



Efeito de diferentes saturação de base e doses de glifosato na absorção de Ca e Mg na soja RR ⁽¹⁾

Henrique Soares de Moraes⁽²⁾; Vanessa do Amaral Conrad⁽³⁾; Marlene Estevão Marchetti⁽⁴⁾; Ademar Pereira Serra⁽⁵⁾

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

⁽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-CNPDC) e-mail: ademar.serra@hotmail.com

RESUMO: Destaca-se em solos do cerrado que a aplicação do calcário é uma prática de manejo essencial para corrigir a acidez e fornecer o cálcio e magnésio. A crescente difusão da soja transgênica tem gerado intensos debates sobre as vantagens e desvantagens técnicas e econômicas dessa tecnologia. Logo, vem gerando muitas discussões a frequente utilização do herbicida glifosato, aplicado em pós-emergência sobre a soja RR. Assim, foi levantada a hipótese de que o glifosato aplicado à soja RR poderia alterar a eficiência de absorção dos nutrientes na planta, entre eles o cálcio e magnésio, em solos com diferentes saturações 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 inteiramente casualizado com quatro repetições, sendo cinco doses 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 Ca e Mg da parte aérea da soja RR. Não houve efeito significativo na absorção de Ca e Mg sob diferentes doses de glifosato. No entanto as diferentes saturações por base estudadas apresentaram efeito significativo na absorção desses elementos.

Termos de indexação: macronutriente; calcário; herbicida.

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max*) resistente ao herbicida glifosato corresponde a aproximadamente 76 % da área cultivada com transgênicos no Brasil (Isaaa, 2009). O glyphosate (N-phosphonomethylglycine) é o principal herbicida em utilização no mundo, devido à sua elevada eficácia, baixo custo e nos últimos anos ao desenvolvimento de cultivares geneticamente modificadas. Seu modo de ação consiste na inibição da enzima 5-enolpiruvil-shikimato-3- fosfato sintase (EPSPs), que atua na via do ácido chiquímico ou chiquimato.

O glifosato é absorvido e translocado nas plantas, promovendo eficiente controle das plantas daninhas nos estádios em que a competição seria extremamente negativa para a cultura. Contudo, existem relatos de diferentes efeitos fisiológicos induzidos por esse herbicida (Reddy et al., 2004).

Tem-se observado aumento considerável na utilização desse herbicida aplicado, principalmente em pós-emergência, aplicando-se de três a quatro vezes durante o ciclo da soja. Essas sucessivas aplicações de um único produto interferem negativamente na nutrição da planta. Em estudos anteriores observou-se que o uso do herbicida glifosato em pós-emergência afeta o teor de micronutrientes nas plantas de soja Roundup Ready (RR) (Eker et al., 2006; Neumann et al., 2006).

Santos et al. (2007) observaram que N, Ca, Fe e Cu tiveram redução em seu teor na planta de soja RR, quando as mesmas foram tratadas com glifosato, sendo essas amostragens foliares realizadas no período de florescimento. No entanto, nem todos os nutrientes tiveram essa resposta, sendo que o Mg apresentou elevação em seu teor foliar mediante a aplicação de glifosato.

O efeito do glifosato sobre os parâmetros fotossintéticos, provavelmente, são decorrentes do menor teor de clorofila nas plantas tratadas com glifosato como resultado do dano direto do produto à clorofila (Reddy et al., 2004) à imobilização do Mg e Mn.

A calagem ainda é uma das práticas menos dispendiosas e efetivas na correção da acidez do solo, e no Brasil existem vastas reservas de calcário distribuídas em todo o território nacional.

Os solos podem ser naturalmente ácidos pela própria constituição do material de origem, como é o caso dos solos de cerrado, que têm baixo teor de cátions básicos, ou podem tornar-se ácidos, nas regiões em que a precipitação pluvial é maior que a evapotranspiração, responsável pela lixiviação de bases, no perfil (Fageria & Gheyi, 1999). A calagem eleva o pH e a saturação por base do solo e fornece os nutrientes Ca e Mg. A elevação do pH em influência direta na redução da toxidez de Al e pode alterar a disponibilidade de nutrientes no solo para as plantas (Azevedo et al., 1996; Miranda & Miranda, 2000).

Sousa et al. (1989) constataram aumentos na produção de grãos de soja com a aplicação de calcário; que a produção máxima foi obtida com 50% de saturação por bases.

Assim, objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito de diferentes saturações por base e doses de glifosato na absorção de Ca e Mg 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 RR cv. 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 florescimento pleno foram avaliados os teores dos seguintes nutrientes cálcio e magnésio. 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 a 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 cálcio e magnésio, segundo metodologia descrita em Malavolta (1997).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F. Para o caso de diferenças significativas, para os fatores quantitativos, realizou-se a análise de regressão, até o nível de 5% de probabilidade e, para o fator qualitativo

utilizou-se o teste de Tukey a 5, utilizando-se o aplicativo computacional SAEG 9.1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as concentrações de Ca e Mg nas folhas da soja RR cv. BMX Potência verificou-se no presente trabalho que não houve diferença significativa nas doses de glifosato aplicadas no estágio V4 e V8; ($p > 0,05$) (**Figuras 1 e 2**).

Entretanto houve efeito significativo na absorção de Cálcio e Magnésio pela soja RR em diferentes níveis de saturação por base, onde, à medida que aumenta a dose de calcário aplicada ao solo aumenta a absorção desses nutrientes, ($p < 0,05$) (**Figuras 3 e 4**).

Em trabalhos anteriores como o realizado por Daniel et. al (2010) o glifosato, independentemente da dose aplicada, não influenciou nos teores foliares de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês e zinco.

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).

Complexos insolúveis de glifosato com íons de Cu, Fe, Ca e Mg são formados em pH próximo à neutralidade, inativando o herbicida. Entretanto, a formação do complexo glifosato-metal também diminui a absorção do nutriente, afetando a nutrição mineral das plantas não alvo (Subramaniam & Hoggard, 1988).

A utilização inadequada do calcário pode resultar em deficiência de micro e macronutrientes na área de cultivo.

Ao avaliar o teor de cálcio e magnésio absorvido na parte aérea da soja RR, mediante a diferentes níveis de saturação por base aplicados, houve efeito significativo nos teores desses macronutrientes absorvidos, onde, a medida que aumentou a dose de calcário aplicada aumenta o teor desses nutrientes absorvidos.

Em solos ácidos, a limitação ao desenvolvimento das plantas decorre, principalmente, dos efeitos indiretos do pH, como o aumento da disponibilidade de Al e de Mn, a níveis tóxicos, ou a indução de deficiências de Ca, Mg, P ou Mo, que prevalecem sobre os efeitos diretos do H⁺. (Marschner, 1995)

Por essas razões, a eficiência da utilização de fertilizantes é menor em solos ácidos e, assim, a calagem deve ser a primeira atividade para a correção da fertilidade dos solos.

Para uma melhor disponibilidade de nutrientes, evitando, também a toxicidade de alguns elementos, deve-se trabalhar dentro de uma faixa

de pH (CaCl₂), que varia de 5,4 a 5,9, dependendo do material de origem e do estado de intemperização do solo.

Além disso, o calcário é fornece os nutrientes, Ca e Mg ao solo, que são importantes para o desenvolvimento das plantas.

Lembrando-se que atingirá o ponto máximo de absorção e eficiência desses nutrientes e depois esses teores diminuirão, porém causando toxidez a planta e limitando a absorção dos demais nutrientes.

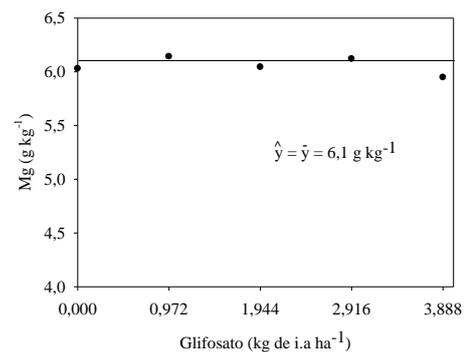


Figura 1 – Absorção de magnésio pela soja RR sob diferentes doses de glifosato.

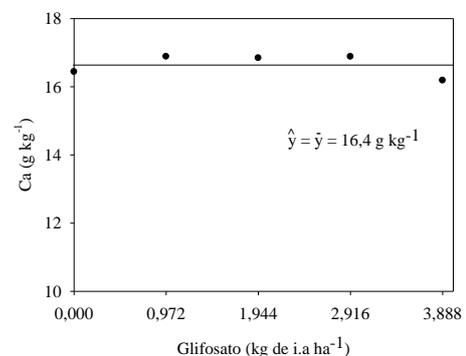


Figura 2 – Absorção de cálcio pela soja RR sob diferentes doses de glifosato.

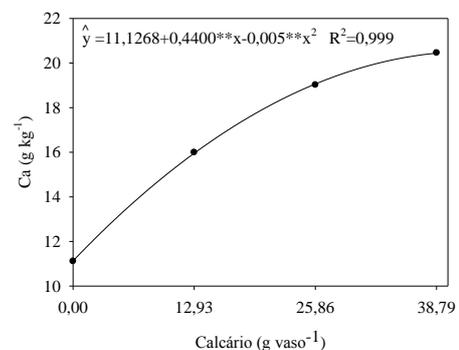


Figura 3 – Absorção de cálcio pela soja RR cultivada em solos com diferentes saturações de base.

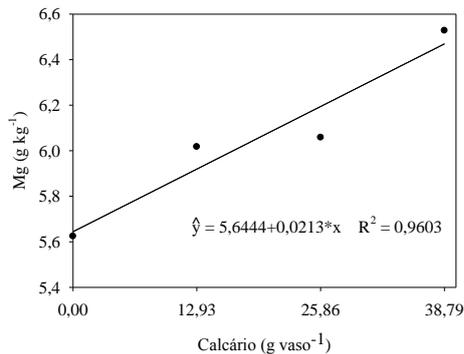


Figura 4 – Absorção de magnésio pela soja RR cultivada em solos com diferentes saturações de base.

CONCLUSÕES

Independentemente da dose de glifosato aplicado a soja RR no estágio V4 e V8 não apresenta efeito significativo na absorção de Cálcio e Magnésio, ($P > 0,05$).

Entretanto houve efeito significativo na absorção de Cálcio e Magnésio pela soja RR em diferentes níveis de saturações de base, onde a medida que aumenta a dose de calcário aplicada ao solo aumenta a absorção desses nutrientes, ($P < 0,05$).

Não houve interação entre as diferentes doses de glifosato e as doses de saturação de base.

REFERÊNCIAS

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.

AZEVEDO, A. C.; KÄMPF, N.; BOHNEN, H. Alterações na dinâmica evolutiva de Latossolo Bruno pela calagem. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 20, n. 2, p. 191-198, 1996.

DANIEL, B.; CORREIA, N.M.; Teores foliares de macro e micronutrientes em soja transgênica pulverizada com glyphosate; XXVII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas; 19 a 23 de julho de 2010.

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.

FAGERIA, N. K.; GHEYI, H. R. Efficient crop production. Campina Grande: UFPB, 1999. 548 p.

KRUSE, N.D.; MICHELANGELO, M.T.; VIDAL, A.V. Herbicidas Inibidores da EPSPs: Revisão de literatura. *Rev. Bras. herb.* V.1, n.2, p.139-46, 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.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2 ed. London: Academic Press, 1995. P. 889.

MESCHEDE, D.K.; CARBONARI, C.A.; VELINI, E.D. Efeito de sub-doses de glyphosate sobre o crescimento e desenvolvimento de *Commelina benghalensis*. In: I SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GLYPHOSATE, 2007, Botucatu. *Trabalhos científicos*. Botucatu: FEPAF, p.65- 67, 2007.

MIRANDA, L. N.; MIRANDA, J. C. C. de. Efeito residual do calcário na produção de milho e soja em solo Glei Pouco Húmico. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v. 24, n. 1, p. 209-215, 2000.

NEUMANN, G. et al. Relevance of glyphosate transfer to non-target plants via the rhizosphere. *Journal for Plant Disease and Protection*, v.20, p.963-969, 2006.

REDDY, K.N. et al. Aminomethylphosphonic acid, a metabolite of glyphosate, causes injury in glyphosate-treated, glyphosate-resistant soybean. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.52, p.5139-5143, 2004.

SANTOS, J.B. et al. Avaliação de formulações de glifosato sobre soja Roundup Ready. *Planta Daninha*, v.25, n.1, p.165-171, 2007.

SERVICE, R.F. A growing threat down on the farm. *Science*, V.16, n.5828, p.1114-1117, 2007.

SOUSA, D. M. G. de; MIRANDA, L. N. de; LOBATO, E.; CASTRO, L. H. R. de. Métodos para determinar as necessidades de calagem em solos dos cerrados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 13, n. 2, p. 193-198, 1989.

SUBRAMANIAM, V.; HOGGARD, P. E. Metal complexes of glyphosate. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 36, n. 6, p. 1326-1329, 1988.