

## Alterações na rizosfera em resposta a aplicação de glifosato e zinco na soja

### CHANGES IN THE RHIZOSPHERE IN RESPONSE TO APPLICATION OF GLYPHOSATE AND ZINC IN SOYBEAN

MOREIRA, A.<sup>1</sup>; MORAES, L.A.C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Embrapa Soja, Londrina, PR; e-mail: [larissa.moraes@cnpso.embrapa.br](mailto:larissa.moraes@cnpso.embrapa.br)

#### Resumo

O objetivo deste trabalho foi verificar os efeitos da aplicação de glifosato na absorção de zinco (Zn) na rizosfera. O experimento foi realizado em casa de vegetação com caixa tipo “Tetra Pak”, revestidas externamente com papel alumínio, contendo 1,2 quilos do Neossolo Quartzarênico órtico. Os tratamentos consistiram de duas doses de Zn (0 e 5 mg kg<sup>-1</sup> - fonte: ZnSO<sub>4</sub>×7H<sub>2</sub>O) e duas cultivares parentais (BRS 133 e BRS 245RR), sendo que a última foi também dividida em dois tratamentos: com e sem glifosato (Roundup Ready®). Foram determinados a produção de matéria seca, teores de Zn<sup>2+</sup> disponível e H<sup>+</sup> trocável fora e dentro da rizosfera, teor total de Zn nas folhas (R<sub>1</sub>) e raízes. Os resultados mostram que a aplicação de glifosato interfere na rizosfera diminuindo a absorção de Zn pelas plantas.

#### Introdução

O glifosato [(N-fosfometil-glicina)] é o herbicida mais utilizado no mundo. É considerado um produto não-seletivo, de ação sistêmica e que deve ser aplicado em pós-emergência, sendo recomendado tanto para o controle de plantas anuais quanto para as perenes. Porém, se não for bem utilizado, pode apresentar riscos, com consequências negativas no controle de plantas daninhas e na produção. O mecanismo de ação do glifosato ocorre com a inibição da rota do ácido chiquímico, evitando a síntese dos aminoácidos de cadeia aromática (entre elas, o triptofano, tirosina e fenilalanina). Essa inibição ocorre pela inativação da enzima 5-enolpiruvil-chiquimato-3-fosfato sintase. No caso do triptofano, onde o Zn atua, o mesmo é precursor do ácido indolilacético (AIA), hormônio vegetal necessário para expansão celular, manutenção da dominância apical, entre outros processos fisiológicos (MARSCHNER, 1995).

Na planta, o Zn é absorvido preferencialmente como cátion bivalente, atuando como constituinte ou ativador de várias enzimas. Assim, o Zn está diretamente envolvido no metabolismo do nitrogênio (N), participa da fotossíntese, da respiração, da síntese de aminoácidos e proteínas e no controle hormonal (AIA). A carência causa diminuição do florescimento e frutificação, além da formação de internódios curtos e baixo desenvolvimento do sistema radicular (MARSCHNER, 1995).

No solo, a molécula do glifosato pode ser degradada por meio da atividade biológica ou ainda ser adsorvida à fração coloidal (BARRETT & MCBRIDE, 2005). Em geral, quanto menor a solubilidade em água de uma molécula, maior é a capacidade de sorção desta no solo, porém, o glifosato é exceção, pois a molécula do composto é altamente solúvel e extremamente sorvida, fator esse ocasionado pelas ligações químicas fracas como forças de van der Waals e pontes de hidrogênio (H) com as substâncias húmicas do solo e outros colóides.

No caso da dinâmica do glifosato na rizosfera, local onde ocorrem as trocas iônicas, Römheld (2007) relata que deve se considerar a imobilização desse herbicida por cátions, como o Al<sup>3+</sup>, Ca<sup>2+</sup> e Zn<sup>2+</sup> e a competição por sítios de adsorção, havendo variação na atuação do glifosato em razão do tipo de solo. O objetivo deste trabalho foi verificar os efeitos da aplicação de glifosato na absorção de zinco na rizosfera.

#### Material e Métodos

O experimento foi realizado em casa de vegetação com caixa tipo “Tetra Pak”, revestidas

externamente com papel alumínio (Al), contendo 1,2 quilos do Neossolo Quartzarênico órtico. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x3, com seis repetições. Os tratamentos consistiram de duas doses de Zn (0 e 5 mg kg<sup>-1</sup> - fonte: ZnSO<sub>4</sub>×7H<sub>2</sub>O) e duas cultivares parentais (BRS 133 e BRS 245RR), sendo que a última foi também dividida em dois tratamentos: com e sem glifosato (Roundup Ready®).

A correção da acidez do solo foi feita com calcário dolomítico (MgO > 13%) para elevar a saturação por bases (V) a 60%. Três sementes inoculadas com *Bradyrhizobium elkanii* foram colocadas para germinar próxima a parede das caixas e, posteriormente, deixada uma planta. As caixas foram colocadas inclinadas, formando um ângulo de, aproximadamente, 30° para que, por gravitropismo, as raízes crescerem próximas às paredes da caixa.

No estágio V<sub>3</sub> foi aplicado o glifosato - Roundup® (2,0 L/ha/aplicação - 720 g a.e.ha<sup>-1</sup>). Na aplicação dos tratamentos via foliar, foi utilizado pulverizador costal, a pressão constante, mantida por CO<sub>2</sub> comprimido de 276 kPa, com bicos de jato plano AVI-ISO 110-015, com volume de pulverização equivalente a 100 L ha<sup>-1</sup>. No estágio V<sub>5</sub> (±10 dias após a aplicação), as caixas foram abertas para avaliação do sistema radicular e aplicado na superfície um meio agar-indicador de pH para delinear a área de influência da rizosfera.

Amostras de solo sem interferência da atividade radicular e as localizadas na camada de 0,0 a 3,0 mm das superfícies das raízes (rizosfera) foram retiradas para determinação do pH(H<sub>2</sub>O) - 1:2,5 (m/v) e H<sup>+</sup> trocável. Devido o pouco volume de solo da rizosfera, após a secagem, as amostras das mesmas foram reunidas em pares ao acaso dentro de cada tratamento, formando três repetições. Nas duas posições de amostragem foi determinado o teor de Zn disponível (extrator DTPA-TEA). A parte aérea e as raízes foram coletadas, secas até peso constante e pesadas. Após a secagem, as amostras foram moídas e submetidas às análises químicas para determinação do Zn total.

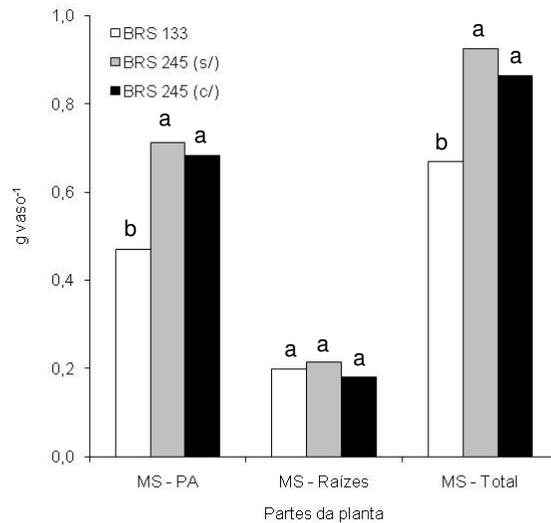
## Resultados e Discussão

A aplicação de glifosato nos tratamentos com aplicação de 5,0 mg kg<sup>-1</sup> de Zn na cultivar transgênica BRS 245RR, mesmo não significativa, ocasionou em redução média no estágio V<sub>5</sub>, de 4%, 5% e 9% na produção de matéria seca da parte aérea (MSPA), das raízes e total, respectivamente, enquanto a cultivar convencional BRS 133, exceto a matéria seca (MS) das raízes, apresentou a menor produção de MSPA e MS total (Figura 1). Esse resultado possivelmente se deva aos processos de complexação e imobilização de íons na rizosfera descritos por Römheld (2007), dificultando a absorção de nutrientes, o que pode ser verificado na Figura 2 no tratamento com glifosato, no qual houve maior acúmulo de Zn<sup>2+</sup> (Figura 2), enquanto o H<sup>+</sup> trocável (Figura 3) permaneceu constante dentro dessa região de interface solo-raiz onde ocorrem as trocas iônicas que atuam nos processos ativos de absorção. Esse resultado também foi observado no tratamento sem Zn (dados não apresentados).

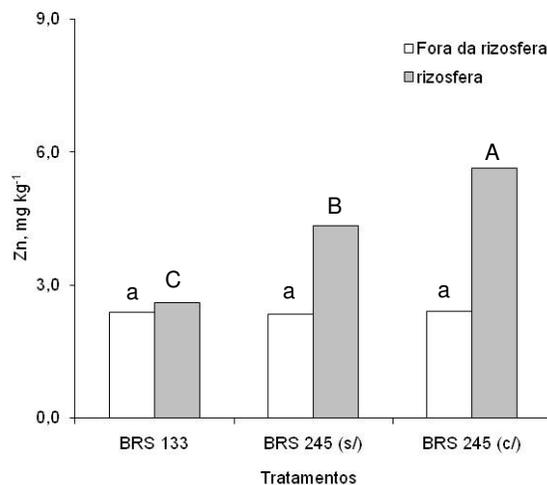
Os resultados obtidos com a concentração de Zn nas raízes (Figura 4) também demonstram que a absorção de Zn foi negativamente influenciada, fato esse não verificado estatisticamente nas folhas, apesar dos teores encontrados nos tratamentos BRS 133 e BRS 245 RR com glifosato terem ficado abaixo de 20 mg kg<sup>-1</sup> (teor adequado no estágio R<sub>1</sub>), indicado como suficiente para o cultivo da soja. Esses resultados corroboram Zobiolo et al. (2010) ao verificarem que a aplicação de glifosato diminuiu a absorção de Zn na soja.

## Conclusão

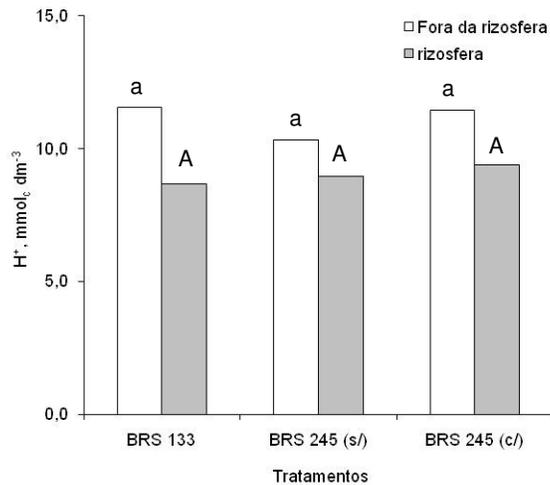
Dentro da rizosfera, a aplicação de glifosato no estágio V<sub>3</sub> ocasiona a imobilização dos carreadores de íons na membrana, diminuindo a absorção de Zn pela soja.



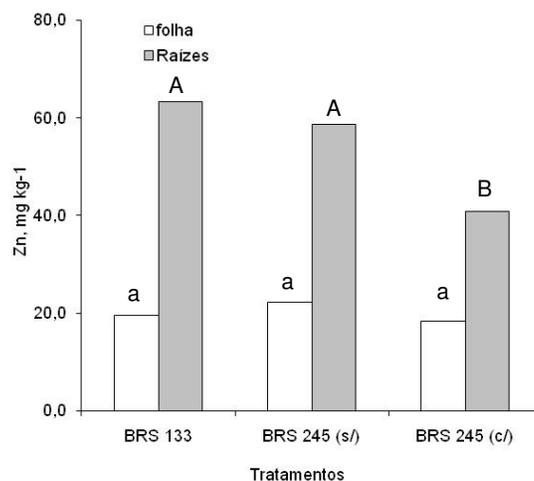
**Figura 1.** Produção de matéria seca da parte área, das raízes e total em função da aplicação ou não de glifosato aplicado no estágio V<sub>3</sub>. Cultivar convencional (BRS 133) e transgênica (BRS 245RR). Letras minúsculas dentro de cada parte da planta avaliada diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



**Figura 2.** Concentração de Zn disponível fora e dentro da rizosfera (2,0 a 3,0 mm) em função da aplicação ou não de glifosato aplicado no estágio V<sub>3</sub>. Cultivar convencional (BRS 133) e transgênica (BRS 245RR). Médias seguidas por letras distintas minúsculas fora e maiúscula na rizosfera diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



**Figura 3.** Concentração de H<sup>+</sup> trocável fora e dentro da rizosfera (2,0 a 3,0 mm) em função da aplicação ou não de glifosato aplicado no estágio V<sub>3</sub>. Cultivar convencional (BRS 133) e transgênica (BRS 245RR). Médias seguidas por letras distintas minúsculas fora e maiúscula na rizosfera diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



**Figura 4.** Concentração de Zn na folha e nas raízes em função da aplicação ou não de glifosato aplicado no estágio V<sub>3</sub>. Cultivar convencional (BRS 133) e transgênica (BRS 245RR). Médias seguidas por letras distintas minúsculas na folha e maiúscula nas raízes diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

### Referências

- BARRETT, K.A.; MCBRIDE, M.B. Oxidative Degradation of Glyphosate and Aminomethylphosphonate by Manganese Oxide. **Environmental Science & Technology**, v.39, n.39, p.923-928, 2005.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 889p.
- RÖMHELD, V. Dinâmica do glifosato na rizosfera das plantas-alvo e não alvo. **Informações Agronômicas**, n.119, p.3-5, 2007.
- ZOBIOLE, L.H.S.; OLIVEIRA JR., R.S.; HUBER, D.M.; CONSTANTIN, J.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F.A.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. Glyphosate reduces shoot concentrations of mineral nutrients in glyphosate-resistant soybeans. **Plant Soil**, v.328, p.57-69, 2010.