecting plant growth.

KEYWORDS: *Brachiaria brizantha*. Pasture. Nutrition. Micronutrient. Fertility.

REFERÊNCIAS

- BONFIM, E. M. S.; FREIRE, F. J.; SANTOS, M. V. F.; SILVA, T. J. A.; FREIRE, M. B. G. S. Níveis críticos de fósforo para *Brachiaria brizantha* e suas relações com características físicas e químicas em solos de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 281-288, 2004.
- BOUCHER, A. M.; WATZIN, M. C. Toxicity identification evaluation of metal-contaminated sediments using an artificial pore-water containing dissolved organic carbons. **Environmental Toxicology & Chemistry**, New York, v. 18, p. 509-518, 1999.
- BOWLER, C.; VAN CAMP W.; VAN MONTAGU M.; INZE, D. Superoxide dismutase in plants. **Critical Reviews in Plant Sciences**, Philadelphia, v. 13, p. 199-218, 1994.
- BROSSARD, M.; BARCELLOS, A. O. Conversão do cerrado em pastagens cultivadas e funcionamento de Latossolos. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, v. 22, p. 153-168, 2005.
- BUHEL C.; BARBER J.; ANANYEV G.; ESHAGHI S.; WATT, R.; DISMUKE, C. Photoassembly of the manganese cluster and oxygen evolution from monomeric and dimeric CP47-reaction center photosystem II complexes. *Proceedings of the National Academy of Science*, Washington, v. 96, p. 14288-14293, 1999.
- DOYLE, C. J.; PABLO, F.; LIM, R. P.; HYNE, R. V. Assessment of metal toxicity in sediment pore water from Lake Macquarie, Australia. **Environmental Contamination & Toxicology**, New York, v. 44, p. 343-350, 2003.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ed. Rio de Janeiro, 2006. 306 p.
- FOLLETT, R. F.; PETERSON, G. A. Surface soil nutrient distribution as affected by wheat-fallow tillage systems. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v. 52, p. 141-147, 1988.
- FOY, C. D.; CHANEY, R. L.; WHITE, M. C. The physiology of metal toxicity in plants. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 29, p. 511-566, 1978.
- FOY, C. D. Differential aluminium and manganese tolerances of plant species and varieties in acid soils. **Ciência e Cultura**, Campinas, v. 28, n. 2, p. 150-155, 1976.
- FOY, C. D. Physiological effects of hydrogen, aluminum and manganese toxicides in acid soil. In: Adams, F. (Ed.), *Soil Acidity and Liming*, 2 ed., Agronomy Monograph, n. 12. p. 57-97, 1984.
- HORST, W. J. The physiology of manganese toxicity. In: GRAHAM, R.D., HANNAM, R. J.; UREN, N. C., Editors, 1988. *Manganese in Soils and Plants*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 175-188, 1988.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário**. Secretaria de Planejamento da Presidência da República. Rio de Janeiro. 2006.

- KOHNO, Y., FOY, C. D., FLEMING, A. L. AND KRIZEK, D. T. Effect of Mn concentration on the growth and distribution of Mn and Fe in two bush bean cultivars grown in solution culture. **Journal of Plant Nutrition**, Philadelphia, v. 7, p. 547-566, 1984.
- LI, T. Y.; XIONG, Z. T. Cadmium-induced colony disintegration of duckweed (*Lemna paucicostata* Hegelm.) and as biomarker of phytotoxicity. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, Oxiford, v. 59, p. 174-179, 2007.
- LINDON, F. C.; BARREIRO, M. G.; RAMALHO, J. C. Manganese accumulation in rice: implications for photosynthetic functioning. **Journal of Plant Physiology**, Oxiford, v. 161, p. 1235-1244, 2004.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 2. ed., ver. e atual. p. 148-241, 1997.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2ed. London: Academic, 1995, 889 p.
- MESQUITA, E. E.; PINTO, J. C.; FURTINI NETO, A. E.; SANTOS, Í. P. A.; TAVARES, V. B. Teores críticos de fósforo em três solos para o estabelecimento de capim-Mombaça, capim-Marandu e capim-Andropogon em vasos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 290-301, 2004.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th rev. ed. Washigton National Academy of Science, 2001, p. 140.
- NOVAES, N. J. **Efeitos de micro e macronutrientes em capim-colônia cultivado num solo de campo cerrado**. Piracicaba, 1977. 93p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- OLIVEIRA, P. P. A.; MARCHESIN, W.; LUZ, P. H. C.; HERLING, V. R. **Guia de identificação de deficiências nutricionais em *Brachiaria brizantha* cv. marandu**. Comunicado Técnico 76, São Carlos, 2007. 38p.
- PONNAMPERUMA, F. N.; LANTIN, R. S. **Diagnoses and amelioration of nutritional disorders of rice**. Los Baños, IRRI, 1985. 20p.
- PRADO, R. M. **Manual de nutrição de plantas forrageiras**. Jaboticabal: FUNEP, 2008.500 p.
- PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: Editora UNESP, p.245-258. 2008a.
- RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2ed. Campinas, Instituto Agronômico & Fundação IAC, 1997. 285 p.
- RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C. de; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para Avaliação da Fertilidade de Solos Tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 2001. 285 p.
- SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1974. 56 p.
- SPILLER, S. C., CASTELFRANCO, A. M.; CASTELFRANCO, P. A. Effects of iron and oxygen on chlorophyll biosynthesis. I. In vivo observations on iron and oxygen-deficient plants. **Plant Physiology**, Rockville, v. 69, p. 107-111, 1982.
- 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. (Org.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2ed. Campinas: Instituto Agronômico e Fundação IAC, 1996. 255p. (Boletim técnico, 100).

WISSEMEIER, A. H.; HORST, W. J. Effect of light intensity on manganese toxicity symptoms and callose formation in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 143, p. 299-309, 1992.

WUNSCH, C.; BARCELLOS, J. O. J.; PRATES, Ê. R.; GRECELLÉS, R. A.; COSTA, E. C. Microminerais para bovinos de corte nas pastagens nativas dos Campos de Cima da Serra, RS, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, p. 903-908, 2005.