

**Influência da aplicação de Glifosato na produtividade da soja**

Rogério Zadinello<sup>1</sup>, Manoel Márcio Chaves<sup>1</sup>, Reginaldo Ferreira Santos<sup>2</sup>, Douglas Bassegio<sup>2</sup>  
Ivan Werncke<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculdade Assis Gurgacz – FAG, Curso de Agronomia, Avenida das Torres n. 590, CEP: 85.806-095, Bairro Santa Cruz, Cascavel, PR.

<sup>2</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Mestrado em Energia na Agricultura. Rua Universitária, n.2069, CEP: 85.819-110, Bairro Universitário, Cascavel  
email: rogeriozadinello@gmail.com

**Resumo:** O glifosato é um potente herbicida de pós-emergência, largo espectro, não seletivo que é capaz de controlar efetivamente 76 das 78 plantas invasoras mais agressivas. O trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de glifosato nos estádios R<sub>2</sub>, R<sub>4</sub> e R<sub>5</sub>, e uma testemunha sobre o comportamento da cultura da soja. O experimento foi conduzido a campo em uma área experimental da Faculdade Assis Gurgacz, Cascavel, PR. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com cinco repetições. Foram realizadas as seguintes avaliações: número de vagens, massa de 1000 grãos e produtividade. Pode-se concluir a partir dos resultados o efeito significativo do manejo da aplicação de glifosato para a variável número de vagens e produtividade, não incrementando significativamente para massa de 1000 grãos.

**Palavras-chave:** *Glycine max*; glifosato; produção.

**Effect of glyphosate application on soybean yield**

**Abstract:** Glyphosate is a potent herbicide postemergence, broad spectrum, non-selective which is capable of effectively controlling weeds 76 of the 78 most aggressive. The study aimed to evaluate the effect of glyphosate on stage R<sub>2</sub>, R<sub>4</sub> and R<sub>5</sub>, and a witness on the behavior of soybean. The field experiment was conducted in an experimental area of Assisi School Gurgacz, Rattlesnake, PR. The experimental design was a randomized block with five replications. The following evaluations were performed: number of pods, weight of 1000 grains and productivity. It can be concluded starting significant effect on the results of management of applying glyphosate to the variable number of pods and productivity, not to significantly increasing the mass of 1000 grains.

**Keywords:** *Glycine max*; glyphosate; production.

**Introdução**

A soja é hoje a cultura mais cultivada no Brasil. Essa leguminosa foi e continua sendo a base alimentar do povo chinês já há mais de 5.000 anos (Leal et al., 2008). O crescimento da área ocupada pela lavoura de soja no Brasil, na safra 2011/2012 atingiram 24,97 milhões de hectares, passando a ser a maior área já cultivada com uma cultura no país (Conab, 2012). Já

as lavouras cultivadas com soja tolerante ao glifosato, neste mesmo ano, chegaram a aproximadamente 85%, de toda área cultivada (Safras e Mercado, 2012).

O Brasil pode facilmente duplicar a produtividade da soja devido às condições climáticas serem favoráveis, de modo geral, ideal para o desenvolvimento da soja. Em função da seca americana, e a elevada cotação da soja no ano de 2012, novas áreas de cultivo serão implantadas na safra 2012/2013, apesar de algumas complicações com pragas e doenças. Segundo Zadinello et al. (2008) o principal fator de crescimento no Brasil é a produtividade, para os autores a estimativa é que a área de grãos deva chegar a 51,4 milhões de hectares na safra de 2016/17.

Hoje a soja é a mais importante oleaginosa em produção sob cultivo extensivo, ou rotacional, produzindo mais proteínas por hectares do que qualquer outra planta de lavoura. O desenvolvimento de novas áreas de produção e a difusão do consumo de soja pode ser fundamental para o suprimento alimentar mundial (Zanela et al., 2009). Neste sentido a tecnologia de produção desta oleaginosa é uma das mais aprimoradas do mundo moderno.

De acordo com Yamada et al. (2007), cerca de 50% da área plantada com culturas anuais no Brasil utilizam sistema de plantio direto. Isso só foi possível devido ao desenvolvimento de tecnologia de plantio e manejo e acima de tudo ao uso de herbicidas, sendo o glifosato o principal responsável. O sistema de plantio direto trouxe benefícios à agricultura e ao ambiente, causando alguns efeitos colaterais indesejáveis a produtividade.

Segundo Bohm et al. (2008) e Foloni et al. (2005) a soja geneticamente modificada resistente ao glifosato (GM<sub>RR</sub>) foi obtida pela introdução, juntamente com a região t-DNA e o gene marcador de seleção, de gene correspondente à enzima 5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfato sintase (EPSPS, E.C. 2.5.1.19, CP4), enzima da via de chiquimato, resistente ao glifosato, mantendo ativa a via biossintética de aminoácidos aromáticos (Busse et al., 2001).

O que ocorre, de acordo com Aamatante-Júnior et al. (2002) é que o glifosato [N-(fosfonometil) glicina] age sobre a enzima EPSPS inibindo a via de síntese dos aminoácidos aromáticos essenciais, fenilalanina, triptofano e tirosina, os quais são precursores de outros produtos, como lignina, alcalóides, flavonóides e ácidos benzóicos.

Neste sentido, pode se afirmar que a soja GM<sub>RR</sub> é tolerante ao glifosato por possuir uma isoforma da EPSPS resistente a essa molécula. Porém, Reddy et al. (2000) alerta que o glifosato poderá ser absorvido e metabolizado pela planta podendo alterar o metabolismo secundário, uma vez que a enzima EPSPS endógena se mantém inalterada.

O glifosato é um potente herbicida de pós-emergência, largo espectro, não seletivo, capaz de controlar efetivamente 76 das 78 plantas invasoras mais agressivas. (Franz, 1985;

Quinn, 1993; Gruys e Sikorski, 1999). Após aplicado, é de rápida penetração, seguida por uma longa fase de lenta penetração, sendo que a duração dessas fases depende de numerosos fatores, incluindo espécie, idade, condições ambientais e concentração do glifosato e surfatante. Nas plantas, o glifosato se apresenta estável, com pequena degradação detectável ocorrendo em longo período de tempo. O glifosato pode prejudicar a simbiose entre o rizóbio e a soja (Cakmak 2007 e Yamada et al., 2007). Entretanto, o controle químico é hoje o principal método utilizado nas lavouras brasileiras para controle das plantas daninhas (Petter et al., 2007).

Segundo Correia et al. (2007) e Gazziero et al. (2007), sob determinadas concentrações e formulações do sal de glifosato a soja tolerante pode sofrer injúrias. O Roundup Ready cuja formulação corresponde a 648 g do sal de isopropilamina de glifosato ou 480g de equivalente ácido de glifosato, é o único herbicida registrado para aplicação em soja geneticamente modificada no Brasil, utilizando aplicações únicas ou sequenciais, na dose registrada de 1,2 a 2,5 L ha<sup>-1</sup>, do produto comercial Roundup Ready, no período de 20 a 45 dias após a emergência da cultura.

Assim, a aplicação de glifosato em pós-emergente, representa a possibilidade de uso de um herbicida de amplo espectro de ação podendo controlar plantas daninhas resistentes. A eficiência de controle, a facilidade e flexibilidade de seu uso, são o grande diferencial. A utilização de soja resistente ao glifosato representa uma grande evolução (Gazziero et al., 2007).

Este trabalho tem por finalidade avaliar o número de vagens, massa de 1000 grãos e produtividade da soja em relação à aplicação de glifosato nos estádios R<sub>2</sub>, R<sub>4</sub> e R<sub>5</sub> de desenvolvimento da soja RR.

### **Material e Métodos**

O experimento foi realizado a campo em uma área experimental pertencente ao Centro de difusão tecnológico e científico - CEDETEC, no campus da Faculdade Assis Gurgacz – FAG, localizado no município de Cascavel, Paraná, situado a 24°56'12" de Latitude sul e 53°30'46" de longitude oeste, com altitude aproximada de 780 m. Possui precipitação média anual em torno de 2200 mm. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distrófico com textura argilosa (Embrapa, 2006).

O experimento foi realizado empregando-se com o delineamento experimental de blocos casualizados, com cinco repetições. As aplicações de Roundup Ready, foram realizadas nos estádios R<sub>2</sub>, R<sub>4</sub> e R<sub>5</sub> da soja com uma testemunha, na dose de 1,44 L/ha.

Como material vegetal, foi utilizado sementes de soja GM<sub>RR</sub> da cultivar V-TOP. Cada parcela experimental foi constituída por oito linhas de cinco metros, espaçadas entre si a 0,45 m, ou seja, aproximadamente 28,8 m<sup>2</sup>. O herbicida foi aplicado na dose de 1,44 L/ha com pulverizador costal com bico de jato plano “leque” 110.02, com consumo de calda equivalente a 300 L ha<sup>-1</sup>, no estágio de desenvolvimento da soja R<sub>2</sub>, R<sub>4</sub> e R<sub>5</sub> e uma testemunha.

A semeadura foi realizada no dia 02 de março de 2012, com utilização de uma máquina semeadora regulada para 18 sementes por metro de sulco, num espaçamento entre linhas de 0,45 metros, objetivando obter, 16 plantas por metro linear. Os tratos culturais foram realizados conforme recomendado. Realizou-se a dessecação dia 14 de junho de 2012, devido o vazio sanitário ter início dia 15 de junho de 2012.

A colheita foi realizada manualmente dia 18 junho de 2012, colhendo-se 1 m<sup>2</sup> central de cada parcela. Os dados de produção de grãos foram pesados e corrigidos para 13% de umidade. Os valores obtidos foram transformados em sacos de soja de 60kg/ha.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Sendo avaliado número de vagens, peso de 1000 grãos e produtividade kg/ha.

### Resultados e Discussão

Em relação às características avaliadas observa-se interação significativa ( $p < 0,01$ ) para vagens por planta e produtividade. A aplicação de glyphosate não influenciou o peso de 1000 grãos. Na Tabela 1, está apresentado o comportamento dos dados para número de vagens por planta, peso de 1000 grãos e produtividade em relação ao estágio de aplicação do herbicida.

**Tabela 1.** Número de vagens por planta, peso de 1000 grãos e produtividade da cultura da soja em função dos diferentes manejos e estádios de aplicação do glifosato.

Tratamentos	Vagens por planta n <sup>o</sup>	Peso de 1000 grãos gramas	Produtividade kg ha <sup>-1</sup>
Testemunha	23,32 a	143,40 a	2006,45 a
R <sub>2</sub>	19,86 b	142,20 a	1694,03 b
R <sub>4</sub>	22,72 a	142,74 a	1940,79 a
R <sub>5</sub>	23,24 a	142,74 a	1990,10 a
C.V (%)	3,92	1,02	3,76
Teste F	17,55 **	0,57 n.s	20,53 **

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade; n.s não significativo; C.V. = Coeficiente de variação;

Observando o comportamento dos dados apresentados na Tabela 1, verifica-se que a aplicação de glifosato no estágio R2 reduziu o número de vagens por planta. Para Ludwig et al. (2010), a aplicação de herbicidas, mesmo em cultivares com inserção do gene de resistência RR, pode causar fitotoxidez sobre a planta. Comportamento similar foram encontrados por Santos et al. (2007), onde a aplicação de glifosato na variedade CD 219 RR reduziu o rendimento, além de aumentar a intoxicação das plantas.

Stefanello (2011) relata que a fitotoxicidade observada em soja RR pode ser atribuída a aplicação de glyphosate em função dos ingredientes inertes existentes em cada formulação comercial de glyphosate, aliado a cultivares de soja RR mais sensíveis a estes compostos. Duke et al. (1983) observaram diminuição no conteúdo de cálcio em plantas de soja tratadas com glyphosate, onde o cálcio transportado para raízes e hipocótilo.

Acredita-se pelos resultados já observados de pesquisas que os efeitos causados pela aplicação precoce de glifosato na soja estão basicamente relacionados ao menor arranque inicial da parte aérea, redução da nodulação e, conseqüentemente, redução do sistema radicular (Norsworthy e Frederick, 2002). Estudando o comportamento da soja a herbicida Arruda et al. (1999) também verificaram que a aplicação de herbicida no estágio fenológico R3 ou no R5 reduz a área foliar, o acúmulo de matéria seca total, altura da planta e o comprimento de raízes devido a ação do herbicida em reduzir a formação de nódulos e a fixação do N<sub>2</sub> (Arruda et al., 2001).

O número de vagens por planta (Tabela 1) foi influenciado significativamente pelo manejo da aplicação de glyphosate. Observa-se redução no número de vagens por plantas quando a aplicação foi realizada no estágio R2. As demais aplicações nos estádios R4, R5 e testemunha não tiveram influência no número de vagens por planta. Albrecht et al. (2010), também relata o efeito da aplicação de glifosato no início do período reprodutivo, onde tende a diminuir o número de vagens/planta.

Ainda na (Tabela 1), observa-se que a aplicação de glifosato não influenciou o peso de 1000 grãos. Estes Resultados corroboram com os encontrados por Stefanello (2011), que também não encontraram resultados significativos na massa de 100 grãos pela aplicação foliar de Mn ou pela aplicação de glyphosate em pós-emergência da cultura.

Em relação à produtividade pode-se observar efeito significativo da aplicação de glifosato em plena floração. Nota-se redução na produtividade de 15% no estágio R2 (1694,03 kg/ha<sup>-1</sup>) em relação à testemunha (2006,45 kg/ha<sup>-1</sup>), 3,27 % no estágio R4 (1940,79 kg/ha<sup>-1</sup>) e 0,8 % no estágio R5 (1990,10 kg/ha<sup>-1</sup>). Os dados acima corroboram com os

descritos por Albrecht et al. (2010), encontrando redução na produtividade na aplicação de glifosato no estágio R2.

Essa constatação coloca em questão o uso de glifosato em soja transgênica, criando horizontes para maiores pesquisas que posicionem limites no tocante a evitar prejuízos nos cultivos de soja RR pelo uso de altas doses de glifosato em estádios inadequados (aplicações na floração). Santos et al. (2007) observaram efeito variável do glyphosate sobre o desenvolvimento da soja RR, em função da formulação com que o produto comercial é produzido.

Há consequências possíveis do uso de glifosato em pós-emergência na cultura da soja RR, como alterações diretas na nutrição de mineral das plantas de soja, no caso do Mn, e outros nutrientes, como N, Ca, Mg, Fe e Cu, podem ter seus níveis alterados sob a aplicação de glifosato. Plantas com problemas nutricionais podem apresentar menor acúmulo de biomassa e, por conseguinte, menor produtividade (Albrecht et al., 2010). Foloni et al. (2005) estudando formulações de glyphosate em pós-emergência, tanto em uma única aplicação como em aplicações sequenciais não detectou efeito, na produtividade de grãos da cultura da soja na variedade MSoy 8888-RR.

Estes efeitos identificados nos caracteres de interesse agrônômico estão relacionados ao potencial de ação deletéria do glifosato sob o balanço nutricional, geração de efeitos fitotóxicos, por afetar a eficiência no uso da água, a fotossíntese, a rizosfera, o acúmulo de biomassa, a síntese de aminoácidos e compostos secundários (Kremer et al., 2005).

### Conclusões

Pode-se concluir que houve efeito significativo da aplicação de glifosato em relação ao estágio fenológico na cultura da soja.

A aplicação de glifosato na floração diminui a produtividade, sendo que se possível deve-se realizar a aplicação no estágio R4 ou R5.

### Referências

- ALBRECHT, A. J. P; VICTORIA FILHO, R. ; ALBRECHT, L. P; MORAES, M. F. ; KRENCHINSKI, F. H. ; PLACIDO, H. F; MIGLIAVACCA, R. A. ; LORENZETTI, J.B. **Comportamento da soja submetida a diferentes formulações e doses de glyphosate no período reprodutivo.** USP – ESALQ, Piracicaba/SP. set. 2012
- ALBRECHT, L.P.; BARBOSA, A.P.; SILVA, A.F.M.; MENDES, M.A.; MARASCHI-SILVA, L.M.; ALBRECHT, A.J.P. Desempenho da soja roundup ready sob aplicação de glyphosate em diferentes estádios. **Planta Daninha**, v. 29, n. 3, p. 558-590, 2011.

AMARANTE-JÚNIOR, O.P.; SANTOS, T.C.R.; BRITO, N.M.; RIBEIRO, M.L. Glifosato: propriedades, toxicidade, usos e legislação. **Química Nova**, v.25, p.589-593, 2002.

ARRUDA, J.S et al. Nodulação e fixação do dinitrogênio em soja tratada com sulfentrazone. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.2, p.325-330, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v36n2/a16v36n2.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2008. doi: 10.1590/S0100-204X2001000200016.

ARRUDA, J.S. et al. Crescimento de plantas de soja em função de doses de sulfentrazone. **Planta Daninha**, Viçosa, v.17, p.375-386, 1999.

BOHN, G.M.B; GENOVESE, M.I.; PIGOSSO, G.; TRICHEZ, D.; ROMBALDI, C.V. Resíduos de glifosato e ácido aminometilfosfônico e teores de isoflavonas em soja BRS 244 RR e BRS 154. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, 2008.

CAKMAK, I; **Efeito do glifosato na nutrição de micronutrientes de plantas**. Informações Agronômicas. Piracicaba: Potafos, 2007. p.6. (Número 119).

DUKE, S. O. et al. Influence of glyphosate on uptake and translocation of calcium ion in soybean seedlings. **Weed Res.**, v. 23, p. 133-139, 1983.

FOLONI, L. L.; RODRIGUES, D.; FERREIRA, F.; MIRANDA, R.; ONO, E. O. Aplicação de glifosato em pós-emergência, em soja transgênica cultivada no cerrado. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Passo Fundo, v. 4, n. 3, p. 47-58, 2005.

FOLONI, L.L; RODRIGUES D; FERREIRA F; MIRANDA R; ONO E O. aplicação de glifosato em pós-emergência, em soja transgênica cultivada no cerrado. Departamento de Produção e Desenvolvimento, Monsanto do Brasil, Rondonópolis, MT. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Passo Fundo – RS, N.º 3, p. 47-58, 2005.

GAZZIERO, D. L. P.; ADEGAS, F. S.; VOLL, E. **Indicações para o uso de glyphosate em soja transgênica**. Londrina: Embrapa Soja, 2007.

KREMER, R.J.; MEANS, N.E.; KIM, S. Glyphosate affects soybean an root exudation and rhizosphere microorganims. **International Journal of Environmental and Analytical Chemistry**, 2005.

LEAL COSTA, M.V.; LIMA ARAGÃO, F. J. ; SCHWARTZ, E. Anatomia foliar de plantas transgênicas e não transgênicas de *Glycine max* (L.) Merrill (Fabaceae) IN: **Revista Biociências**, Vol. 14, No 1 (2008)

LUDWIG, M. P.; DUTRA, L. M. C.; LUCCA FILHO, O. A.; ZABOT, L.; UHRY, D.; LISBOA, J. I. Produtividade de grãos da soja em função do manejo de herbicida e fungicidas **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.7, p.1516-1522, jul, 2010

MALTY, SIQUEIRA, MOREIRA. Efeitos do glifosato sobre microrganismos simbiotróficos de soja, em meio de cultura e casa de vegetação. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, fev. 2006.

NORSWORTHY, J.K.; FREDERICK, J.R. Reduced seedling rate for glyphosate-resistant, drilled soybean on the Southeastern Coastal Plain. **Agronomy Journal**. Madison, v.94, p.1282-1288, 2002.

PETTER, F.A.; PROCÓPIO, S.O.; CARGNELUTTI FILHO, A.; BARROSO, A.L.L.; PACHECO L.P. Manejo de herbicidas na cultura da soja Roundup Ready®. **Planta daninha**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 165-171, 2007.

REDDY, K. N.; RIMANDO, A. M.; DUKE, S. O. Aminomethyl phosphonic acid, a metabolite of glyphosate, causes injury in glyphosate-treated, glyphosate-resistant soybean. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Columbus, v. 52, n. 16, p. 5139-5143, 2004.

SAFRAS & MERCADO. **Agência Leia – Últimas Notícias**. Disponível em: <<http://www.safras.com.br/index.asp?tag=N&Tipo=L>> Acessado em: 15 de março de 2012

SANTOS, J. B.; FERREIRA, E. A.; REIS, M. R.; SILVA, A. A.; FIALHO, C. M. T.; FREITAS, M. A. M. Avaliação de formulações de glyphosate sobre soja Roundup Ready.

YAMADA, T; CASTRO, P.R.C. **Efeito do glifosato nas plantas: implicações e agronômicas**. Informações Agronômicas. Piracicaba: Potafos, 2007. p.6. (Número 119).

ZANELA C.; WINKEL, H. L. CARNEIRO, P. H. **Aspectos Econômicos da Cultura da Soja**. Disponível: <http://projetosfree.tripod.com/soja.htm>. Acessado em 08/03/2012.