

Absorção de manganês e desenvolvimento de soja RR sob doses de glifosato

Tainara Vanessa Carraro¹, Tiago Roque Benetoli da Silva^{2*}, Natalia Alves Barbosa²,
Poliana Frigo³

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), *Campus* Marechal Cândido Rondon, Paraná.
Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

²Universidade Estadual de Maringá (UEM), *Campus* Umuarama, Paraná. Programa de Pós-Graduação em
Ciências Agrárias. Estrada da Paca, São Cristóvão, 87501-970, Umuarama, Paraná.

³Universidade Estadual de Maringá (UEM). Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Maringá, Paraná.

E-mail autor correspondente: trbsilva@uem.br

Artigo enviado em 20/05/2017, aceito em 15/02/2018.

Resumo: O manganês é um micronutriente que exerce funções essenciais no interior da planta. Sua deficiência faz com que ocorra redução da fotossíntese e consequentemente redução da produtividade. O amarelecimento da soja Roundup Ready após aplicação do glifosato pode estar associado à deficiência de manganês. Por isso, com a hipótese de que a soja resistente ao glifosato pode ter dificuldade na absorção e translocação deste micronutriente, podendo induzir sua deficiência, o presente trabalho teve por objetivo, avaliar a absorção do manganês sob doses de glifosato em pós-emergência. O experimento foi realizado no sítio do Sossego, na cidade de Palotina-PR, com delineamento em blocos casualizados, com cinco repetições. A aplicação do herbicida foi realizada no início do florescimento (estádio R1) e os tratamentos foram compostos pela testemunha, dose recomendada do herbicida, 30% e 60% a mais da dose recomendada, e 30% abaixo da dose recomendada. Observou-se que concluir que as doses de glifosato aplicadas não alteraram o desenvolvimento da soja PR, não afetando a absorção de manganês.

Palavras-chave: micronutriente, deficiência, herbicida, *Glycine max*

Manganese absorption and soybeans RR development under rates of glyphosate

Abstract: Manganese is a micronutrient that plays essential functions inside the plant. Its deficiency causes of reduction of photosynthesis and hence reduced productivity. Yellowing of Roundup Ready soybeans after application of glyphosate may be associated with manganese deficiency. Therefore, the hypothesis that the soybeans resistant to glyphosate may have difficulty in absorption and translocation of this micronutrient, can induce their disability, this study aimed to evaluate the absorption of manganese in glyphosate rates in post-emergence. The experiment was conducted at Sossego site in the city of Palotina-Pr with a randomized block design with five replications. Herbicide application was made at the beginning of flowering (R1 stage) and the treatments were composed by the witness, recommended dose of herbicide, 30% and 60% more than the recommended dose, and 30% below the recommended dose. It was noted that the conclusion that the glyphosate rates applied do not alter the development of PR soy, not affecting the absorption of manganese.

Keywords: micronutrient deficiency, herbicide, *Glycine max*

Introdução

Atualmente a soja (*Glycine max*) é a cultura mais cultivada no Brasil. Há mais de 5.000 anos essa leguminosa é a base alimentar do povo chinês (LEAL et al., 2008). O crescimento da área ocupada pela lavoura de soja no Brasil, na safra 2014/2015 atingiram 31,29 milhões de hectares (CONAB, 2015).

O estado do Mato Grosso é o maior produtor de soja no Brasil (FREITAS, 2011). Contudo, a tecnologia de produção ainda é uma das mais aprimoradas hoje em dia (ZADINELLO et al., 2012). Já o Paraná, na safra de 2013/14 teve sua produção prejudicada devido a falta de chuvas e excesso de calor, entretanto, houve o aumento da área cultivada nas últimas safras, além de maior investimento em tecnologias de produção (SEAB, 2014).

No Brasil, 50% da área cultivada com culturas anuais utilizam SPD e, isso só foi possível por conta do desenvolvimento de tecnologia de plantio e manejo e acima de tudo ao uso de herbicidas, sendo o glifosato o principal responsável. A introdução do SPD trouxe benefícios à agricultura e ao ambiente, porém causando também alguns efeitos colaterais indesejáveis a produtividade (YAMADA e CASTRO 2007).

Com o desenvolvimento da soja geneticamente modificada, resistente ao glifosato, observa-se aumento na utilização desse herbicida, aplicado principalmente em pós-emergência, se fazendo uso de três a quatro vezes durante o ciclo da cultura. Essas sucessivas aplicações de um único produto interferem de forma negativa no que diz respeito a parte nutricional da planta (SERRA et al., 2012). O uso do herbicida glifosato em pós-emergência

afeta o teor de micronutrientes nas plantas de soja RR (EKER et al., 2006; NEUMANN et al., 2006).

O manganês desempenha variadas funções importantes na planta, destacando-se a participação na fotossíntese, no metabolismo do nitrogênio e também nos compostos cíclicos, como precursores de aminoácidos aromáticos, hormonais (auxinas), fenóis e ligninas (Heenan e Campbell, 1980). O acúmulo de manganês ocorre, nas células periféricas da folha e do pecíolo (MARENCO e LOPES, 2007).

O gene adicionado na soja transgênica pode ter alterado outros processos fisiológicos na planta e o herbicida glifosato pode retardar a absorção e a translocação do manganês na planta ou ter efeito adverso nas populações de microrganismos do solo responsáveis pela redução do elemento na forma disponível para a planta (GORDON, 2007a). Existem relatos que as plantas de soja RR (Roundup Ready) são menos eficientes no acúmulo de Manganês que as convencionais (GORDON, 2007b). Tendo sido relatada já a diminuição na absorção e transporte deste micronutriente (RÖMHELD et al., 2005)

Há alguns processos de interferência relatados e possivelmente um deles é a formação de complexo pouco solúvel e móvel entre o glifosato e íons catiônicos (Eker et al., 2006) podendo influenciar os mecanismos de absorção. Portanto, este trabalho tem por objetivo, avaliar o desenvolvimento da soja e absorção de manganês sob doses de glifosato em pós-emergência.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no sítio do Sossego, na cidade de Palotina –

PR (Latitude 24° 17' 02" S. Longitude 53° 50' 24" W), em um Latossolo de textura argilosa. O clima da região é subtropical úmido conforme classificação segundo Köppen, tendo verões quentes e invernos frios ou amenos. As geadas são frequentes no período mais frio e a média anual da temperatura é de 20°C.

A área do experimento foi de 300 m² e as parcelas foram constituídas de cinco linhas de soja com cinco metros de comprimento, espaçadas entre si a 0,45 m. O delineamento experimental usado foi o de blocos casualizados, com quatro tratamentos.

O material utilizado foi a cultivar Intacta Donmario 6563, sendo essa cultivar que se adapta as condições climáticas da região, com população de 250.000 a 280.000 plantas por hectare. A tecnologia intacta promove o controle das principais lagartas da cultura da soja.

Na área total foi aplicado a lanço 1,5 t ha⁻¹ de calcário dolomítico e a adubação da área foi realizada juntamente com sementeira que foi feita em outubro/2015 com a sementeira em área total, utilizando 250 kg ha⁻¹ do formulado 2-18-18, inserindo 13 sementes por metro.

Após a sementeira foi coletada uma amostra de solo entre linhas para posterior análise em laboratório (Tabela 1). Também foi realizada aplicação de fungicida e, pelo fato dessa cultivar possuir a tecnologia intacta foi necessária utilização de inseticida

apenas para controle de percevejo. A aplicação do herbicida glifosato foi realizada ante do florescimento e os tratamentos foram compostos pela testemunha, dose recomendada do herbicida (2 L ha⁻¹), 30% a mais da dose recomendada (2,6 L ha⁻¹), 30% abaixo da dose recomendada (1,4 L ha⁻¹) e 60% a mais da dose recomendada (3,2 L ha⁻¹).

Os tratos culturais foram realizados de acordo com a necessidade durante o período de cultivo, e para controle das plantas daninhas nas parcelas das testemunhas foi feita capina manual.

Quando a planta estava no final da floração (estádio R2), foram coletadas três plantas por parcela utilizando-se apenas as folhas, colocadas em sacos de papelão para posterior secagem em estufa a uma temperatura de 65 °C por 48 horas e moagem para então ser realizada análise foliar. E por ocasião da colheita, foram coletadas na área útil de cada parcela, dez plantas para avaliar: número de vagens por planta, número de grãos por planta e número de grãos por vagem. Também na área útil foram colhidas duas linhas de quatro metros para avaliar da massa de 100 grãos e produtividade (kg ha⁻¹). Ambas as avaliações tiveram a umidade corrigida a 13%. A análise estatística foi efetuada seguindo-se o modelo de análise variância, por intermédio do programa Sisvar, utilizando o nível de 5% de significância (FERREIRA, 2000).

Tabela 1 – Características químicas do solo, coletadas na camada de 0-20 cm. Palotina (PR), 2015

pH CaCl ₂	P mg dm ⁻³	M.O. g dm ⁻³	Ca	K	Mg	Al	CTC	V
-----cmol _c dm ⁻³ -----								
--								
5,28	1,65	13,67	4,84	0,51	1,77	0,0	10,31	69,06
-----mg dm ⁻³ -----			Mn	Fe	Zn	Cu		
105,00			2,60		6,30		25,10	

Resultados e Discussão

Observa-se que as doses de glifosato não causaram efeito significativo nos parâmetros avaliados (Tabelas 2 e 3). Resultados semelhantes foram obtidos por Stefanello et al. (2011), em um experimento realizado em duas propriedades no município de

Rio Brillhante – MS, onde a aplicação de glifosato nas doses 720 g i.a no estádio fenológico V2, 480 g i.a em V4 e aplicação de 1200 g i.a em V4 não influenciaram os teores foliares de nutrientes, bem como a produtividade de grãos por planta e vagem de soja.

Tabela 2 – Número de vagens por planta, grãos por planta e grãos por vagem de soja, em função da aplicação de doses de glifosato. Palotina (PR) – 2016

Tratamento GlifosatoL ha ⁻¹	Vagens/planta ⁻¹	Grãos/planta ⁻¹ -----número-----	Grãos/vagem ⁻¹
0	56,2	109,3	1,94
1,6	52,2	108,5	2,08
2,3	69,3	133,9	1,90
3,0	52,1	90,2	1,72
3,6	53,7	108,4	2,00
C.V. (%)	3,2	3,4	2,0
Teste F	n.s.	n.s.	n.s.

n.s. = não significativo a 5% de probabilidade de erro. C.V. = coeficiente de variação

Era esperado a ausência de reposta do número de grãos por vagem, esta variável pode ser interferida devido ao fator genético, uma vez que cada cultivar apresenta comportamentos diferentes mediante tratamentos, espaçamento, adensamento e condições climáticas (SILVA ET AL., 2014).

Fenner et al. (2012), observou os mesmos resultados por meio de análise de variância, onde não foi relatado efeito para doses de glifosato em relação ao manganês foliar e interação das variáveis como número de vagens, produtividade de grãos e massa de 1000 grãos.

Alguns relatos mostram que a absorção e transporte de manganês pode ser comprometida nas plantas não alvo com a aplicação de glifosato (RÖMHELD et al., 2005; NEUMANN et al., 2006). Porém, mesmo que o glifosato possa interferir na absorção deste micronutriente, esse efeito não foi manifestado no presente estudo, fato este que pode estar relacionado a

condição nutricional do solo, relatou-se por meio de análise de solo o teor de 105,00 mg dm⁻³ de manganês, o que segundo Abreu et al. (2007), corresponde a quase um excesso. Esse fato mostra que para soja geneticamente modificada tolerantes ao glifosato, a suplementação com manganês via adubação foliar não é necessária, desde que os teores do micronutriente no solos sejam adequados (BASSO et al., 2011).

Não houve efeito da aplicação do glifosato sobre as concentrações de manganês no tecido foliar da soja (Tabela 3), corroborando com os dados apresentados em outros trabalhos, onde os autores também observaram que a aplicação de glifosato não mostrou efeito sobre as concentrações de manganês no tecido foliar da soja. Mesmo sem a aplicação de manganês via foliar, as concentrações do micronutriente são consideradas ideais (BOTT et al., 2008; CORREIA e DURIGAN, 2009; BASSO et al., 2011).

Tabela 3 – Teor de manganês foliar(mg kg⁻¹), massa de 100 grãos (g), e produtividade de grãos (kg ha⁻¹) de soja, em função da aplicação de doses de glifosato. Palotina (PR) – 2016

Tratamento	Manganês foliar	Massa de 100	Produtividade
Glifosato L ha⁻¹	mg kg⁻¹	grãos	kg ha⁻¹
		gramas	
0	109,6	18,9	3517
1,6	103,8	18,4	3406
2,3	129,6	18,9	4316
3,0	124,2	18,7	2876
3,6	132,0	18,6	3433
C.V. (%)	15,5	3,3	4,2
Teste F	n.s.	n.s.	n.s.

n.s. = não significativo a 5% de probabilidade de erro.

C.V. = coeficiente de variação

Efeitos fitotóxicos não foram observados mediante a aplicação das doses de glifosato, mesmo na dose de 3,6 L ha⁻¹ (60% a mais da dose indicada), mostrando uma correlação com os resultados obtidos por Correia e Durigan (2007), que ao estudar o efeito de oito herbicidas à base de glifosato, incluindo Roundup Ready®, utilizado neste estudo, em duas variedades de soja, a CD 214 RR e a M-Soy 8008 RR, não detectaram efeitos fitotóxicos que pudessem ser observados nas plantas de soja.

Conclusão

Com o presente estudo pode-se concluir que as doses de glifosato aplicadas não alteram o desenvolvimento da soja RR, não afetando a absorção de manganês.

Referências

ABREU, C.A.; LOPES, A.S.; GABRIELLI, G.C. Micronutrientes. In: NOVAIS, R.F., ALVAREZ, V.V.H., BARROS, N.F., FONTES, R.L.F., CANTARUTTI, R.B., NEVES, J.C.L. (Eds.). **Fertilidade do solo**. SBCS: Viçosa. 2007. p.737-768

BASSO, C.J.; SANTINI, A.L.; LAMEGO, F.P.; GIROTTO, E. Aplicação foliar de manganês em soja transgênica tolerante

ao glifosato. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.10, p.1726- 1731, 2011.

BOTT, S.; TEFAMARIAM, T.; CANDAN, H.; ÇAKMAK I.; RÖMHELD, V.; NEUMANN, G. Glifosato-induced impairment of plant growth and micronutrient status in glifosato-resistant soybean (*Glycine max* L.). **Plant and Soil**, v.312, n.1, p.185-194, 2008

CONAB - Companhia nacional de abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos v.2 - SAFRA 2014/15- n.4- Quarto levantamento 2015**.

CORREIA, N.M.; DURIGAN, J.C. Glifosato e adubação foliar com manganês na cultura da soja transgênica. **Planta Daninha**, Viçosa, v.27, n.4, p.721-727, 2009.

EKER, S.; ÖZTURK, L.; YAZICI, A.; ERENOĞLU, B.; RÖMHELD, V.; ÇAKMAK, I. Foliar-Applied Glifosato Substantially Reduced Uptake and Transport of Iron and Manganese in Sunflower (*Helianthus annuus* L.) **Plants. Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.54, p.10019-10025, 2006.

FENNER, A.; FENNER, W.; OKUMURA, R.S.; MARIANO, D.C.; DALLACORT, R.; BATISTTI, M.; PICCININ, G.G. Aplicação

- foliar de manganês em soja geneticamente modificada submetida a doses de glifosato. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v.11, n.3, p.322-331, 2012.
- FERREIRA, D.F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0 In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA. 2000. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000.
- FREITAS, M.C.M. A cultura da soja no Brasil: O crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.7, n.12, p.1-4, 2011.
- GORDON, B. Adubação com manganês em soja convencional e soja resistente ao glifosato. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, v.1, n.117, p.6-7, 2007a.
- GORDON, B. Manganese nutrition of glifosato-resistant and conventional soybeans. **Better Crops**, Georgia, v.91, n.4, p.12-13, 2007b.
- HEENAN, D. P.; CAMPBELL, L. C. Soybean nitrate reductase activity influenced by manganese nutrition. **Plant Cell Physiology**, v.21, n.4, p.731-736, 1980.
- LEAL, M.V.C.; ARAGÃO, F.J.L.; REINERT, F.; SCHWARTZ, E. Anatomia foliar de plantas transgênicas e não transgênicas de *Glycine max* (L.) Merrill (Fabaceae). **Revista Biociências**, Taubaté, v.14, n.1, p.23-31, 2008.
- MARENCO, R.A.; LOPES, N.F. **Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. 2.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007. 469p.
- NEUMANN, G.; KOHLS, S.; LANDSBERG, E.; STOCKOLIVEIRA SOUZA, K.; YAMADA, T.; RÖMHELD, V. Relevance of glifosate transfer to non-target plants via rhizosphere. **Journal of Plant Diseases and Protection**, Kasaragod, v.118, p.936-969, 2006.
- RÖMHELD, V.; GULDNER, G.; YAMADA, T. G., OZTURK, L.; CAKMAK, I.; NEUMANN, G. Relevance of glifosato in the rhizosphere of non-target plants in orchards for plant health. In: LI, C. J.; ZHANG, F.S.; DOBERMAN, A. (Eds). **Plant Nutrition for food security, human health and environment protection**, China. p.476-477, 2005.
- SEAB - Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. **Soja - Análise da Conjuntura Agropecuária**. Mundo Safra 2014/15, 2014.
- 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**, Santa Maria, v.41, n.1, p.77-84, 2011.
- SILVA, M.M.; SOUZA, H.R.T.; DAVID, A.M.S.S.; SANTOS, L.M.; SILVA, R.F.; AMARO, H.T.R. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão-comum produzidas no norte de Minas Gerais. **Revista Agro@ambiente Online**, v.8, n.1, p.97-103, 2014.
- STEFANELLO, F.M.; MARCHETTI, M.E.; SILVA, E.F.; STEFANELLO, J.; DORETO R.B.S.; NOVELINO, J.O. Efeito de glifosato e manganês na nutrição e produtividade da soja transgênica. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.32, n.3, p.1007-1014, 2011.
- YAMADA, T; CASTRO, P.R.C. Efeito do glifosato nas plantas: implicações e

agronômicas.

Informações

Agronômicas. Piracicaba: Potafos, n.119, p.6, 2007 (Encarte Técnico).

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