

Teor de manganês na parte aérea de cinco gramíneas forrageiras⁽¹⁾

Fillipe Vieira Araújo⁽²⁾, Bárbara Olinda Nardis⁽³⁾, Enilson de Barros Silva⁽⁴⁾, Sandra Silva do Nascimento⁽⁵⁾, Júlia Beatrice Lucas Brito⁽⁶⁾, Felipe Galuppo Fonseca⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do CNPq.

⁽²⁾ Mestrando em Ciência Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM; Rodovia MGT 367, km 583, nº 5000, Alto da Jacuba, Diamantina-MG, CEP 35020-220, Diamantina - MG, E-mai: fillipe-vieira@oi.com.br; ⁽³⁾ Estudante Agronomia; Departamento de Agronomia; UFVJM barbara.olinda@yahoo.com.br ;

⁽⁴⁾ Professor, DSc. em Produção Vegetal; Departamento de Agronomia; UFVJM, E-mail: ebsilva@ufvjm.edu.br ; ⁽⁵⁾ Mestre em Produção Vegetal ; UFVJM sandrassn@gmail.com, galuppo@hotmail.com ; ⁽⁶⁾ Estudante Engenharia Florestal, UFVJM juliabeatrice@yahoo.com.br .

RESUMO: Nos solos brasileiros é mais comum a ocorrência de toxidez de Mn que a deficiência, sendo este elemento essencial ao desenvolvimento das plantas. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o teor de Mn na parte aérea de cinco gramíneas forrageiras cultivadas em solo contaminado. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, utilizando-se um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. Foram utilizadas cinco gramíneas forrageiras (*Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés e cv. Marandu, *Panicum maximum* Jacq cv. Tanzânia e *Panicum maximum* cv. Aruana) e quatro doses de Mn (0, 50, 150 e 450 mg kg⁻¹ de solo) na forma de cloreto de manganês p.a. O período experimental foi de 90 dias. A massa seca da parte aérea foi coletada, moída e determinada o teor de Mn em cada corte. As equações de regressão foram ajustadas para o teor de Mn em função das doses de Mn e foi obtido no nível crítico de toxidez (NCT) substituindo a dose crítica de toxidez (DCT) nas equações. Os teores de Mn encontrados nas forrageiras variam entre 457,0 e 4103,6 mg kg⁻¹. A sequência de tolerância de Mn em ordem decrescente das forrageiras foi Basilisk, Aruana, Xaraés, Marandu e Tanzânia.

Termos de indexação: Metal pesado, contaminação, forrageira.

INTRODUÇÃO

O manganês é um elemento essencial para o desenvolvimento normal dos vegetais superiores, apesar de ser absorvido em quantidades relativamente baixas (Pellegrino et al., 1962). Embora esse satisfaça o critério direto de essencialidade, quando em altas concentrações, na sua forma trocável e solúvel, pode levar os tecidos vegetais a apresentarem quantidades tóxicas do nutriente, afetando severamente a parte aérea das plantas e o acúmulo nas folhas (Foy, 1973; Pavan & Bingham, 1981; Salvador et al., 2003).

Os problemas de toxidez de Mn nos solos brasileiros são mais comuns que os de deficiência, fazendo com que o conhecimento da sua disponibilidade no solo e para a planta tenha importância fundamental para o seu correto manejo. A redistribuição do Mn na planta é limitada, de modo que os sintomas de deficiência surgem em folhas novas, mesmo que as folhas velhas contenham altas concentrações desse elemento (Pereira et al., 2001; Leite et al., 2003). O aumento da sua disponibilidade no solo implica em aumento do seu teor na parte aérea da planta. A toxicidade de Mn reduz a produção de clorofila e a capacidade fotossintética, comprometendo assim o crescimento das raízes e a produção de matéria seca total (Smith et al., 1983; Leite et al., 2003).

Considerando tais fatores o objetivo do presente trabalho foi avaliar o teor de Mn na massa seca da parte aérea em cinco gramíneas forrageiras cultivadas em solo contaminado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), em Diamantina/MG. O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (Embrapa, 2006), coletado na camada subsuperficial (0,20-0,40 m) no município de Diamantina/MG, que foi destorroado, secado ao ar e passado em peneira de 5 mm de abertura. Foi tomada uma subamostra e passada em peneira de 2 mm de abertura, constituindo-se, assim, terra fina seca ao ar para análises químicas (Silva, 2009) e de textura do solo (Embrapa, 1997) (Tabela 1).

A calagem foi para elevar a saturação por bases para 45% conforme recomendação de Alvarez V. e Ribeiro (1999) com calcário dolomítico. Permaneceu incubado por 30 dias, sob condição de umidade equivalente a 60% do volume total de poros (VTP) (Freire et al., 1980), controlada por pesagem diária. A adubação básica de plantio foi conforme recomendação de Malavolta (1980) para experimento de vaso. Os nutrientes foram aplicados

na forma de reagentes p.a. e misturados totalmente ao solo. As doses aplicadas consistiram de: 100 mg N ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$); 200 mg P ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$); 150 mg K (KCl); 50 mg S ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$); 1 mg B (H_3BO_3), 1,5 mg Cu (CuCl_2), 5,0 mg Fe ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ -EDTA) e 4 mg Zn (ZnCl_2) por kg de solo com incubação por 15 dias.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. Foram utilizadas cinco gramíneas forrageiras (*Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés e cv. Marandu, *Panicum maximum* Jacq cv. Tanzânia e *Panicum maximum* cv. Aruana) e quatro doses de Mn (0, 50, 150 e 450 mg kg^{-1} de solo) na forma de cloreto de manganês p.a. O metal pesado foi aplicado após a calagem e a adubação básica de plantio com incubação do solo por 15 dias sob condição de umidade equivalente a 60% do VTP (Freire et al., 1980), controlada por pesagem diária.

O plantio das forrageiras foi realizado com semeadura direta nos vasos plásticos contendo 3 dm^3 do solo. A umidade do solo foi mantida em torno de 60% do VTP, aferida diariamente através de pesagem, completando-se o peso com água deionizada.

As plantas para avaliação foram cultivadas em três períodos de crescimento. Aos 30 dias do corte de uniformização, foi efetuado o primeiro (1^a) corte de avaliação, a 0,03 m do colo das plantas, o segundo (2^o) corte ocorreu 30 dias após o primeiro, enquanto o terceiro (3^o) aos 30 dias após o segundo corte. Foram feitas três adubações de cobertura com 50 mg N (uréia) por kg de solo a cada 10 dias, após o corte de uniformização no primeiro período de crescimento e cinco adubações de N com 60 mg N (uréia) por kg de solo para os dois últimos períodos de crescimento das forrageiras. Após efetuar o último corte, aos 90 dias do corte de uniformização, foi coletado o coleto (material de 0,03 m restante que recebeu os três cortes da parte aérea) e as raízes.

O material vegetal coletado foi separado por tratamentos e repetições, lavadas em água de torneira, solução de detergente neutro, solução de HCl 0,1 mol L^{-1} e posteriormente em água deionizada e acondicionado em sacos de papel armazenados em estufa com circulação forçada de ar, à temperatura de 65 C, durante 72 horas. Após a secagem, o material foi pesado em balança analítica, obtendo o peso de massa seca da parte aérea (três cortes). Os materiais vegetais foram moídos e submetidos à análise química para determinação dos teores de Mn na massa seca da parte aérea de cada corte. O material moído foi submetido à digestão nitroperclórica e

determinações segundo metodologia descrita por Malavolta et al. (1997).

Os resultados foram submetidos à análise de variância conjunta que constaram do estudo de doses do metal pesado dentro de cada forrageira. As equações de regressão foram ajustadas para as variáveis em função das doses do metal pesado.

O nível crítico de toxidez (NCT) do metal pesado na MSPA das forrageiras foi estimado substituindo-se a dose crítica de toxidez (DCT) que se referem à dose que provocasse a redução de 10 % no crescimento relativo da massa seca da parte aérea (MSPA) das forrageiras, nas equações que relacionam as doses do metal pesado com essas variáveis

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aumento nos teores de Mn foi verificado na massa seca da parte aérea (MSPA) em função das doses crescentes de Mn aplicadas ao solo (**Figura 1**). Analisando a maior dose (450 mg kg^{-1}), e de acordo com o coeficiente das equações ajustadas, os teores de Mn na MSPA variaram entre 457,0 para cv. Marandu a 4.103,6 mg kg^{-1} para cv. Tanzânia. Os resultados dos teores de Mn na MSPA no presente estudo foram superiores a faixa adequada de Mn para gramíneas forrageiras, entre 80 a 300 mg kg^{-1} na massa seca (Martinez et al., 1999).

Em seu estudo Puga et al. (2011), observou uma tendência parecida com a encontrada neste estudo, ou seja, as doses (0, 30, 60, 90 e 120 mg kg^{-1}) de manganês aplicadas aumentaram a concentração desse micronutriente no solo de forma linear. Segundo o autor, embora tenha ocorrido variação no teor de Mn no solo, mesmo nos tratamentos que não receberam aplicação deste nutriente, ela não foi relevante, pois os teores ainda são classificados como baixos. Possivelmente, esse aumento pode ter recebido contribuição dos fertilizantes aplicados (como o superfosfato simples), que podem apresentar resíduos de Mn.

Ainda segundo Puga et al. (2011), para a dose de 120 mg dm^{-3} , o teor de Mn na MSPA chegou a 14 mg dm^{-3} , o que, segundo o autor Raij et al. (1997) citado no texto, é considerado alto. Entretanto, mesmo nas maiores doses, houve baixa eficiência para elevação dos teores, provavelmente pela aplicação inicial de calcário, visando a elevar a saturação por bases a 60% e pela alta adsorção de Mn ao solo.

Já Sylvestre et al. (2011), verificou uma tendência diferente. O decréscimo com ajuste linear na matéria seca da parte aérea de Tanzânia (2 cortes) em função das doses de Mn. Segundo o autor isto

pode ser justificado pelo crescimento do sistema radicular, a qual no primeiro corte não se encontrava completamente desenvolvido, já no segundo corte as plantas estavam com o sistema radicular desenvolvido, abrangendo, desta forma, maior área do vaso, absorvendo mais nutrientes. No primeiro corte, Sylvestre et al. (2011), observou que para a dose aplicada de Mn de 15 e 120 mg dm³ provocou incremento no teor foliar deste nutriente na planta com ajuste do modelo linear de regressão, variando de 340 a 1.238 mg kg⁻¹ de Mn, para as doses, de 15 e 120 mg dm⁻³ respectivamente, não provocando sintomas visuais de desordem nutricional. No segundo corte, análogo ao primeiro, houve incremento com ajuste linear no teor foliar com as doses do nutriente, variando de 340 a 1.418 mg kg⁻¹ de Mn, para as doses de 15 e 120 mg dm⁻³, respectivamente, maior que o teor adequado (40 à 250 mg kg⁻¹), sugerido por Werner et al. (1996). O autor diz que os altos teores de Mn obtidos nas plantas, nos dois ciclos de crescimento da cultura, devem-se ao alto teor de Mn no solo após aplicação dos tratamentos.

Quanto ao nível crítico de toxidez (NCT) na MSPA, os valores variaram de 300,0 a 1.123,7 mg kg⁻¹ de Mn, para as cultivares Marandu e Basilisk, respectivamente, o que demonstra para esta última maior tolerância ao metal pesado. Estes resultados estão de acordo com os observados na DCT para estas forrageiras pelo crescimento relativo da MSPA (**Figura 1**). As diferentes espécies de vegetais submetidas a condições semelhantes de crescimento e de exposição a metais pesados reagem de forma diferente em função de suas especificidades na absorção, acumulação e tolerância aos elementos (Martin et al., 2006).

Mingotte et al. (2011), encontrou o nível crítico de deficiência de Capim-Mombaça igual a 573 mg kg⁻¹ para o primeiro corte e 329 mg kg⁻¹ no segundo corte. Notou-se ainda que o Capim-Mombaça apresentou alta tolerância à toxicidade, pois o teor de Mn na parte aérea no segundo corte associado com a redução de 10% da produção máxima de massa seca foi de 841 mg kg⁻¹. Estima-se que o teor de Mn no solo correspondente ao teor foliar no segundo corte (841 mg kg⁻¹) esteve associado com teor de 62 mg dm⁻³, o que é muito maior que o indicado como teor adequado (1,2 a 5 mg dm⁻³), segundo interpretação de Raij et al. (1997).

CONCLUSÕES

Os teores de Mn encontrados nas forrageiras variam entre 457,0 e 4.103,6 mg kg⁻¹, para a menor e maior dose aplicada, respectivamente.

A sequência de tolerância de Mn em ordem decrescente das forrageiras foi Basilisk, Aruana, Xaraés, Marandu e Tanzânia.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ V., V. H.; RIBEIRO, A. C. Calagem. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (ed.). Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. Viçosa: CFSEMG, 1999. p.43-60.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: SPI, 2006. 306p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análise do solo. Brasília: Produção de Informação, 1997. 212p.
- FOY, C. D. Manganese and plants. In:____. Manganese. Washington. National Academy of Sciences, 1973, p.51-76.
- FREIRE, J. C.; RIBEIRO, M. A. V.; BAHIA, V. G.; LOPES, A. S.; AQUINO, L. H. Resposta do milho cultivado em casa de vegetação a níveis de água em solos da região de Lavras (MG). Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.4, n.1, p. 5-8, 1980.
- LEITE, U. T., AQUINO, B. F., ROCHA, R. N. C., SILVA, J., Níveis críticos de boro, cobre, manganês e zinco em milho, Bioscience Journal, Uberlândia - MG, v. 19, n. 2, p.112-125, 2003.
- MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. Piracicaba: Ceres, 1980. 251p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.
- MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006.638 p.
- MARTINS, D.; VOLLENWEIDER, P., BUTTLER, A.; GÜNTARDT-GOERG, M. Bioindication of heavy metal contamination in vegetable gardens. Forest, Snow and Landscape Research, Suíça, v.2, n.80, p.169-180, 2006.
- MARTINEZ, H. E. P.; CARVALHO, J. G.; SOUZA, R. B. Diagnose foliar. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P. T. G., ALVAREZ V., V.H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. Viçosa: CFSEMG, 1999. p. 143-168.
- MINGOTTE, F. L. C.; SANTOS, C. L. R.; PRADO, R. M.; FLORES, R. A.; TOGORO, A. H.; SILVA, J. A. S.; POLITI, L. S.; PINTO, A. S.; AQUINO, D. S. Manganês na nutrição e na produção de massa seca do CAPIM-MOMBAÇA.

Bioscience Journal, Uberlândia, v. 27, n. 6, p. 879-887, 2011.

PAVAN, M.A; BINGHAM, F. T. Toxidez de metais em plantas I. Caracterização de toxidez de manganês em cafeeiros. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.16, p. 815-821, 1981.

PELLEGRINO, D., CATANI, R. A., BERGAMIN FILHO, H.; GLÓRIA, N. A., 1962 - A absorção de manganês pela cana de açúcar, Co 419, em função da idade. Anais da ESALQ., 19: 245-261, 1962.

PEREIRA, G. D. ; BERTONI, J. C.; CARVALHO, J. G.; MORAIS, A. R. Doses e modos de adubação com manganês e seus efeitos na produção da cultura do arroz. Revista Brasileira de Ciencia do Solo, Campinas, v.25, n.3, p.625-633, 2001.

PUGA, A. P. et al . Efeitos da aplicação de manganês no crescimento, na nutrição e na produção de matéria seca de plantas de Brachiaria brizantha (cv. MG4) em condições de casa de vegetação. Revista Ceres, Viçosa, v. 58, n. 6, 2011.

RAIJ B. V.,; CANTARELLA H. Q. J .A; FURLANI A. M. C. (1997) Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. 2ª ed. Campinas, IAC. 285p. (Boletim Técnico, 100).

SILVA, F. C. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2.ed. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2009. 627p.

SMITH, G. S.; EDMEADS, D. C.; UPSDELL, M. Manganese status of New Zeland pastures. Toxicity n ryegrass, white clover and Lucerne. New Zeland. Journal Agricultural Research, Wellington, v.26, n.2, p.215-221, 1983.

SYLVESTRE, T. B.; KUHNEN, F.; SILVA, E. R.; MARTINS, P. E. S.; GALATTI, F. S.; PRADO, R. M. Resposta do Capim-Tanzânia à aplicação de manganês. Bioscience Journal, Uberlândia, v.28, n.5, p. 684-691, 2011.

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 Agrônômico e Fundação IAC, 1996. 255p. (Boletim técnico, 100).

Tabela 1. Análise de química e de textura do solo antes da aplicação dos tratamentos.

pH água	P	K	Mn	Ca	Mg	Al	T	m	V	MO	Areia	Silte	Argila
	----- mg dm ⁻³ -----			----- cmol _c dm ⁻³ -----				---- % -----		g dm ⁻³	----- g kg ⁻¹ -----		
5,9	0,4	6	1,1	0,7	0,1	0,1	8,1	11	10	0,4	730	700	200

pH água - Relação solo-água 1:2,5. P e K - Extrator Mehlich-1. Ca, Mg e Al - Extrator KCl 1 mol L⁻¹. T - Capacidade de troca de cátions a pH 7,0. m - Saturação de alumínio. V - Saturação por bases. MO - Matéria orgânica determinado através da multiplicação do resultado do carbono orgânico pelo método *Walkey-Black* por 1,724. Areia, silte e argila - Método da pipeta.

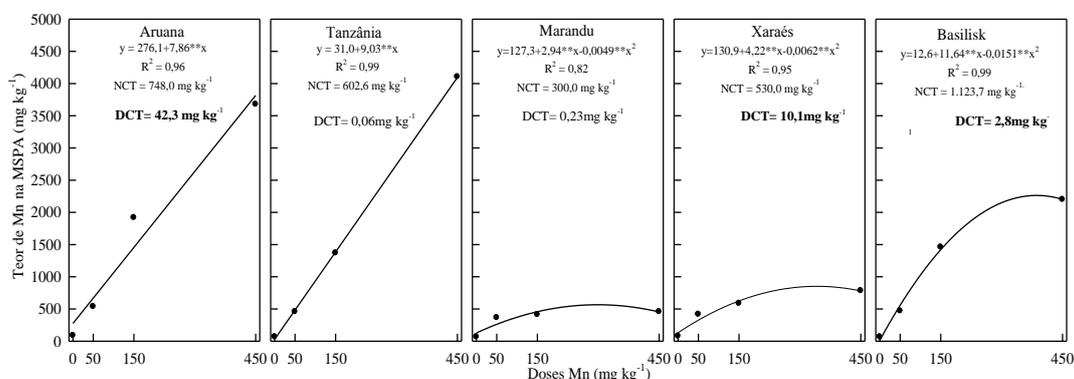


Figura 1. Teor de Mn na massa seca da parte aérea (MSPA) de cinco gramíneas forrageiras em função de doses de Mn aplicadas no solo e nível crítico de toxidez (DCT) num período de 90 dias após o corte de uniformização. (** significativo a 1% pelo teste t).



XXXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO

28 de julho a 2 de agosto de 2013 | Costão do Santinho Resort | Florianópolis | SC