



# XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas  
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

## EFEITO DO GLIFOSATO NO NÚMERO DE NÓDULOS E VOLUME DE RAÍZES EM SOJA RR

**Vanessa do Amaral Conrad<sup>(1)</sup>; Ademar Pereira Serra<sup>(2)</sup>; Marlene Estevão Marchetti<sup>(3)</sup>; Henrique Soares de Moraes<sup>(1)</sup>; Pedro Henrique Altomar<sup>(1)</sup>**

<sup>(1)</sup> Estudante; Faculdade da Ciência Agrária; Universidade Federal da Grande Dourados (FCA/UFGD), Rodovia Dourados à Itahum, km 12, Caixa Postal 533, CEP 79804-970 – Dourados - MS, [nessa\\_conrad@hotmail.com](mailto:nessa_conrad@hotmail.com); <sup>(3)</sup> Professora da FCA/UFGD <sup>(4)</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (EMBRAPA-CNPGC).

**Resumo** – A cultura da soja tem grande importância na economia do Brasil. Por isso cada vez mais são pesquisadas novas tecnologias para aumentar sua produção com fins de aumentar o rendimento. E com o aumento da produção dessa soja, observou-se um grande aumento na utilização do glifosato, o qual é aplicado de três a cinco vezes na cultura para controle de ervas daninhas. Dessa forma ele pode afetar as bactérias fixadoras de N (*Bradyrhizobium* sp.) levando a uma redução no número de nódulos. Tendo essa hipótese objetivou-se realizar esse experimento para avaliar o efeito do glifosato no número de nódulos e volume de raízes em soja RR. O experimento foi realizado na casa de vegetação da Faculdade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS em 2010. A unidade experimental foi constituída de vasos de 11 kg de substrato (LATOSSOLO VERMELHO Ditroférico) com duas plantas por vaso. Os tratamentos foram constituídos por cinco dosagens de glifosato (0; 0,648; 1,296; 1,944 e 2,592 kg i.a. ha<sup>-1</sup>). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, cujos tratamentos foram repetidos quatro vezes a fim de minimizar erros experimentais. As dosagens de glifosato não tiveram efeito no número de nódulos no estágio V4. Houve redução do volume de raízes e massa seca de raiz.

**Palavras-Chave:** Herbicida, transgênico, *Bradyrhizobium Japonicum*

### INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento da soja [*Glycine max* (L.) Merr.] geneticamente modificada, resistente ao glifosato (RG) [N-(phosphonomethyl)glycine], tem-se observado aumento considerável na utilização desse herbicida aplicado, principalmente em pós-emergência dessa cultura, aplicando-se de três a quatro vezes durante o ciclo da soja. Essas sucessivas aplicações de um único produto podem estar interferindo no desenvolvimento inicial e nutrição mineral da cultura.

Essas aplicações contínuas de um mesmo produto podem estar interferindo no desenvolvimento dessa cultura. Em estudos anteriores observou-se que o uso do herbicida glifosato em pós-emergência pode afetar o teor de micronutrientes nas plantas de soja RG (Eker et

al., 2006). A frequência de aplicações de glifosato pode levar a indução de deficiências de ferro (Fe), zinco (Zn) e manganês (Mn), tanto em soja transgênica quanto na convencional (Jolley et al. 2004). Santos et al. (2007) observaram que N, Ca, Fe e Cu tiveram redução em seu teor na planta de soja RG, quando as mesmas foram tratadas com glifosato, sendo essas amostragens foliares realizadas no período de florescimento. Serra et al. (2011) constatou que houve redução na eficiência nutricional de N, Cu, Zn, Mn, e que, o conteúdo total desses nutrientes foi reduzido por ocasião do aumento das doses de glifosato.

A soja requer aproximadamente 70% do N necessário ao seu desenvolvimento oriundo da fixação biológica pelas bactérias do gênero *Bradyrhizobium* sp, no entanto, o glifosato pode interferir diretamente na fixação de N por essas bactérias, diretamente ou indiretamente. Esse herbicida inibe a síntese dos aminoácidos aromáticos por atuar na enzima precursora 5 enolpiruvilchiquimato-3-fosfato sintase (EPSPs), evitando a transformação do chikimato em corimato (Shaner & Bridges, 2003), em plantas suscetíveis e microrganismos.

No caso da soja resistente ao glifosato, a resistência ao herbicida foi obtida pela inserção de um gene (AroA) oriundo do genoma da *Agrobacterium* sp., estirpe CP4, a qual codifica uma variante da EPSPs (CP4 EPSPs), especialmente tolerante à inibição pelo glifosato (Padgett et al., 1995). Sob tratamento com esse herbicida, as plantas de soja não são afetadas, em virtude da ação continuada e sistemática dessa enzima alternativa, insensível ao produto, no entanto, o glifosato é prejudicial à fixação biológica do N, pois o *Bradyrhizobium* sp. tem a EPSPs suscetível ao glifosato (Zablotowicz & Reddy, 2007), sendo essa uma forma direta de interferência da fixação de N pelo glifosato.

De Maria et al. (2005) observaram que o glifosato causa alteração no metabolismo nodular devido a limitação do fornecimento de carboidrato das folhas e caules para os nódulos. Dessa forma a condição de simbiose estaria comprometida, reduzindo a fixação de N. Essa redução na fotossíntese possivelmente se deve a injúrias provocadas na soja RG após a aplicação de glifosato, levando a metabolização de parte do produto aplicado na planta, formando como composto secundário o ácido aminometilfosfônico (AMPA).

Serra et al. (2011) observaram que o glifosato reduziu o número de nódulos em soja RG, com uma proporcional

redução no conteúdo total de N e eficiência nutricional, sendo esse fato agravado com o aumento das dosagens de glifosato.

A realização desse trabalho teve como objetivo determinar a influência do herbicida glifosato no número de nódulos e volume de raízes em diferentes dosagens de glifosato em soja RG.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido utilizando a cultura da soja, em condições de casa de vegetação, na Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados, estado de Mato Grosso do Sul (MS), Brasil, em 2010/2011, localizada entre as coordenadas geográficas de 22°12' de latitude Sul e 54°56' de longitude Oeste e altitude de 452 m. Foi utilizado com substrato, material de um LATOSSOLO VERMELHO Distroférico (EMBRAPA, 2006), que foi coletado na camada de 0-20 cm, sendo realizada quatro amostragens com peso aproximado em 500 g, cada, que foram secadas ao ar ambiente, destorroadas e passadas em peneira com malha de 2 mm, para a determinação das características químicas e físicas.

Com base nos resultados da análise química do solo foi realizada a calagem para a correção da acidez do solo, utilizando-se o calcário dolomítico finamente moído (PRNT=100%), calculando a quantidade para elevar a saturação de bases a 65%.

Os vasos foram mantidos úmidos por meio da adição de água destilada e incubados por 30 dias. Após esse período foi realizada a semeadura da soja, concomitante com a adubação de semeadura. As sementes foram tratadas com fungicida (Thiram®) na dose proporcional a 100 g i.a por 100 kg de semente. Anterior a prática da semeadura foi realizada a adução de potássio (K<sub>2</sub>O), fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), enxofre (S) e micronutrientes conforme as exigências da planta, com base nas análises química e granulométrica do solo, sendo o potássio parcelado 1/3 na semeadura e 2/3 após 40 dias.

A cultivar de soja utilizada foi a BMX Potência resistente ao glifosato (RG), com 98% de germinação e pureza. Anterior a semeadura, 45 minutos antes, as sementes de soja foram inoculadas com inoculante à base de turfa, contendo as bactérias *Bradyrhizobium elkani* (Estirpe Semia 5019) e *Bradyrhizobium japonicum* (Estirpe Semia 5079), apresentando uma concentração mínima de 5x10<sup>9</sup> células viáveis por grama de inoculante, na dosagem de 100 g de inoculante em 50 kg de semente de soja. Em cada vaso foram semeadas cinco sementes de soja, sendo realizada posteriormente o desbaste, mantendo-se duas plantas por vaso, uniformes e equidistantes.

A unidade experimental foi constituída por vaso contendo 11 kg de substrato com duas plantas de soja por vaso. Os tratamentos foram constituídos por cinco dosagens de glifosato (0; 0,648; 1,296; 1,944 e 2,592 kg i.a. ha<sup>-1</sup>). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, cujos tratamentos foram

repetidos quatro vezes a fim de minimizar erros experimentais.

Foi realizada uma aplicação com glifosato, no período vegetativo, sendo no estágio V4 a aplicação foi realizada com pulverizador costal pressurizado por CO<sub>2</sub> à pressão constante de 2,5 kgf cm<sup>-2</sup>, equipado com barra de aplicação com uma ponta do tipo leque, modelo Teejet XL 110.02 VS, calibrado para um volume de calda proporcional a 200 L ha<sup>-1</sup>.

Assim que atingiram o estágio V4, foram recolhidas para análise. O número de nódulos foi quantificado após a coleta das raízes, por meio de contagem dos mesmos presentes nas raízes.

O volume de raiz foi determinado com o uso de uma proveta graduada, sendo adicionada água destilada, em determinada marca, e o volume que deslocou com a colocação da raiz foi tido como o volume de raízes.

### Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) conforme o delineamento descrito no item material e métodos. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F. Para o caso de diferenças significativas, foi realizada a análise de regressão, até o nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o aplicativo computacional SAEG 9.1.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode se observar que não houve diferença significativa (P > 0,05) para o número de nódulos por planta no estágio fenológico V4 da cultivar BMX Potência (Figura 1).

As dosagens de glifosato não sutiram efeito no número de nódulos, possivelmente devido ao pouco tempo entre a aplicação e a avaliação. Serra et al. (2011) constatou que a aplicação de glifosato reduzia o número de nódulos, no entanto, os autores avaliaram em um estágio fenológico mais avançado, V8.

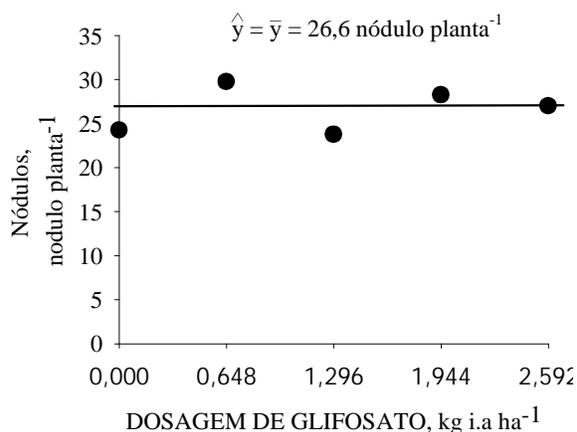
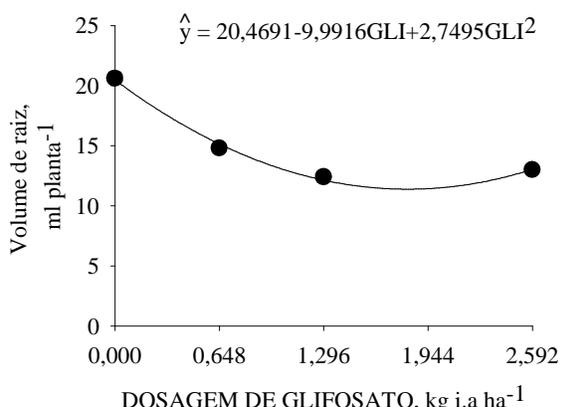


Figura 1. Número de nódulos por planta, da cultivar BMX Potência, no estágio fenológico V4 – Dourados-MS.

Para o variável volume de raiz houve diferença significativa das dosagens de glifosato (P < 0,01) (Figura 2). Mesmo não havendo diferenciação para o número de nódulos, o volume de raiz foi reduzido devido a aplicação

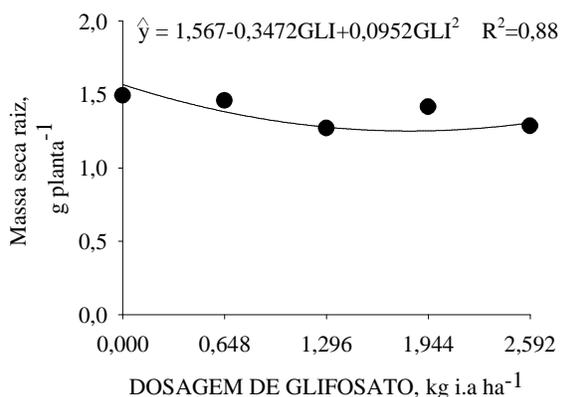
de glifosato. O que pode estar sendo possivelmente devido a redução de taxa fotossintética, onde pode constatar uma redução no teor de clorofila, segundo as leituras SPAD-502. De Maria et al. (2001) relataram que a utilização de glifosato pode reduzir a translocação de carboidratos para as raízes fato que se deve a redução da taxa fotossintética (Zobiolo et al., 2010).

Serra et al. (2011) registraram que as dosagens de glifosato causaram uma redução no peso de raízes de soja RR cultivar 'P98R31 RR', não apenas no sistema radicular mas também de toda a parte aérea da planta, fato que esteve associado com a presença de injúrias no tecido foliar das plantas tratadas e reduzida eficiência nutricional de N.



**Figura 2.** Volume de raiz por planta da cultivar BMX Potência, no estágio fenológico V4 – Dourados-MS.

A massa seca de raiz teve efeito mediante as dosagens de glifosato ( $P > 0,01$ ). Houve um ajuste do modelo quadrático aos dados, assim como foi observado para o volume de raiz. A medida que aumentaram se as dosagens de glifosato ocorreu uma redução da massa seca de raiz (Figura 3), sendo tal resultado estando de acordo com o trabalho publicado por Serra et al. (2011).



**Figura 3.** Massa seca de raiz da cultivar BMX

Potência, no estágio fenológico V4 – Dourados-MS.

## CONCLUSÕES

As dosagens de glifosato não tiveram efeito no número de nódulos no estágio V4. Houve redução do volume de raízes e massa seca de raiz.

## AGRADECIMENTOS

Pelo apoio do Dr Ademar Pereira Serra (Embrapa-CNPQC) que nos orientou, e pela Fundect pela bolsa de iniciação científica.

## REFERÊNCIAS

- BELLALLOUI, N. et al. Effects of glyphosate application on seed iron and root ferric (III) reductase in soybean cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.57, p.9569-9574, 2009.
- EMBRAPA. Centro nacional de pesquisa de solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 5.ed. Rio de Janeiro, Editora EMBRAPA, 2006. 169p.
- DE MARÍA, N. et al. Alterations induced by glyphosate on lupin photosynthetic apparatus and nodule ultrastructure and some oxygen diffusion related proteins. *Plant Physiology Biochemistry*, v.43, p.985-996, 2005.
- DE MARÍA, N., DE FELIPE, M.R., FERNÁNDEZ-PASCUAL, M. Alterations induced by glyphosate on lupin photosynthetic apparatus and nodule ultrastructure and some oxygen diffusion related proteins. *Plant. Physiol. Biochem.* 43:985-996, 2005.
- PADGETTE, S. R. New weed control opportunities: Development of glifosato-tolerant soybeans. In: DUKE, S. O. (Ed.) *Herbicide resistant crops*. Boca Raton, CRC, 1995. 54-80p.
- REDDY, K.N.; ZABLOTOWICZ, R.M. Glyphosate-resistant soybean response to various salts of glyphosate and glyphosate accumulation in soybean nodules. *Weed Science*, v.51, n.4, p.496-502, 2003.
- 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.
- SERRA, A.P.; MARCHETTI, M. E. ; CANDIDO, A. C. S. ; DIAS, A. C. R.; CHRISTOFFOLETI, P.J. . Influência do glifosato na eficiência nutricional do nitrogênio, manganês, ferro, cobre e zinco em soja resistente ao glifosato. *Ciência Rural (UFSM. Impresso)*, v. 41, p. 77-84, 2011.
- SHANER, D.; BRIDGES, D. Inhibitors of aromatic amino acid biosynthesis (glifosato). In: SHANER, D.; BRIDGES, D. *Herbicide action course*. West Lafayette, Purdue University, 2003. 514-529p.

ZABLOTOWICZ, R.M. & REDDY, K.N. Nitrogenase activity, nitrogen content, and yield responses to glyphosate in glyphosate-resistant soybean. *Crop Prot.*, 26:370–376, 2007.

ZOBIOLE, L.H.S. et al. Effect of glyphosate on symbiotic N<sub>2</sub> fixation and nickel concentration in

glyphosateresistant soybeans. *Applied Soil Ecology*, v.44, p.176-180, 2010a.

ZOBIOLE, L.H.S. et al. Glyphosate affects seed composition in glyphosate-resistant soybean. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.58, p.4517-4522, 2010b.