

Interferência de diferentes doses de glifosato e níveis de saturação de base na absorção de Zn e Mn na soja RR ⁽¹⁾.

Henrique Soares de Morais⁽²⁾; Vanessa do Amaral Conrad⁽³⁾; Marlene Estevão Marchetti⁽⁴⁾; Ademar Pereira Serra⁽⁵⁾; Simone Cândido Ensinas⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Universidade Federal da Grande Dourados

⁽²⁾ Estudante, FCA/Universidade Federal da Grande Dourados, CEP 79804-970 – Dourados, MS, ryck_1403@hotmail.com; ⁽³⁾ Estudante, FCA/Universidade Federal da Grande Dourados, CEP 79804-970 – Dourados, MS, nessa_conrad@hotmail.com; ⁽⁴⁾ Professora, FCA/Universidade Federal da Grande Dourados, CEP 79804-970 – Dourados, MS, e-mail: marlenemarchetti@ufgd.edu.br; ⁽⁵⁾ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (EMBRAPA-CNPGC) e-mail: ademar.serra@hotmail.com; ⁽⁶⁾ Doutoranda em Agronomia, FCA/Universidade Federal da Grande Dourado, CEP 79.804-970 – Dourados, MS, email: simone_candido@hotmail.com

RESUMO: A acidez do solo é um dos fatores que mais limitam a produtividade das culturas em várias partes do Brasil, inclusive em solos do cerrado. Com os avanços na biotecnologia, foram desenvolvidas variedades de soja tolerantes ao glifosato, conhecidas como soja Roundup Ready. Estes dois assuntos vêm sendo muito discutidos atualmente devido aos seus efeitos quando aplicados erroneamente. Assim, foi levantada a hipótese de que o glifosato aplicado à soja (RR) poderia alterar a eficiência de absorção dos nutrientes na planta, em solos com diferente saturação por base. O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação, na FCA/UFGD, num Latossolo Vermelho distroférico. A unidade experimental foi constituída por vasos contendo 11,5 quilos de substrato com duas plantas de soja por vaso. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições, com os tratamentos arranjados em esquema fatorial 5 x 4, sendo cinco dosagens de glifosato (0; 0,972; 1,944; 2,916 e 3,888 kg i.a. ha⁻¹) e quatro doses de calcário (V% atual do solo; metade da dose para atingir o V% de 70, dose necessária para atingir o V% de 70 e uma vez e meia da dose necessária para atingir o V% de 70). No estágio R2 (pleno florescimento), as plantas foram coletadas e realizaram-se as análises de Zn e Mn da parte aérea da soja RR. Não houve efeito significativo na absorção de zinco e manganês sob diferentes doses de glifosato. No entanto, as diferentes saturações por bases apresentou efeito significativo na absorção de zinco e manganês.

Termos de indexação: micronutrientes; *Glycine max*; calagem.

INTRODUÇÃO

Nos solos ácidos existem problemas de deficiência e/ou toxidez nutricional baixa capacidade de retenção de água e baixa atividade dos microrganismos. Os solos de cerrado, com essas características, apresentam baixa produtividade em estado natural (Silveira et al., 2000). Para incorporação desses solos ao processo produtivo é indispensável o uso adequado de corretivos, como calcário e adubação.

A calagem é uma prática indispensável para a obtenção de alta produtividade em solos ácidos tropicais (Pearson, 1975). Sua importância para a cultura da soja deve-se aos seus efeitos sobre a neutralização da acidez do solo, ao aumento do pH, à redução do alumínio e manganês tóxicos (Mascarenhas et al., 1976), ao aumento da absorção de nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre (Quaggio et al., 1993), ou ainda pelo fato de fornecer cálcio e magnésio como nutrientes.

Nas últimas décadas, os micronutrientes passaram a despertar maior interesse dos técnicos e dos agricultores brasileiros. Paralelamente, vários autores têm estudado sobre a deficiência e a toxidez causadas por esses nutrientes em diferentes culturas.

De modo geral, essas deficiências estão associadas à calagem excessiva e ao conseqüente elevado valor do pH do solo e, em alguns casos, à pobreza do material de origem dos solos (Abreu et al., 2007). Alterações no pH de plantas fixadoras de N₂ parecem exercer papel fundamental na absorção de micronutrientes que têm sua disponibilidade dependente de alterações do pH do solo, particularmente daquele da rizosfera.

O glifosato é um herbicida sistêmico, não seletivo, de amplo espectro e de baixa toxicidade. Controla plantas mono e dicotiledôneas anuais e perenes, de folhas largas ou estreitas, sendo, portanto, uma das melhores opções para o

manejo dessas plantas. Este herbicida é utilizado extensivamente, sendo aplicado após emergência das plantas daninhas, antes da semeadura ou emergência das culturas (Trezzi et al., 2001).

Um dos processos de interferência relatados é a formação de um complexo pouco solúvel e móvel entre o glifosato e íons catiônicos (Eker et al., 2006), porém a natureza desse antagonismo não é bem conhecida. Além disso, o acúmulo de glifosato nas raízes pode resultar na formação de um complexo imóvel de Fe e Mn, com o herbicida limitando dessa maneira o transporte desses nutrientes (Feng et al., 2003).

Segundo pesquisas recentes, o glifosato pode, além de influenciar o balanço nutricional, gerar efeito fitotóxico, afetar a eficiência no uso da água, na fotossíntese, na rizosfera, no acúmulo de biomassa, na síntese de aminoácidos e compostos secundários (Albrecht & Ávila, 2010).

O cloroplasto é sensível à deficiência de Zn (Homann, 1967) e Mn (Thomson & Weier, 1962), tanto o Zn como o Mn são complexados pelo glifosato (Nilsson, 1985). Uma vez que o glifosato forma complexos insolúveis com metais (Coutinho & Mazo, 2005), a diminuição dos micronutrientes poderia afetar a fotossíntese.

A redução nos parâmetros fotossintéticos na soja RR tratada com glifosato, observadas no estágio R1, distante da aplicação do herbicida, sugere que tanto o glifosato quanto seus metabólitos possuem um impacto residual persistente na fisiologia e no ciclo da planta (Arregui et al., 2004).

A deficiência de Mn em soja caracteriza-se pelo desenvolvimento de clorose internerval em folhas novas, com teores do nutriente entre 10 e 20 mg kg⁻¹ (Malavolta et al., 2000). Por outro lado, embora a soja resistente ao glifosato (RR) não seja severamente afetada, o herbicida leva à diminuição do teor de clorofila (Hoagland, 1980), resultando em crescimento clorótico das plantas quando expostas a doses que não causam a morte da planta, o que pode ser confundido com a deficiência de Mn.

Assim, objetivou-se com esse trabalho avaliar interferência de diferentes doses de glifosato e níveis de saturação de base na absorção de Zn e Mn na soja RR.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em condições de casa de vegetação, na Faculdade de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Grande Dourados, em Dourados (MS), localizada entre as coordenadas geográficas de 22°12' de latitude Sul e 54°56' de longitude Oeste e altitude de 452 m. Foi utilizado como substrato, material de um Latossolo Vermelho Distroférico, coletado na

camada de 0-20 cm, onde, foram coletadas subamostras para a determinação das características químicas segundo metodologia descrita em EMBRAPA (2006).

Os resultados das análises químicas de caracterização do solo, realizadas foram: pH em água: 5,1; P (Mehlich 1): 0,5 mg dm⁻³; K (Mehlich 1): 0,07 cmol_c dm⁻³; Ca, Mg e Al trocáveis: 1,0 cmol_c dm⁻³, 0,40 cmol_c dm⁻³ e 1,68 cmol_c dm⁻³, respectivamente; soma de bases: 1,45 cmol_c dm⁻³; H+Al: 2,1 cmol_c dm⁻³; CTC a pH 7,0: 9,78 cmol_c dm⁻³; SB = 14,5 mmol_c dm⁻³; V % = 14,9.

A unidade experimental foi constituída por vaso contendo 11,5 kg de substrato. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, com os tratamentos arranjados em esquema fatorial 5x4, com cinco doses de glifosato (0; 0,972; 1,944; 2,916 e 3,888 kg i.a. ha⁻¹) e quatro doses de calcário, baseado na porcentagem de saturação por bases (V% atual do solo; metade da dose para atingir o V% de 70, dose necessária para atingir o V% de 70 e uma vez e meia da dose necessária para atingir o V% de 70).

Os vasos foram completados com amostra do solo passada em peneira com malha de 4 mm e foi realizada a calagem para a correção da acidez do solo, conforme as doses estabelecidas, utilizando-se o calcário dolomítico finamente moído (PRNT=84%). Os vasos foram mantidos úmidos por meio da adição de água e incubados por 30 dias.

Após esse período, em cada vaso foram semeadas cinco sementes de soja transgênica da cultivar BMX Potência, que 45 minutos antes da semeadura, foram inoculadas com inoculante à base de turfa, contendo as bactérias *Bradyrhizobium japonicum* (Estirpe SEMIA 5079), apresentando uma concentração mínima de 5x10⁹ células viáveis por grama de inoculante, na dosagem de 100 g de inoculante em 50 kg de semente de soja. As sementes receberam ainda tratamento com fungicida (Thiram®) na dose proporcional a 100 g i.a por 100 kg de semente.

Juntamente com a semeadura foi realizada a adubação potássica, fosfatada, sulfatada e micronutrientes, conforme as exigências da planta, com base nas análises química do solo.

Após a emergência das plantas foi realizado o desbaste, mantendo-se duas plantas por vaso, uniformes e equidistantes.

A aplicação do glifosato foi realizada no período vegetativo (V4) e (V8), sendo tal aplicação realizada com pulverizador costal pressurizado por CO₂ à pressão constante de 2,5 kgf cm⁻².

As avaliações foram efetuadas no estágio R2 (florescimento pleno), separando-se a planta em parte radicular (raízes) e parte aérea (caule e folhas).

No estágio de pleno florescimento foram avaliados os teores de zinco e manganês na planta. Para tanto, coletou-se a parte aérea das plantas (folhas + caule) que foram lavadas com água destilada e secas em estufa com circulação forçada de ar à 65°C, até atingir a massa constante.

As amostras do material vegetal seco, foram passadas em moinho tipo Willey com peneira de 2 mm, foram digeridas em solução nítrico-perclórico para determinação de zinco e manganês, segundo metodologia descrita em Malavolta (1997). Os teores de Zn e Mn nas amostras foram determinadas em espectrofotômetro de absorção atômica.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade e para as características significativas pelo teste F foram ajustadas equações de regressão, sendo que a escolha do modelo que melhor se ajustou aos dados foi por meio do coeficiente de regressão e significância, utilizando-se o programa computacional SAEG 9.1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste trabalho, os teores de nutrientes foliares de manganês e zinco, não apresentaram diferenças significativas na medida em que as doses de glifosato foram aumentadas ($p > 0,05$) (Figuras 1 e 2).

Entretanto os diferentes níveis de saturações por base influenciaram na absorção de zinco e manganês ($p < 0,05$), onde à medida que se aumentou a dose de calcário diminuiu a absorção desses micronutrientes nos teores foliares da cultura da soja, (Figura 3 e 4).

Várias pesquisas têm mostrado que o glifosato afeta a nutrição dos micronutrientes nas plantas, o que tem sido correlacionado à sua habilidade de formar complexos insolúveis entre glifosato-metal (Coutinho & Mazo, 2005).

Zobiolo et al. (2009) concluíram que a recomendação de adubação para soja RR deveria considerar a diminuição de eficiência imposta pelo uso do herbicida, mas o problema é que esses autores não determinaram a eficiência de uso de Mn pela soja.

Um dos grandes problemas que limita a produção em solos do cerrado é a acidez do solo. Sendo esta corrigida pela prática da calagem.

A redução da acidez do solo promove insolubilização de Al e Mn, aumenta a disponibilidade de P e Mo e diminui a disponibilidade de micronutrientes (Cu, Fe, Zn e Mn) (Sousa, et al. 2007).

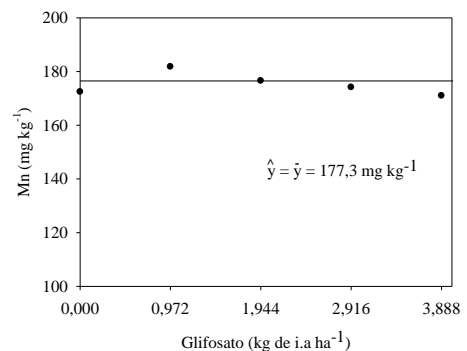


Figura 1 – Absorção de Manganês pela soja RR, sob diferentes doses de glifosato.

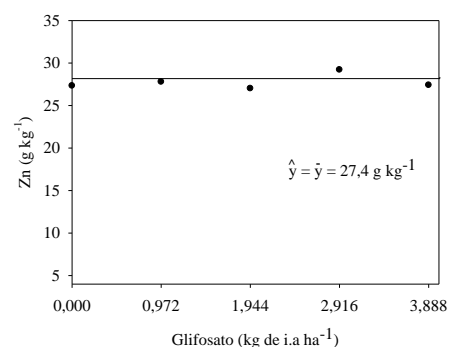


Figura 2 – Absorção de Zinco pela soja RR, sob diferentes doses de glifosato.

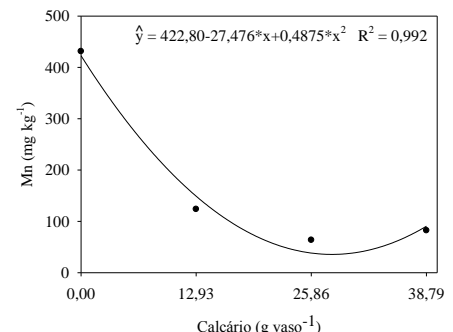


Figura 3 – Absorção de Manganês pela soja RR cultivada em solos com diferentes saturações de base.

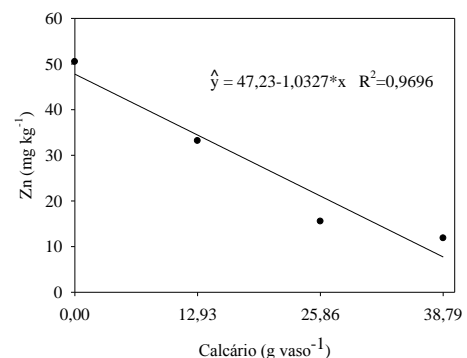


Figura 4 – Absorção de Zinco pela soja RR cultivada em solos com diferentes saturações por base.

CONCLUSÕES

A medida que aumenta a dose de glifosato aplicado a soja RR no estágio V4 e V8 não apresenta efeito significativo na absorção de manganês e zinco.

A absorção de manganês e zinco pela soja RR em diferentes níveis de saturação de base diminui com o aumento das doses de calcário aplicada ao solo.

REFERÊNCIAS

- ABREU, C.A.; LOPES, A.S. & SANTOS, G. Micronutrientes. In: In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, L.F.; CANTARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L., eds. Fertilidade do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.645-736.
- ALBRECHT, L. P.; ÁVILA, M. R. Manejo de glyphosate em soja RR e a qualidade das sementes. *Inf. Abrates*, v. 20, n. 2, p. 45-54, 2010.
- ARREGUI, M.C.; LENARDÓN, A.; SANCHEZ, D.; MAITRE, M.I.; SCOTTA, R.; ENRIQUE, S. Monitoring glyphosate residues in transgenic glyphosate-resistant soybean. *Pest. Manage. Sci.* n.60, p.163, 2004.
- COUTINHO, C.F.B.; MAZO, L.H. Complexos metálicos com o herbicida glyphosate: Revisão. *Química Nova*, v.28, n.6, p.1038-1045, 2005.
- EKER, S. et al. Foliar applied glyphosate substantially reduced uptake and transport of iron and manganese in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.54, n.26, p.10019-10025, 2006.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5.ed. Rio de Janeiro, Editora EMBRAPA, 2006. 169p.
- FENG, P.C.C.; CHIU, T. & SAMMONS, R.D. Glifosate efficacy is contributed by its tissue concentration and sensitivity in velvetleaf (*Abutilon theophrasti*). *Pestic. Biochem. Physiol.*, 77:83-91, 2003.
- HOAGLAND, R.E. Effects of glyphosate on metabolism of phenolics compounds: VI. Effects of glyphosine and glifosate metabolites on phenylalanine ammonia-lyase activity, growth and protein, chlorophyll, and anthocyanin levels in soybean (*Glycine max*) seedlings. *Weed Sci.*, 28:393-400, 1980.
- HOMANN, P.E. Studies on the manganese of the chloroplast. *Plant Phys.*, v.42, p.997-1007, 1967.
- MALAVOLTA, E.; CABRAL, C.P. & LAVRES Jr., O.A.J. Efeitos do manganês sobre a soja cultivada em solo de Cerrado do triângulo mineiro. *Pesq. Agropec. Bras.*, 35:1629-1636, 2000.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba, POTAFOS, p. 232-258, 1997.
- MASCARENHAS, H.A.A.; GALLO, J.R.; RAIJ, B. van; IGUE, T.; BATAGLIA, O.C. Efeitos da calagem nas características químicas do solo e na nutrição de soja em Latossolo Roxo distrófico. *Bragantia*, Campinas, v.35, p.273-278, 1976.
- NILSSON, G. Interactions between glyphosate and metals essential for plant growth. In E. Grossbard, E.; Atkinson, D. (eds). *The herbicide glyphosate*. London: Butterworth, 1985. p.35-47.
- PEARSON, R.W. Soil acidity and liming in the humid tropics. Cornell, International Agriculture, 1975. 66p.
- QUAGGIO, J.A.; RAIJ, B. van; GALLO, P.B.; MASCARENHAS, H.A.A. Respostas da soja à aplicação de calcário e gesso e lixiviação de íons no perfil do solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.28, n.3, p.375-383, 1993.
- SILVEIRA, P. M.; ZIMMERMANN, F. J. P.; SILVA, S. C. da; CUNHA, A. A. da. Amostragem e variabilidade espacial de características químicas de um latossolo submetido a diferentes sistema de preparo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 35, n. 10, p. 2057-2064, out. 2000.
- SOUSA D.M.G, MIRANDA, L. de N., OLIVEIRA S.A. Acidez do solo e sua correção. In: *Fertilidade do Solo Viçosa*, Minas Gerais, 2007 p.206-268.
- THOMPSON, W.W.; WEIER, T.E. The fine structure of chloroplasts from mineral-deficient leaves of *Phaseolus vulgaris*. *An.. J. Bot.*, v.49, p.1047-1056, 1962.
- TREZZI, M. M.; KRUSE, N. D.; VIDAL, R. A. Inibidores de EPSPs. In: VIDAL, R. A.; MEROTTO JUNIOR, A. (Ed.). *Herbicidologia*. Porto Alegre: Evangraf, 2001. p. 37-45.
- ZOBIOLE, L. H. S.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; HUBER, M.; CONSTANTIN, J.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. Glyphosate reduces shoot concentrations of mineral nutrients in glyphosate-resistant soybeans. *Plant and Soil*, jul. 2009.