



## Nodulação após aplicação do herbicida glyphosate em soja GM cultivada em dois solos de Cerrado

Virginia Damin<sup>(2)</sup>; Lara Cristina Ferreira da Silva Pacheco<sup>(3)</sup>; Karla Rannyellen dos Santos Ferreira<sup>(4)</sup>;

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do CNPQ

<sup>(2)</sup> Professora da Escola de Agronomia (Universidade Federal de Goiás – Campus Samambaia, Goiânia – Go, [virginiadamin@gmail.com](mailto:virginiadamin@gmail.com)); <sup>(3)</sup> Doutoranda em Agronomia, Universidade Federal de Goiás; <sup>(4)</sup> Graduada em Agronomia, Universidade Federal de Goiás.

**RESUMO:** O herbicida glyphosate pode impactar negativamente a microbiota responsável pela Fixação Biológica de Nitrogênio em soja. Nesse contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da aplicação de glyphosate sobre o número de nódulos em soja geneticamente modificada para resistência ao herbicida, cultivada em dois tipos de solo. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x2x3, com 5 repetições. Os fatores avaliados foram: (A) Aplicação de glyphosate: Testemunha-sem aplicação de glyphosate, Glyphosate – com aplicação do herbicida. (B) Tipo de solo: - Neossolo Quatzarênico órtico – RQ. - Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico –LVA. (C) Épocas de amostragem: 0, 15, 30 e 80 dias após a aplicação de glyphosate. Os nódulos retidos nas peneiras e aderidos as raízes foram contados e cortados para avaliação da funcionalidade dos mesmos. Houve interação dos fatores avaliados, de modo que o efeito do herbicida variou com o tipo de solo. No Latossolo Vermelho-Amarelo, a quantidade de nódulos não foi afetada pela aplicação do glyphosate, enquanto no Neossolo Quatzarenico observou-se redução do número de nódulos aos 30 e 80 dias após a aplicação do herbicida. Conclui-se que o efeito do herbicida glyphosate na nodulação da soja GM é dependente do tipo de solo.

**Termos de indexação:** Fixação Biológica de Nitrogênio, leguminosas, pesticidas

### INTRODUÇÃO

Atualmente o glyphosate é o herbicida mais vendido no Brasil e no mundo; respondendo por cerca de 25% das vendas de todas as classes de pesticidas no país.

No Brasil, a expansão das áreas que utilizam cultivares de soja geneticamente modificadas para resistência ao glyphosate (GR) tem sido o principal fator associado ao aumento da utilização deste ingrediente ativo.

Na cultura da soja, foi observado aumento de cerca 56 vezes na quantidade de glyphosate

utilizada de 1996/97 a 2003/04, atribuído ao aumento da área plantada com a cultura e a introdução da soja GR, que hoje é utilizada em mais de 90% da área plantada com a leguminosa.

O uso de glyphosate em áreas agrícolas tem sido justificado pela redução dos custos de produção. No entanto, trabalhos recentes têm demonstrado necessidade de aumento das doses de nitrogênio, micronutrientes e fungicidas aplicados nos sistemas agrícolas, após a utilização do glyphosate (Cakmak, 2007; Damin et al., 2008, 2010). Além do custo elevado, estes insumos podem ter impacto negativo no ambiente.

Com relação a maior necessidade de N, em áreas com aplicação do herbicida, pode-se atribuir o fato ao aumento das perdas de N (Damin et al., 2008 e 2010) e ao efeito negativo do glyphosate sobre as bactérias do gênero *Bradyrhizobium* spp em simbiose com a soja (Moorman, 1986, Malkores, 2000 e Santos et al., 2004).

Ressalta-se, entretanto, que os efeitos negativos dos herbicidas sobre a microbiota do solo são dependentes da disponibilidade do produto no mesmo. O herbicida Glyphosate contém, em sua molécula, um grupamento fosfato, que tem alta afinidade com os óxidos de Fe e Al, presentes nos Latossolos (Prata et al., 2000). Desse modo, pode ser rapidamente inativado no solo.

Nesse contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da aplicação de glyphosate sobre o número de nódulos em soja geneticamente modificada para resistência ao herbicida, cultivada em dois tipos de solo.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação, localizada na Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, Goiânia – GO (16°41' latitude sul, 49° 17' longitude oeste, 730 m de altitude). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x2x3, com 5 repetições. Os fatores avaliados foram: (A) Aplicação de glyphosate: Testemunha-sem aplicação de glyphosate, Glyphosate – com aplicação do herbicida. (B) Tipo de solo: - Neossolo Quatzarênico órtico – RQ. - Latossolo Vermelho-



Amarelo distrófico –LVA. (C) Épocas de amostragem: 0, 15, 30 e 80 dias após a aplicação de glyphosate.

Cada unidade experimental correspondeu a um pote, com capacidade para 4L, preenchido com 4 kg de terra fina seca ao ar. A acidez e a fertilidade do solo foram corrigidas antes do início do experimento e a correção de umidade foi realizada até atingir 70% da capacidade máxima de retenção de água do solo (CMRA). Os potes foram mantidos com esta umidade e incubados por um período de 15 dias.

Ao final do período de incubação, 4 sementes de *Glycine max* foram semeadas por pote, a profundidade de 0,05 m. Após a emergência realizou-se desbaste, mantendo-se duas plantas de *Glycine max* por pote. Os vasos foram irrigados diariamente, durante todo o período experimental, sendo a umidade mantida a 60% da CMRA por meio de pesagem em balança eletrônica.

Aos 25 dias após a semeadura, a formulação comercial Roundup Original<sup>®</sup> foi aplicada na dose de 4 L ha<sup>-1</sup>, contendo 360 g L<sup>-1</sup> de equivalente ácido (e.a.). O produto foi diluído em água deionizada e aplicado com pulverizador costal pressurizado por CO<sub>2</sub>, acoplado a uma ponta única do tipo jato plano (XR 80.02), calibrada para volume de calda equivalente a 200 L ha<sup>-1</sup>.

A colheita foi realizada nas datas pré-determinadas. A parte aérea foi separada das raízes, sendo esta última lavada, com auxílio de peneira. Os nódulos retidos nas peneiras e aderidos as raízes foram contados e cortados para avaliação da funcionalidade dos mesmos.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e os tratamentos qualitativos comparados pelo teste t ( $\alpha=0,05$ ). Para comparação das datas de avaliação, utilizou-se a análise de regressão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação dos fatores avaliados, de modo que o efeito do herbicida variou com o tipo de solo (**Figura 1 e 2**). No Latossolo Vermelho-Amarelo, a quantidade de nódulos não foi afetada pela aplicação do glyphosate (**Figura 1**), enquanto no Neossolo Quartzarenico observou-se redução do número de nódulos aos 30 e 80 dias após a aplicação do herbicida (**Figura 2**).

Alguns autores observaram redução na fixação biológica de Nitrogênio após aplicação de Glyphosate a atribuíram a inibição da atividade da enzima EPSPs, nesses microorganismos (Malkores, 2000). Moorman (1986) avaliaram o efeito do

herbicida no desenvolvimento de estirpes de *Bradyrhizobium* spp. Em ambiente com e sem a adição de aminoácidos e observaram que na presença de aminoácidos o herbicida não afeta a FBN.

Outros autores atribuem a redução na FBN a mudanças fisiológicas ocasionadas nas plantas de soja, que resultam na menor disponibilidade de micronutrientes necessários à FBN. Ainda, o herbicida pode inibir a síntese de flavonóides na planta, os quais estimulam a expressão genética da nodulação (Gordon, 2007).

Desse modo, a ausência de efeito do glyphosate no Latossolo pode ser decorrente: 1) Da maior disponibilidade de micronutrientes nesse solo; 2) Da maior disponibilidade de aminoácidos e/ou 3) A menor atividade do herbicida nesse solo, resultando em baixo impacto negativo do herbicida aos organismos não alvo.

## CONCLUSÕES

O efeito do herbicida Glyphosate na nodulação da Soja GM é dependente do tipo de solo.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo auxílio financeiro e concessão de bolsa de estudos aos autores.

## REFERÊNCIAS

- Cakmak, I. Efeitos do glyphosate na nutrição de micronutrientes de plantas. *Informações Agrônomicas*.119: 5-8, 2007.
- Damin, V., Franco, H.C.J, Moraes, M.F, Franco, A., Trivelin, P.C.O. Nitrogen loss in *Brachiaria decumbens* after application of glyphosate or glufosinate-ammonium. *Scientia Agricola*. .65: 402-407, 2009.
- Damin, V.; Trivelin, P.C.O.; Franco, H.C.J.F. & Barbosa, T.G. Nitrogen (<sup>15</sup>N) loss in soil-plant system after herbicides application in *Penisetum glaucum*. *Plant and Soil*, 328:245-252, 2010
- Gordon, B. Adubação com manganês em soja convencional e soja resistente ao glifosato. *Informações Agrônomicas*,17: 6-7, 2007.
- Malkones, H.P. Comparason of the effects of differently formulated herbicides on soil microbial activities – a review. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 8: 781-789, 2000.

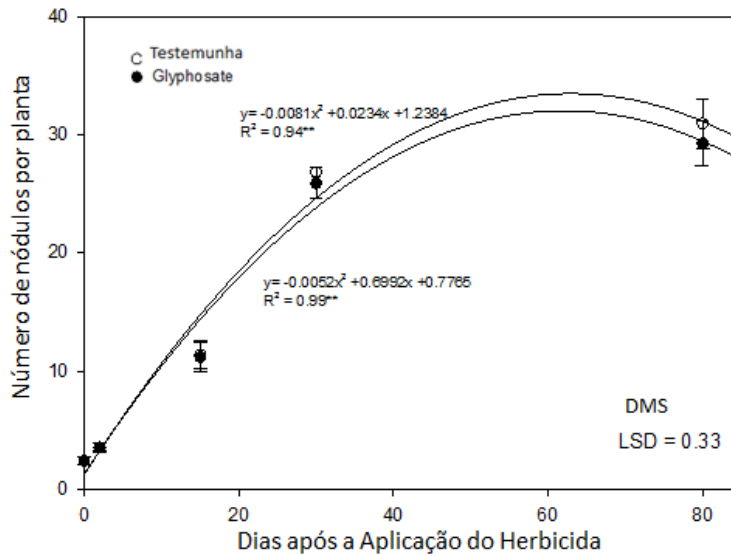


Moorman, T.B. Effects of herbicides on the survival of *Rhizobium japonicum* strains. *Weed Science*, v.34, p.628-633, 1986.

Prata, F.; Lavorenti, A.; Regitano, J.B.; Tornisielo, V.L. Influência da matéria orgânica na sorção e dessorção do glifosato em solos com diferentes atributos mineralógicos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 24: 947-951, 2000.

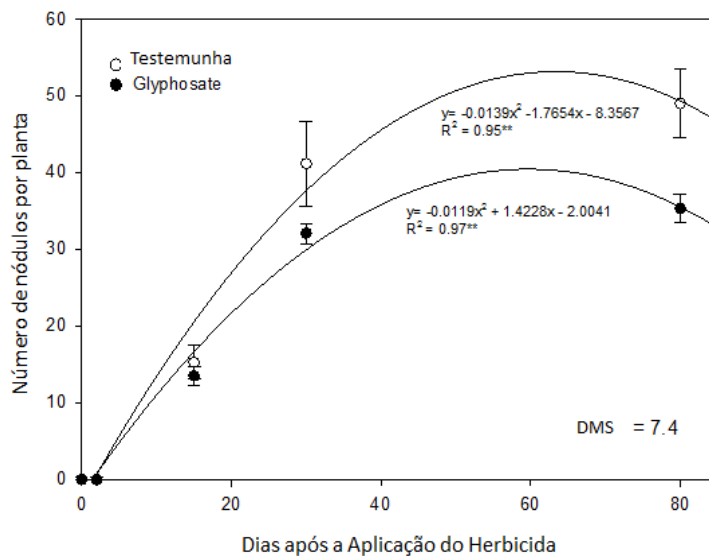
Santos, J.B.; Jacques, R.J.S.; Procópio, S.O.; Kasuya, M.C.M.; Silva, A.A.; Santos, E.A. Efeitos de diferentes formulações comerciais de glyphosate sobre estirpes de *Bradyrhizobium*. *Planta Daninha* 22: 293-299, 2004.

Número total de nódulos – Latossolo Vermelho-Amarelo



**Figura 1.** Número de nódulos em raízes de Soja, geneticamente modificada para resistência ao herbicida glyphosate, cultivada em Neossolo Quartzarênico.

Número total de nódulos – Neossolo Quartzarênico



**Figura 1.** Número de nódulos em raízes de Soja, geneticamente modificada para resistência ao herbicida glyphosate, cultivada em Latossolo Vermelho-Amarelo.