

Interferência do glifosato, do boro e de inoculante no desenvolvimento e na produtividade da soja RR 1

Rodrigo Deluca¹; Emelyn Tamara Ribeiro¹; Cornélio Primieri²; José Arildo Cavalcante¹; Wagner Gonçalves da Silva¹

Resumo: A soja (*Glycine max*) é uma leguminosa com diversidades em seu uso e que vem ganhando cada vez mais importância na agricultura mundial. Um dos fatores que impulsionou este crescimento, foram os avanços tecnológicos, como o desenvolvimento da soja RR1. Sabemos que a soja RR 1 tolera o glifosato, mas alguns estudos mostram que o herbicida pode comprometer tanto o desenvolvimento da planta como o de organismos benéficos. O presente trabalho teve como objetivo avaliar os possíveis danos causados pela aplicação de glifosato na soja RR 1 e os benefícios da utilização de inoculante e de adubação foliar sobre estas injúrias. O experimento foi conduzido na Fazenda Escola do Centro Universitário FAG. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 2 x 2, onde: Fator 1 – Glifosato (ausência e presença); Fator 2 – Inoculação (ausência e presença), e Fator 3 – Adubação foliar (ausência e presença), totalizando oito tratamentos com cinco repetições cada. O glifosato foi utilizado no estágio V4 de desenvolvimento da cultura, já a adubação foliar foi realizada no estágio R1 com um produto a base de boro, além da inoculação realizada no dia do plantio através de um produto turfoso. As avaliações realizadas foram: número de vagens, peso de 1000 grãos e produtividade. Os dados foram submetidos à análises estatísticas, com o teste Tukey a 5% de probabilidade, através do programa Assistat. Os resultados não foram significativos estatisticamente para nenhum dos tratamentos.

Palavras-chave: Herbicida; nutrientes; rizóbios.

Interference of glyphosate, boron and inoculant in the development and productivity of soybean RR 1

Abstract: Soybean (*Glycine max*) is a legume with diversities in their use and which is gaining increasing importance in world agriculture. One of the factors that drove this growth were the technological advances such as the development of soybean RR1. We know that soy RR 1 tolerate glyphosate, but some studies show that the herbicide can compromise both the development of the plant and the beneficial organisms. This study aims to evaluate the possible damage caused by glyphosate application on RR soy 1 and the benefits of using inoculants and foliar fertilization on these injuries. The experiment was conducted at the Farm School of the University Center FAG. The design was completely randomized in a factorial 2 x 2 x 2 where: Factor 1 - Glyphosate (absence and presence); Factor 2 - Inoculation (absence and presence), and Factor 3 - fertilizer leaves (absence and presence), totaling eight treatments with five repetitions each. Glyphosate was used in the V4 stage of development of culture, as a foliar fertilization was performed at R1 stage with a product to boron basis, beyond the inoculation held on planting through a peat product. The evaluations were: number of pods, 1000 grain weight and productivity. The data were subjected to statistical analysis with the

¹ Engenheiros (as) Agrônomos (as), Formados (as) no Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz – Pr. emelyn_67@hotmail.com, jacavalcante77@gmail.com, rodrigodeluka25@hotmail.com, walansigon@hotmail.com.br

² Engº Agrº, Mestre em Energia na Agricultura (UNIOESTE). Professor do Curso de Agronomia da Faculdade Assis Gurgacz – PR. primieri@fag.edu.br

Tukey test at 5% probability by Assistat program. The results were not statistically significant for any of the treatments.

Key words: Herbicide, Nutrients, rhizobia.

Introdução

A soja (*Glycine max*) é uma leguminosa com diversidades em seu uso e que vem ganhando cada vez mais importância na agricultura mundial. Este crescimento se deve não apenas ao aumento de áreas destinadas ao seu plantio, mas também aos avanços tecnológicos que possibilitam plantas mais produtivas e mais tolerantes a diferentes fatores (DERAL, 2012). Um exemplo destes avanços seria a soja tolerante ao glifosato, que segundo Pelaez *et al.* (2004) teria o objetivo de facilitar o manejo das plantas daninhas na cultura

Plantas daninhas são sempre um problema, pois para se desenvolver, as mesmas necessitam de condições idênticas a das culturas de interesse, como água, luz, nutrientes e espaço, o que acaba causando competição entre as plantas. Mas os efeitos negativos das plantas daninhas podem ir além, como, hospedar pragas e doenças, dificultar a colheita e causar efeitos alelopáticos (CRUZ *et al.*, 2008).

O glifosato tem um bom controle sobre diversas ervas daninhas, tanto dicotiledôneas como monocotiledôneas e se trata de um herbicida não seletivo, desta forma o contato do produto com a cultura deve ser evitado. A absorção do glifosato é pela cutícula e sua translocação na planta ocorre principalmente via simplasto, tanto na parte aérea, quanto subterrânea (RODRIGUES e ALMEIDA, 2005).

Este é um herbicida que inibe a enzima enol-piruvil-shiquimato-fosfato sintase – EPSPs, enzima esta que constitui uma das etapas da síntese de aminoácidos aromáticos como tirosina, fenilalanina e triptofano, além de algumas vitaminas e hormônios. As faltas destes compostos fazem com que a planta paralise seu crescimento, fique amarela, murche, necrose e consequentemente morra (RODRIGUES e ALMEIDA, 2005).

A soja RR 1, é uma planta que tolera a utilização do herbicida glifosato, e esta tolerância foi adquirida através de uma bactéria de solo chamada *Agrobacterium tumefaciens* da estirpe CP4. Esta bactéria possui uma forma diferenciada da enzima EPSPS que após ser inserida geneticamente na soja, possibilitou a tolerância da mesma ao herbicida (SOUZA, 2013).

A soja é uma cultura que necessita de muito N para a sua produção, levando em consideração que para se produzir 1000 kg do grão, são necessários 80 kg de Nitrogênio

(Hungria *et al.*, 2001). A fixação biológica do nitrogênio é a principal fonte de N para a soja, podendo suprir até mesmo todos o N de que a planta necessita. Esta fixação se dá quando bactérias do gênero *Bradyrhizobium* entram nas raízes da cultura via pelo radiculares e infectam as mesmas, formando nódulos (EMBRAPA, 2004).

Inoculantes são estirpes de rizóbios selecionados, que tem a capacidade de formar nódulos e fixar nitrogênio na cultura de interesse, geralmente misturados à turfas com PH neutralizado. Estes são aplicados nas sementes da cultura no momento do plantio, com o objetivo de aumentar a população destes microrganismos, pois as vezes a população nativa pode ser reduzida por diversos fatores, dificultando a nodulação (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006).

Zobiole *et al.* (2010) ao trabalhar com uma dose de glifosato de 1.200 g e.a. ha⁻¹, no estágio V4 da cultura, constatou que indicadores como taxa fotossintética, número de nódulos e a biomassa seca, tanto da parte aérea quanto das raízes e nódulos foram afetados com a aplicação do produto, mas que estes efeitos poderiam ser minimizados com a utilização de aminoácidos através de tratamento de semente e aplicações foliares.

Cada nutriente tem seu papel no desenvolvimento das plantas, como podemos observar no trabalho de Sfredo (2008), onde ele comenta que tanto a deficiência de Ca, como na de B, comprometem a germinação do grão de pólen e o crescimento do tubo polínico. Sfredo (2008), também comenta que a falta de nutrientes como Cu, Fe e Zn podem diminuir atividades fotossintéticas, reduzir a síntese de proteína e não ativar enzimas como a da síntese do triptofano, respectivamente. Já o Co é um nutriente essencial para a fixação biológica de nitrogênio.

Os solos brasileiros não possuem um alto teor de nutrientes, daí a necessidade de se trabalhar com a adição de certos minerais. A disponibilidade e a absorção dos minerais via solo, dependem de diversas reações, e estas as vezes podem não acontecer da forma mais correta, por diversos fatores, viabilizando assim a aplicação de adubos foliares, com o objetivo de complementa a nutrição das plantas nos momentos em que elas mais precisam (Staut, 2006). Com relação ao boro, Bevilaqua *et al.* (2002) realizaram um trabalho sobre a aplicação de cálcio e boro na soja, e chegaram à conclusão de que quando estes são aplicados na fase de floração, aumentam fatores como o número de vagens por planta.

Relacionado a floração, Zadinello *et al.* (2012) comenta que, ao utilizar 691 g ha⁻¹ do equivalente ácido do glifosato através do produto comercial Roundup Read, tanto o número de vagens quanto a produtividade tiveram uma redução significativa, quando o produto foi

aplicado no estágio R2 de desenvolvimento da soja, não tendo o mesmo efeito significativo para o peso de 1.000 sementes.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar possíveis injúrias causadas pela aplicação do glifosato na soja RR 1, bem como os benefícios de se estabelecer uma maior população de rizóbios através de inoculantes, e de se fornecer boro via adubação foliar no início da floração.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no período de outubro de 2015 a março de 2016, na Fazenda Escola do Centro Universitário FAG, localizada no município de Cascavel – PR, com latitude 24°56'15.85" sul e longitude 53°30'51.55" oeste, à uma altitude de 698 metros. A cultivar utilizada foi a NA 5909, sendo está uma cultivar RR 1, de hábito de crescimento indeterminado. A implantação da cultura foi dia 30 de outubro de 2015 e foi realizada com uma plantadeira de parcelas de quatro linhas, com um espaçamento de 45 cm entre as mesmas. As parcelas eram de 5 x 1,8 m, totalizando 9 m² cada parcela.

A semente já veio tratada da indústria com um inseticida a base de Imidacloprido (150 g L⁻¹) + Tiodicarbe (450 g L⁻¹), na dosagem de 5 mL kg⁻¹ de semente e um fungicida a base de Carbendazim (150 g L⁻¹) + Tiram (350 g L⁻¹) na dosagem de 2 mL kg⁻¹ de semente. A distribuição das sementes na lavoura foi de quatorze sementes por metro linear. Já a adubação foi realizada de acordo com a análise de solo, sendo utilizados 200 kg ha⁻¹ de supersimples na base (00-18-00) e 92 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio em cobertura (00-00-60), no estágio de desenvolvimento V1 da cultura.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 2 x 2, onde o Fator 1 – Glifosato (ausência e presença), Fator 2 – Inoculante (ausência e presença) e Fator 3 – Adubação foliar (ausência e presença), o que resultou em oito tratamentos com cinco repetições cada. Os posicionamentos dos diferentes tratamentos, bem como suas respectivas repetições no campo, foram definidos através de sorteio.

Para a realização do experimento os produtos utilizados foram, um herbicida a base de glifosato (500 g L⁻¹ de equivalente ácido), um inoculante sólido turfoso, contendo cinco bilhões de bactérias por grama dos produtos, sendo estas bactérias as *Bradyrhizobium elkanii* (Capa SEMIA 5019) e as *Bradyrhizobium japonicum* (Capa SEMIA 5079), um adubo foliar líquido que contem em sua composição B (154 g L⁻¹), além de outros defensivos como, herbicida seletivo, fungicidas e inseticidas.

O glifosato foi aplicado, com um pulverizador costal, no estágio V4 do desenvolvimento da cultura, na dosagem de 2,8 L ha⁻¹. Com relação a inoculação, a mesma foi realizada de forma manual com o auxílio de um saco plástico no dia da semeadura, na dosagem de 100 g do inoculante, para cada 50 kg de semente. Já a aplicação do boro também foi realizada com um pulverizador costal, no estágio R1 da cultura na dosagem de 1 L ha⁻¹. As aplicações dos outros defensivos foram realizadas de forma tratorizada em toda a área, de acordo com a necessidade.

A colheita foi realizada dia 01 de março, 123 dias após o plantio de forma manual, onde foram colhidos apenas 4 m das duas fileiras centrais, descartando assim as bordaduras das parcelas. As avaliações realizadas foram número de vagens, peso de mil grãos e produtividade. Para avaliar o número de vagens, no momento da colheita, foram selecionadas dez plantas por parcela, de forma aleatória, e as vagens foram contadas posteriormente. A produtividade e o peso de mil grãos foram avaliados após a colheita, depois de ser determinado o teor de umidade e limpeza das parcelas individualmente.

Os resultados encontrados foram submetidos à análise da variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância com auxílio do programa ASSISTAT.

Resultados e Discussão

Após avaliações estatísticas sobre os dados de produtividade, número de vagens e peso de mil grãos, verificou-se que o teste de comparação das médias não pode ser aplicado as mesmas, pois as interações entre os fatores não foram significativas, ou seja, um fator não interferiu sobre o resultado do outro. Desta forma foram avaliados os benefícios ou não de cada um dos fatores, de forma independente.

Ao analisar cada um dos fatores como glifosato, inoculante e boro separadamente entre as avaliações de produtividade, número de vagens e o peso de mil grãos, foi observado que tanto na ausência quando na presença de cada um dos fatores, as medias avaliadas foram consideradas estatisticamente iguais, como mostra a tabela 1.

Tabela 1 - Ausência e presença do glifosato, inoculante e boro nas diferentes avaliações.

Fatores/níveis	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Nº de Vagens (und.)	Peso 1000 grãos (grs.)
Glifosato 0	1.951,6 a	64,71 a	110,11 a
Glifosato 1	1.913,3 a	59,81 a	111,05 a
Inoculante 0	1.932,7 a	63,74 a	111,44 a
Inoculante 1	1.932,2 a	60,78 a	109,72 a
Boro 0	1.936,1 a	62,04 a	110,26 a
Boro 1	1.928,8 a	62,48 a	110,90 a

Médias seguidas de uma mesma letra não diferem pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância.

Fonte: O autor (2016).

A não interferência do glifosato em nenhum dos fatores confirma a pesquisa de Zadinello *et al.* (2012), sobre a planta manter o peso de mil grãos, mas vai contra a publicação no momento em que ele diz que ao aplicar 691 g ha⁻¹ do equivalente ácido de um produto comercial no estágio R2 da cultura, a mesma teve uma redução no número de vagens e na produtividade. O que difere é que no presente trabalho foram aplicados 1.400 g ha⁻¹ do equivalente ácido de um outro produto comercial, além da aplicação ter ocorrido no estágio V4 da cultura, esta que talvez seja o principal benefício da não interferência.

Já Zobiole *et al.* (2010), ao realizar um trabalho semelhante, se deparou com perdas na taxa fotossintética e número de nódulos. Estes fatores não foram avaliados no trabalhos em questão, mas independente ou não destas reduções, as mesmas não interferiram nos indicadores de produção avaliados. Todos os tratamentos sentiram a falta de luminosidade, pelo excesso de chuva e dias nublados, logo fizeram menos fotossíntese, desta forma mesmo havendo a redução da taxa fotossintética pela ação do glifosato, esta não foi perceptível.

Quanto ao número de nódulos, sua possível redução por conta da aplicação de glifosato não foi significativa nas avaliações realizadas, bem como a ausência ou presença de inoculante. Pires e Voss (2005), informam que a ausência de inoculante não é notada em áreas aonde a soja vem sendo cultivada ano após ano, pelo fato dos rizóbios se multiplicarem, principalmente em áreas de plantio direto. Levando em consideração de que na área onde o experimento foi conduzido a soja é plantada todo ano e de que o sistema implantado é o de plantio direto, podemos concluir que a população de rizóbios no solo é elevada, desta forma as parcelas onde o inoculante não foi aplicado, não sentiram a ausências destes rizóbios, e mesmo que o glifosato tenha reduzido um pouco a população dos mesmos, esta foi imperceptível.

Quanto a não resposta ao boro, Mascarenhas *et al.* (2014), afirma que na adubação foliar, o boro é praticamente imóvel nas plantas através do floema, e isto dificulta a translocação do mesmo, das partes mais velhas da planta para as partes mais novas que irão surgir após a aplicação do nutriente. Desta forma o boro é um nutriente que deve ser disponibilizado para a planta periodicamente. Gondim, Prado e Filho (2009), comentam que neste caso a melhor opção seria fornecer o boro via solo, pois desta forma este vai sendo liberado gradativamente por todo o ciclo da cultura.

O sucesso da aplicação de Bevilaqua *et al.* (2002), na floração pode ter dois fatores. O primeiro pode ser o momento da aplicação, pois em seu trabalho ele não relaciona o momento

da aplicação com as fases fenológicas da soja, apenas com a floração, mas esta pode ir de R1 (início da floração) à R2 (florescimento pleno). Se a aplicação ocorreu na fase R2 o boro que atua apenas nos órgãos já existentes favoreceu todas as flores. O outro fator seria a aplicação do cálcio junto com o boro.

O clima também pode ter interferido nos resultados, pois de acordo com o site CLIMATE-DATA.ORG o volume de chuva esperado entre os meses de novembro e fevereiro para Cascavel – Pr era de 675 mm, onde o volume real entre novembro de 2015 e fevereiro de 2016 foi de 1.252 mm, dados estes levantados pela fazenda escola do Centro Universitário FAG, mais de dois terços do volume esperado para um ano todo, que é de 1.822 mm. De acordo com Francisco Carlos Simioni, diretor geral do Departamento de Economia Rural (DERAL) a safra 2015/2016 da soja no Paraná foi prejudicada pelo excesso de chuva (AGÊNCIA DE NOTÍCIAS DO PARANÁ, 2016).

Conclusão

O glifosato quando aplicado no estágio V4 de desenvolvimento da cultura, não apresentou resultados para nenhuma das variáveis avaliadas em nenhum dos tratamentos.

Referências

AGÊNCIA DE NOTÍCIAS DO PARANÁ; **No Paraná, colheita de soja acelera e já alcança 41% da área plantada**, 2016. Disponível em <<http://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=87885>> Acesso em: 14 abr. 2016.

BEVILAGUA, G. A. P.; FILHO P. M. S.; POSSENTI J. C. Aplicação foliar de cálcio e boro e comportamentos de rendimento e qualidade de sementes de soja. **Ciência Rural**; Santa Maria, v.32, n.1, p.31-34, 2002.

CLIMA-DATA.ORG; **Clima: Cascavel**. Disponível em <<http://pt.climate-data.org/location/5965/>> Acesso em: 14 abr. 2016.

CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHÃES, P. C. **A Cultura do Milho**. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas: 2008. cap 9, pag. 199 – 213.

DERAL – DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL; **Soja – Análise da Conjuntura Agropecuária**, 2012. Disponível em<http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/soja_2012_13.pdf> Acesso em 01 mai. 2016.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja região central do Brasil 2004**, 2004. Disponível em < <http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/>> Acesso em:10 abr. 2016.

GONDIM, A. R. O.; PRADO, R. M.; FILHO, A. B. C.; **Absorção e mobilidade do boro em plantas de tomate e de beterraba**. 2009. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) –

Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Jaboticabal.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja**. 2001. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/459673/1/circTec35.pdf>> Acesso em: 22 ago. 2015.

MASCARENHAS H. A. A.; ESTEVES J. A. F.; WUTKE E. B.; GALLO P. B.; Micronutrientes em soja no estado de São Paulo. **Nucleus**, 2014. Disponível em <<http://www.nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/view/1102>> Acesso em: 25 mar. 2016.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e química do solo**. Lavra: UFLA, 2006, 2ª edição, pag. 527 – 540.

PELAEZ V.; ALBERGONI L.; GUERRA M. P. **Soja Transgênica versus Soja Convencional: Uma análise comparativa de custos e benefícios**. 2004, Disponível em <<https://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/8712/4896>> Acesso em 06 mai. 2016.

PIRES J. L. F.; VOSS M. Expansão da soja: Inoculação em áreas novas é indispensável. **Revista Plantio Direto**; Passo Fundo; RS, p. 19, 01 Jan. 2005.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. (in memoriam) **Guia de Herbicidas**. Londrina; PR, 5ª ed. pag. 288; 2005.

SFREDO G. J. **Soja no Brasil: Calagem, adubação e nutrição mineral**. 2008. Disponível em <<http://www.agrolink.com.br/downloads/soja%20no%20Brasil%20-%20calagem,%20aduba%C3%A7%C3%A3o%20e%20nutri%C3%A7%C3%A3o%20mineral.pdf>> Acesso em: 12 set. 2015.

SOUZA, F. L. G. **Qualidade de sementes de soja convencional e transgênica em função da dessecação das plantas com glyphosate**. 2013. Tese (Doutorado em Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Botucatu.

STAUT, L. A. **Adubação foliar com macro e micronutrientes na cultura da soja**, 2006. Disponível em <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/66220/1/32016.pdf>> Acesso em: 20 ago. 2015.

ZADINELLO, R.; CHAVES, M. M.; SANTOS, R. F.; BASSEGIO, D.; WERNCKE, I. Influência da aplicação de glifosate na produtividade da soja. **Acta Iguazu**; Cascavel; PR; v.1, n.4, pag. 1-8, 2012.

ZOBIOLE, L. H. S.; OLIVEIRA Jr., R. S.; CONSTANTIN, J.; BIFFE, D. F.; KREMER, R. J. **Uso de aminoácido exógeno na prevenção de injúrias causadas por glyphosate na soja RR**. 2010. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-83582010000300022&script=sci_arttext> Acesso em: 22 ago. 2015.