



Crescimento de plantas de *Brachiaria humidicula* em função do uso de Mn-fertilizante⁽¹⁾

Gustavo de Melo Oliveira Gonçalves⁽²⁾; Rilner Alves Flores⁽³⁾; Everton Martins Arruda⁽⁴⁾; Rosana Alves Gonçalves⁽²⁾; Marcelo Ribeiro Zucchi⁽⁴⁾; Ricardo Alexandre Florentino Barbosa⁽²⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Goiás.

⁽²⁾ Mestrando do curso de Pós-Graduação em Agronomia (Solo e Água), Universidade Federal de Goiás; Goiânia, Goiás. E-mail: gustavogo15@hotmail.com

⁽³⁾ Professor da Escola de Agronomia; Universidade Federal de Goiás; Goiânia, Goiás;

⁽⁴⁾ Doutorando do curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Goiás; Goiânia, Goiás.

RESUMO: Informações sobre o manejo da adubação com micronutrientes em forrageiras na região do Cerrado ainda são muito incipientes, principalmente em relação ao manganês. Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar o crescimento vegetativo da *Brachiaria humidicula* em dois cortes submetida a fertilizações contendo o manganês. O estudo foi realizado em casa de vegetação com delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), constituídos por cinco doses de manganês, sendo 0 (controle), 15, 30, 60 e 120 mg dm⁻³, com quatro repetições. Aos 60 dias após a semeadura, realizou-se o primeiro corte das plantas, determinando a altura das plantas e a área foliar. Aos 34 dias após o primeiro corte, foi realizado o segundo corte, e do mesmo modo que no primeiro corte, também foram realizadas as avaliações de altura e área foliar da *Brachiaria humidicula*. Nas condições atuais do estudo, a dose de 60 mg dm⁻³ de Mn no solo promove incrementos de 69 e 34% na altura das plantas de *Brachiaria humidicula* no primeiro e segundo corte, respectivamente. Da mesma forma, há um incremento de 13% na área foliar do segundo corte da forrageira. O aumento no fornecimento de Mn-fertilizante ao solo promove efeito prejudicial à forrageira com redução de 25 e 29% da altura das plantas, além de redução de 14% para área foliar em relação à dose de melhor respostas da cultura (60 mg dm⁻³). Ainda, a aplicação de 120 mg dm⁻³ de Mn provocou sintomas característicos de toxidez, como a presença de pontuações marrons e enrolamento das pontas das folhas.

Termos de indexação: Micronutrientes, pastagens, nutrição mineral.

INTRODUÇÃO

A sustentabilidade em sistemas de produção agropecuária envolve práticas de manejo que visam à ciclagem de nutrientes. Assim, torna-se importante a reposição mineral com micronutrientes, principalmente em sistemas

direcionados para altas produtividades de forrageiras cultivadas solteiras ou em consórcios com leguminosas (Vilela et al., 2007). Este fato, principalmente no que diz respeito à fertilização com manganês (Mn), uma vez que, é o segundo micronutriente mais exigido pelos vegetais (Malavolta, 2006).

O Mn é um elemento essencial para o crescimento e desenvolvimento das plantas, atuando como cofator para a ativação enzimática de vários processos como a fotossíntese, biossíntese de lipídios e estresse oxidativo (Malavolta, 2006; Prado, 2008; Marschner, 2012; Socha e Guerinot, 2014). É considerado um metal pesado de transição essencial, sendo que baixos níveis podem ocasionar problemas de deficiências nutricionais e altos níveis podem causar toxicidade em plantas (Ducic e Polle, 2005).

Outro fator que favorece o desequilíbrio nutricional de Mn no solo é a forma como é feita a fertilização mineral com Mn, sendo que a maioria das vezes é realizada de forma preventiva, sem conhecimento da quantidade presente no solo e a exigência nutricional em Mn pelas culturas, fazendo com que a oferta seja insuficiente ou excessiva para as culturas (Schmidt et al., 2013).

A *Brachiaria humidicula* tem apresentado grande expansão no trópico úmido sul-americano em decorrência de sua alta capacidade de adaptação a solos ácidos e de baixa fertilidade natural (Martins et al., 2013), o que implica na necessidade de pesquisas com esta espécie na região do cerrado goiano.

Com isso, diante das poucas informações sobre a nutrição com manganês em plantas forrageiras, especialmente com gênero *Brachiaria* (Syn. *Urochloa*), o objetivo foi avaliar o crescimento vegetativo da *Brachiaria humidicula* em dois cortes submetida a fertilizações contendo o manganês.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em casa de vegetação na Universidade Federal de Goiás, com as coordenadas 16° 35' de latitude sul e 49° 21' de



latitude oeste. O clima da região é o tipo climático Aw (Megatérmico) ou tropical de savana, com invernos secos e verões chuvosos, de acordo com a classificação de Köppen. Aproximadamente 730 m de altitude e precipitação média anual de 1600 mm.

Os tratamentos foram constituídos por doses de manganês (Mn), sendo 0 (controle), 15, 30, 60 e 120 mg dm⁻³, na forma de sulfato de manganês (35,5% de Mn), dispostos em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições. Cada unidade experimental foi constituída por um vaso com capacidade de 4 dm³, preenchido com 3,5 dm³ de amostras de um Latossolo Vermelho distrófico argiloso (Embrapa, 2013), oriundo da camada superficial do solo (0-0,2m de profundidade). A análise química inicial do solo apresentou as seguintes propriedades: pH: 5,0; Matéria Orgânica: 2,0 g dm⁻³; P: 5,5 mg dm⁻³; K: 60 mmol_c dm⁻³; Ca: 2,7 mmol_c dm⁻³; Mg: 0,5 mmol_c dm⁻³; B: 0,21 mg dm⁻³; Cu: 2,8 mg dm⁻³; Fe: 82 mg dm⁻³; Mn: 44 mg dm⁻³; Zn: 4,6 mg dm⁻³; (H+Al): 1,8 mmol_c dm⁻³; CTC: 5,2 mmol_c dm⁻³; Saturação de bases (V%): 65,1%, com 432 g kg⁻¹ de argila.

Realizou-se calagem no dia 02 de agosto de 2014, utilizando-se calcário calcinado (CaO=58,5%; MgO=9%; PN=127%; PRNT=99,4%), objetivando atingir saturação de bases (V%) igual a 80, mantendo a massa de solo úmida (60% da capacidade de retenção), incubada durante período de 30 dias.

A adubação básica foi realizada em forma de solução nutritiva com as seguintes doses de micronutrientes: 1,5 mg dm⁻³ de Cu (CuSO₄.5H₂O p.a.), 0,8 mg dm⁻³ de B (H₃BO₃ p.a.), 0,15 mg dm⁻³ de Mo (NaMoO₄.2H₂O p.a.), 4,0 mg dm⁻³ de Fe [Fe₂(SO₄)₃.4H₂O p.a.] e 5,0 mg dm⁻³ de Zn (ZnSO₄ p.a.) (Mesquita et al., 2004). Ainda, foram aplicadas no solo as seguintes doses de macronutrientes: 305 mg dm⁻³ de P, na forma de superfosfato simples (Mesquita et al., 2004); 150 mg dm⁻³ de N na forma de ureia, sendo parte aplicada na sementeira (100 mg dm⁻³ de N) e o restante (50 mg dm⁻³ de N), aos 30 dias após a sementeira, de acordo com Mesquita et al. (2004); e 200 mg dm⁻³ de K (KCl p.a.) (Bonfim et al., 2004). Os tratamentos (doses de Mn) foram aplicados na superfície do solo e incorporados a 10 cm de profundidade na época da emergência das plantas.

Realizou-se a sementeira da *Brachiaria humidicula* no dia 04 de setembro de 2014 e, após 10 dias da emergência, foi feito o desbaste mantendo 5 plantas por vaso. A irrigação foi feita com água deionizada pelo método de pesagens dos vasos, mantendo a umidade correspondente a 60% da capacidade de retenção.

As plantas da forrageira foram avaliadas diariamente quanto à sintomatologia de desordem nutricional e, aos 60 dias após a sementeira,

realizou-se o primeiro corte das plantas, determinando a altura das plantas e a área foliar. A altura foi obtida utilizando uma régua adequada e medindo-se o maior perfilho de cada planta, partindo da base até a inserção da última folha, realizando-se a média para cada vaso. Aos 34 dias após o primeiro corte, foi realizado o segundo corte, e do mesmo modo que no primeiro corte, também foram realizadas as avaliações de altura e área foliar da parte aérea da *Brachiaria humidicula*.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, utilizando o software SISVAR (Ferreira, 2008) e, em seguida, aplicou-se a análise de regressão polinomial. Foram testados os modelos matemáticos lineares e quadráticos, com a aplicação do que proporcionou melhor ajuste aos dados, adotando-se como critério para escolha do modelo a magnitude dos coeficientes de regressão significativos a 5% de probabilidade pelo teste t. Os pontos de máxima foram calculados por derivação das equações significativas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de manganês (Mn) no solo afetou a altura das plantas de *Brachiaria humidicula* tanto no primeiro quanto no segundo corte da forrageira. Nota-se que após a análise de regressão, houve um ajuste quadrático significativo a 1% de probabilidade, sendo que a altura máxima obtida no primeiro corte foi de 22,91 cm com o uso de 68,79 mg dm⁻³ de Mn, enquanto que no segundo corte a altura máxima foi de 17,41 cm obtida com a dose de 63,91 mg dm⁻³ de Mn, respectivamente (**Figura 1**).

O aumento na altura da forrageira foi de aproximadamente 77 e 35% com as doses de 69 e 64 mg dm⁻³ de Mn, respectivamente. Os maiores níveis de Mn são encontrados nos locais de crescimento dos vegetais, pois o elemento concentra-se principalmente nos tecidos meristemáticos (Vitti et al., 2006) e como a redistribuição de Mn pelo floema das plantas é limitada (Prado, 2008; Marschner, 2012), nota-se que as respostas da forrageira à aplicação de Mn ocorre principalmente na altura das plantas *Brachiaria humidicula*.

A área foliar (AF) da parte aérea no primeiro corte da *Brachiaria humidicula* não foi afetada pelas doses de manganês aplicadas no solo, a qual apresentou valor médio de 64,65 cm². Entretanto, no segundo corte, as doses de manganês afetaram a AF da forrageira, atingindo 121,57 cm² com o uso da dose de 51,70 mg dm⁻³, ou seja, um incremento de aproximadamente 17% em relação ao valor inicial, 103,93 cm² (**Figura 2**).

O aumento da absorção de Mn pelas plantas em função da maior disponibilidade deste nutriente no



solo aumenta a síntese de carboidratos não estruturais (Marschner, 2012) e, conseqüentemente a de lignina resultando em folhas consistentes (Doncheva et al., 2009), o que promove incrementos significativas na AF. Todavia, o excesso de Mn é prejudicial aos vegetais podendo reduzir significativamente a biomassa foliar (Marschner, 2012) pela degradação das clorofilas (Papadakis et al., 2007) e por conseqüência, menor eficiência de carboxilação (Millaleo et al., 2013).

Não foram verificados sintomas de deficiência de manganês nas plantas que estiveram sem fertilização com Mn, o que pode se relacionar à quantidade presente no solo antes do experimento (44 mg dm^{-3}), suficiente para suprir a necessidade de Mn para as plantas (Raij et al., 2011).

No primeiro corte quando a dose utilizada foi de 120 mg dm^{-3} surgiram sintomas visuais de toxidez de Mn somente pela redução do crescimento vegetal das plantas. Porém, no segundo corte, além da redução do crescimento das plantas, foram observados sintomas graves de desordens nutricionais, como a presença de pontuações marrons (Socha e Guerinot, 2014) e enrolamento das pontas das folhas (Malavolta, 2006; Prado, 2008), além de redução drástica de crescimento e biomassa vegetal (Marschner, 2012).

CONCLUSÕES

A fertilização com altas doses de manganês no solo (120 mg dm^{-3}) promove efeito prejudicial à forrageira com redução de 25 e 29% na altura das plantas e redução de 14% para área foliar, além de apresentar sintomas característicos de toxidez as plantas. No entanto, recomenda-se a aplicação de até a dose de 60 mg dm^{-3} de manganês no solo, pois ocorre aumentos de 69 e 34% na altura das plantas de *brachiaria humidicola* no primeiro e segundo corte, respectivamente, além de aumento de 13% na área foliar do segundo corte.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem as agências de fomento pelo auxílio através de bolsas e financiamento para a divulgação do trabalho: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) e à Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG).

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, 28:281-288, 2004.

DUCIC, T. & POLLE, A. Transport and detoxification of manganese and copper in plants. Brazilian Journal of Plant Physiology, 17:103-112, 2005.

DONCHEVA, S. N.; POSCHENRIEDER, C.; STOYANOVA, Z. L.; GEORGIEVA, K.; VELICHKOVA, M.; BARCELÓ, J. Silicon amelioration of manganese toxicity in Mn-sensitive and Mn-tolerant maize varieties. Environmental and Experimental Botany, 65:189-197, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema Brasileiro de classificação de Solos. 3.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 350p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: Um programa para análises e ensino de estatística. Revista Científica Symposium, 6:36-41, 2008.

MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638p.

MARSCHNER, P. Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, Boston. 2012, 651p.

MARTINS, C. D. M.; EUCLIDES, V. P. B.; BARBOSA, R. A.; MONTAGNER, D. B.; MIQUELOTO, T. Consumo de forragem e desempenho animal em cultivares de *Urochloa humidicola* sob lotação contínua. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 48:1402-1409, 2013.

MESQUITA, E. E.; PINTO, J. C.; FURTINI Neto, E.; SANTOS, I. 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, 33:290-301, 2004.

MILLALEO, R.; REYES-DÍAZ, M.; ALBERDI, M.; IVANOV, A. G.; KROL, M.; HUNER, N. P. A. Excess manganese differentially inhibits photosystem I versus II in *Arabidopsis thaliana*. Journal of Experimental Botany, 64:343-354, 2013.

PAPADAKIS, I. E.; GIANNAKOULA, A.; THERIOS, I. N.; BOSBALIDIS, A. M.; MOUSTAKAS, M.; NASTOU, A. Mn-induced changes in leaf structure and chloroplast ultrastructure of *Citrus volkameriana* (L.) plants. Journal of Plant Physiology, 164:100-103, 2007.

PRADO, R. M. Nutrição de Plantas. São Paulo: Editora Unesp, 2008. 407p.

RAIJ, B. V. Fertilidade do solo e manejo de nutrientes. Piracicaba: IPNI, 2011. 420p.

SCHMIDT, S. B.; PEDAS, P.; LAURSEN, K. H.; SCHJOERRING, J. K.; HUSTED, S. Latent manganese deficiency in barley can be diagnosed and remediated on

the basis of chlorophyll a fluorescence measurements. *Plant Soil*. 372:417-429, 2013.

Cerrado: Uso Eficiente de Corretivos e Fertilizantes em Pastagens. Planaltina, Embrapa. 2007. p.179-187.

SOCHA, A. L. & GUERINOT, M. L. Mn-euvering manganese: the role of transporter gene family member sin manganese up take and mobilization in plants. *Frontiers in Plant Science*, 5:1-16, 2014.

VITTI, G. C.; OLIVEIRA, D. B.; QUINTINO, T. A. Micronutrientes na cultura da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. Atualização em produção de cana-de-açúcar. CP2, Piracicaba, 2006. p.121-138.

VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B.; SOUZA, D. M. G. de. Adubação potássica e com micronutrientes. In: MARTHA JUNIOR, G.; VILELA, L.; SOUZA, D. M. G. de.

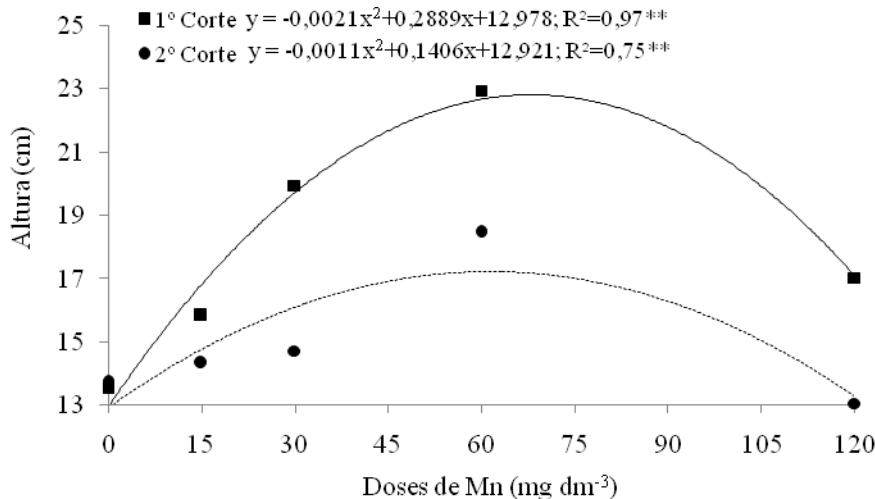


Figura 1 – Altura de plantas de *Brachiaria humidicula*, em função da aplicação de doses de manganês no solo. ** - significativo à 1% de probabilidade pelo teste F.

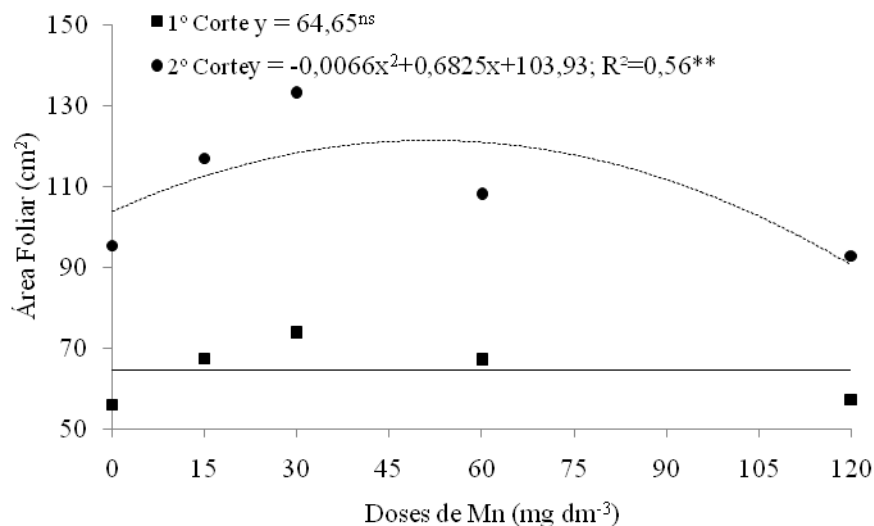


Figura 2 – Área Foliar de plantas de *Brachiaria humidicula*, em função da aplicação de doses de manganês no solo. ^{ns} - Não significativo; ** - significativo à 1% de probabilidade pelo teste F.