

DESEMPENHO AGRONÔMICO DA SOJA RR2 SUBMETIDA À APLICAÇÃO FOLIAR DE MANGANÊS E GLYPHOSATE

Carine Cantú¹, Antonio Carlos Torres da Costa^{2*}, José Barbosa Duarte Júnior², Leandro Paiola Albrecht³

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agronômico da soja RR2 em função da aplicação de glyphosate e manganês. O experimento foi realizado no município de Palotina – PR, com delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 5 x 4, sendo cinco doses de glyphosate (0; 720; 1440; 2160 e 2880 g.ea.ha⁻¹) e quatro doses de manganês (0; 92,4; 184,8 e 369,6 g.ha⁻¹). O glyphosate e o manganês foram aplicados em conjunto via foliar no estágio V4. A aplicação de glyphosate na soja causou redução do número de vagens por planta, em função do aumento das doses do herbicida. Em relação à aplicação foliar de Mn, houve aumento no número de vagens por planta e na produtividade. O incremento das doses de Mn até a dose estimada de 261,64 g Mn.ha⁻¹ proporciona aumento da produtividade de grãos.

Palavras-chaves: *Glycine max* L., Roundup Ready®, Micronutriente.

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the agronomic performance of RR soybean due to the application of glyphosate and manganese. The experiment was performed in Palotina - PR, with experimental design in randomized blocks with four repetitions. The treatments were arranged in a 5 x 4 factorial arrangement with 5 doses of glyphosate (0; 720; 1440; 2160 e 2880 g.ea.ha⁻¹) and 4 doses of manganese (0; 92,4; 184,8 e 369,6 g.ha⁻¹). Glyphosate and manganese were applied together via foliar at V4 stage. The application of glyphosate in soybeans caused a reduction in the number of pods per plant due to the increased doses of herbicide. Regarding the foliar application of Mn, there was an increase in the number of pods per plant and consequently in yield. The increase in Mn doses up to 261,64 g Mn.ha⁻¹, rises grain yield.

Key-words: *Glycine max* L., Roundup Ready®, Micronutrient.

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L.) é considerada um dos principais produtos agrícolas com expressiva importância para a economia do país. A produção de soja atualmente é apontada como principal responsável pela expansão da área produtiva. Neste contexto, Zobiolo et al., (2010a), relacionaram o aumento da área

cultivada com soja transgênica tolerante ao herbicida glyphosate (RR) no Brasil, ao resultado do benefício dessa tecnologia no manejo de plantas daninhas. No entanto, a expansão da área de soja RR aumentou significativamente o uso de glyphosate e consequentemente, em alguns casos, têm sido

¹ Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, PR. Mestra em Agronomia.

² Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Marechal Cândido Rondon, PR. Professor Associado. Doutor em Fitotecnia.

³ Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina. Professor. Doutor em Agronomia.

*e-mail para correspondência: antonio.unioeste@hotmail.com

observados sintomas de amarelecimento nas folhas superiores da soja transgênica.

O amarelecimento causado na soja RR é consequência da imobilização de ferro e manganês pelo glyphosate, e possivelmente, a duração desse sintoma dependente da habilidade das plantas de repor os níveis adequados destes elementos por meio da absorção radicular ou foliar. Essa injúria é perceptível em nível de campo e muitos produtores e técnicos estão associando esse sintoma visual à uma possível deficiência de Mn (BASSO et al., 2011).

Com o intuito de minimizar os possíveis efeitos negativos do glyphosate na cultura, Merotto Júnior et al., (2015) relataram que a adubação foliar com micronutrientes tem sido utilizada em lavouras de produção de soja para suprir tal deficiência provocada.

Com base na hipótese de que a aplicação de glyphosate associado ao manganês pode minimizar os efeitos negativos do herbicida na cultura, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho agrônômico da soja RR em função da aplicação de glyphosate associado ao manganês.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em campo, no município de Palotina - PR, situado nas coordenadas geográficas de 24°16'49" S e 53°42'41" W, com altitude de 321 metros. Segundo a classificação de Köppen, o clima predominante local é Cfa, subtropical, com

temperatura média anual variando de 17 e 19 °C e precipitações de 1200 e 2000 mm, distribuídos durante o ano (CAVIGLIONE et al., 2000). Os dados de precipitação pluvial (mm) e temperaturas máxima e mínima (°C), referentes ao período da condução do experimento, estão representadas na Figura 1, por decêndios.

O solo da área é classificado como LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico, de textura muito argilosa (SANTOS et al., 2013). O resultado da análise química e física (amostra 0 – 20 cm de profundidade) realizada antes da instalação do experimento estão apresentados na Tabela 1.

O delineamento experimental empregado foi em blocos casualizados, em arranjo fatorial 5 x 4, com 4 repetições.

Foram avaliadas cinco doses de glyphosate (0, 720, 1440, 2160 e 2880 g.e.a.ha⁻¹) de um produto comercial, cuja formulação corresponde a 400,80 g i.a. L do sal de isopropilamina de glyphosate e 297,75 g i.a.L⁻¹ do sal de potássio de glyphosate, e quatro doses de manganês (0; 92,4; 184,8 e 369,6 g.ha⁻¹) de um produto comercial com 92,4 g.L⁻¹ de manganês quelatizado.

Foi utilizada no experimento, a cultivar de soja Monsoy 6210 com a tecnologia Intacta RR2 Pro[®], no sistema de semeadura direta, com espaçamento entre linhas de 0,45 cm, a uma profundidade média de 3 cm, com população de 266.667 plantas.ha⁻¹.

Figura 1. Médias mensais de temperaturas máxima e mínima (°C) e precipitação pluviométrica (mm) acumulada durante o período de condução do experimento. Fonte: Campo Experimental da Cooperativa C.Vale, Palotina – PR.

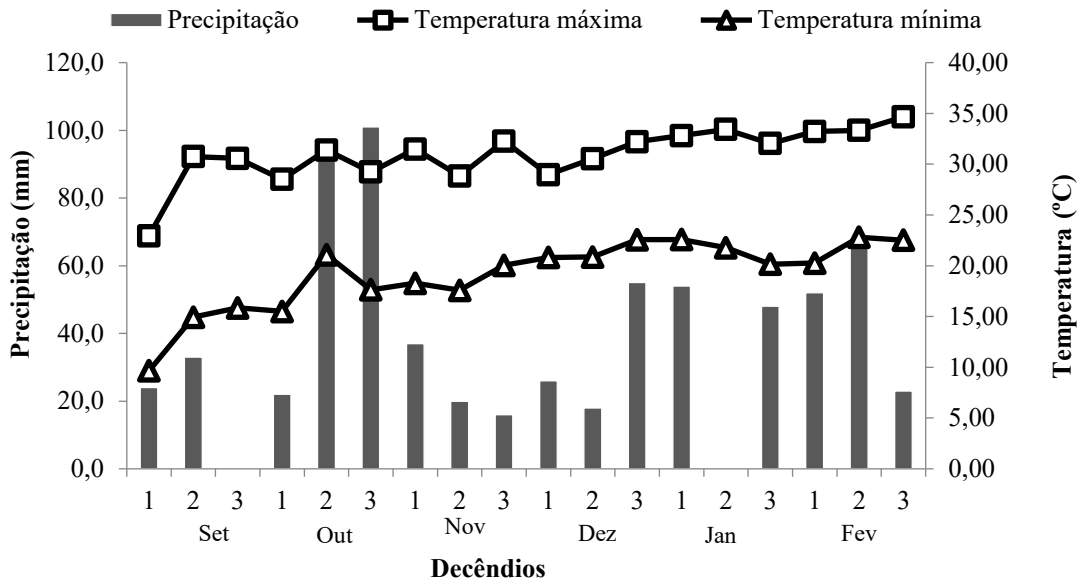


Tabela 1. Resultado da análise química e física do solo antes da implantação da cultura, na profundidade de 0-20 cm.

pH		P	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Fe ²⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Cu ²⁺
CaCl ₂	H ₂ O	mg dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³			mg dm ⁻³				
5,10	5,80	15,95	0,00	6,12	2,29	0,43	28,12	79,00	6,31	8,07
Areia			Silte			Argila				
-----			-----			-----				
17,5			16,25			66,25				

No sulco de semeadura foram aplicados 248 kg.ha⁻¹ do fertilizante formulado NPK 02-20-18. O controle de plantas daninhas durante a condução do experimento foi realizado por meio de capina manual.

As parcelas experimentais foram constituídas de seis linhas de semeadura com cinco metros de comprimento, totalizado 13,5 m² por parcela. Para as avaliações utilizou-se uma área útil de 5,4 m², sendo consideradas

apenas as quatro fileiras centrais das parcelas, descartando-se 1 m de cada extremidade das fileiras como bordaduras.

A aplicação dos tratamentos com os produtos (glyphosate e manganês) foram realizados em conjunto via foliar quando as plantas de soja se encontravam no estágio de desenvolvimento V4. Foi utilizado pulverizador costal pressurizado com CO₂, equipado com pontas tipo leque XR-110.015, mantido a

pressão constante de 2 BAR (ou 29 PSI), proporcionando volume de calda equivalente a 150 L.ha⁻¹.

As variáveis analisadas foram índice de clorofila, altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, massa de mil grãos e produtividade de grãos. O índice de clorofila (índice de clorofila Falker) foi avaliado no estágio R2 em pleno florescimento, mediante leitura realizada no folíolo central do terceiro trifólio completamente expandido, do ápice para a base da planta, em dez plantas da área útil da parcela utilizando o aparelho clorofilômetro portátil ClorofiLOG Falker® (FALKER, 2008).

Para a determinação da altura das plantas e altura de inserção da primeira vagem, foram avaliadas 10 plantas, escolhidas ao acaso na área útil das parcelas, realizando a medição com o auxílio de régua milimetrada, e os resultados expressos em centímetros. O número de vagens por planta, foi obtido por meio da contagem manual das vagens presentes também em 10 plantas escolhidas aleatoriamente na área útil de cada parcela.

Em seguida, a fim de avaliar a massa de mil grãos e a produtividade de grãos, foi realizada a colheita manual das plantas quando se encontravam no estágio R8 em maturação plena e as vagens foram debulhadas utilizando

trilhadeira para experimentos. Para determinar a massa de mil grãos (g) foi seguido a metodologia descrita nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) e para o rendimento, foram estimadas as produtividades em quilogramas por hectare (kg.ha⁻¹). Para o cálculo da massa de mil grãos e rendimento, o grau de umidade em base úmida dos grãos foi corrigido para 13%.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e posteriormente, realizados os desdobramentos necessários e quando constatada significância do efeito das doses foi realizada à análise de regressão utilizando o programa estatístico SAS University Edition (SAS INSTITUTE INC, 2014).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a análise de variância verificou-se que as variáveis índice de clorofila (CLO), altura de planta (AP), altura de inserção da primeira vagem (AIPV) e massa de mil grãos (MMG) não foram influenciadas pelas doses de glyphosate, de Mn e pela interação destes fatores, as respectivas médias estão representadas na Tabela 2. Diante dos resultados obtidos, a aplicação de glyphosate, independente da dose utilizada e interação, não causou efeito significativo no desenvolvimento vegetativo da soja RR.

Tabela 2. Médias do índice de clorofila (CLO), altura de plantas (AP), altura de inserção da primeira vagem (AIPV) e massa de mil grãos (MMG) da cultivar de soja M6210 RR2 com aplicação de Mn e glyphosate.

	CLO ^{ns}	AP (cm) ^{ns}	AIPV (cm) ^{ns}	MMG (g) ^{ns}
Manganês (g.ha ⁻¹)				
0	33,46	84,51	14,84	118,13
92,4	33,32	85,81	14,78	116,08
184,8	33,15	85,16	15,14	114,95
369,6	33,78	84,04	14,84	117,84
Glyphosate (g e.a.ha ⁻¹)				
0	33,36	84,11	14,95	116,91
720	33,78	87,21	14,87	118,96
1440	33,92	84,16	14,77	116,37
2160	33,16	86,56	15,25	118,25
2880	32,93	82,36	14,67	113,24
CV (%)	2,99	6,79	8,11	5,5
Média	33,43	84,88	14,9	116,75

^{ns}Não significativo a 5% de probabilidade pelo Teste F.

Os índices de clorofila da soja RR não sofreram influência da aplicação de glyphosate, apresentado média geral de 33,43. Entretanto, Zobiolo et al. (2010a) quando avaliaram o teor de clorofila no estágio R1, evidenciaram que a aplicação única (V4) e sequencial (V4 e V5) de glyphosate na soja resultaram em concentrações de clorofilas menores quando comparado as plantas que não receberam a aplicação do herbicida.

Contudo, em estudo que avaliou a aplicação de doses de glyphosate em quatro cultivares de soja RR2 Krenchinski et al., (2017) observaram variações no comportamento de cada cultivar em relação a redução dos índices de clorofila. Os autores relataram que pode haver diferença de sensibilidade entre as cultivares, sendo algumas mais sensíveis e

outras mais tolerantes ao herbicida. A ausência de resposta do glyphosate no índice de clorofila observado neste estudo, pode estar relacionado ao fato da planta ter se recuperado até o momento em que foi realizada a leitura dessa variável, considerado que a aplicação do herbicida foi realizada no estágio V4 e a clorofila mensurada no estágio R2.

Nesse contexto, Zobiolo et al., (2010b) observaram que após a aplicação de glyphosate no estágio V4 da soja, houve redução do índice de clorofila e verificou-se declínio desse efeito com o passar dos dias. Os autores constataram que à medida que as plantas se desenvolvem, o índice de clorofila vai gradativamente aumentando.

Corroborando os resultados encontrados por esses autores, Krenchinski et

al., (2017) verificaram que após um período da aplicação do herbicida a planta consegue restabelecer a produção normal de clorofila, indicando dessa forma que a soja RR2 tem potencial de recuperação ao efeito oriundo da aplicação de glyphosate.

Em relação à altura de plantas, a média geral observada foi 84,88 cm e mesmo após a aplicação de dosagens elevadas de glyphosate a soja manteve o seu crescimento, não afetando essa variável. Considerando esse resultado, Ferreira et al., (2013) observaram que apesar da maior dose de glyphosate avaliada (2880 g e.a.ha⁻¹) ter ocasionado fitointoxicação na soja, esse efeito não interferiu na altura de plantas. Em contrapartida, Zobiolo et al., (2010b) e Albrecht et al., (2014) verificaram redução desta variável com o incremento das doses de glyphosate. Neste trabalho, possivelmente a condição meteorológica favorável para o crescimento vegetativo da soja pode ter favorecido a ausência de resposta do glyphosate na altura de planta do genótipo em estudo.

Para massa de mil grãos (116,75 g) e altura de inserção da primeira vagem (14,9 cm) não foi observada influência das doses de glyphosate sobre essas variáveis. Isso também

foi observado por Correia e Durigan (2007) em estudo que avaliou a seletividade de cultivares de soja transgênica a diferentes formulações de glyphosate.

Quanto ao número de vagens por planta, houve efeito dos fatores principais doses de Mn e doses de glyphosate (Figuras 2 e 3). A produtividade sofreu influência do Mn, demonstrando redução de produtividade com doses mais elevadas do micronutriente (Figura 4).

Na Figura 2, a aplicação de doses crescentes de Mn demonstra comportamento quadrático nos resultados de número de vagens por planta, obtendo valor máximo estimado de 75,57 vagens com a dose estimada de 101 g.ha⁻¹. A partir dessa dosagem, observa-se um comportamento decrescente dessa variável, ou seja, conforme aumentam as doses de Mn ocorre redução do número de vagens, refletindo em valores inferiores à testemunha. Carvalho et al., (2015) constataram efeito quadrático com o valor máximo de 110,51 vagens obtido com a dose de 189,88 g Mn.ha⁻¹. Em estudo Mann et al., (2001) também observaram aumento dessa variável com a aplicação de Mn em diferentes formas e doses do micronutriente avaliado.

Figura 2. Efeito das doses de manganês no número de vagens por planta da cultivar M6210 RR2.

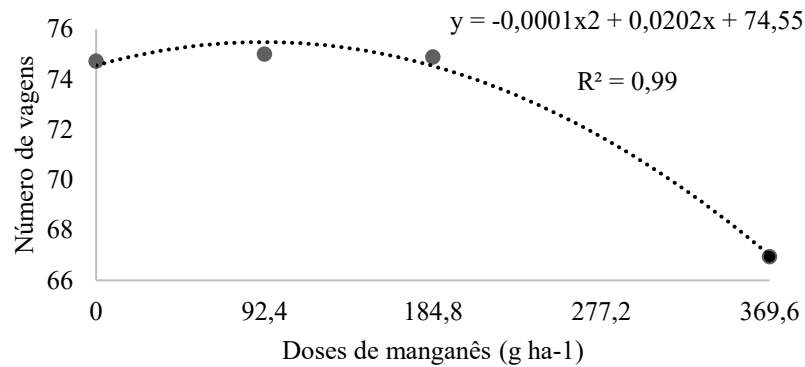


Figura 3. Efeito das doses de glyphosate no número de vagens por planta da cultivar M6210 RR2.

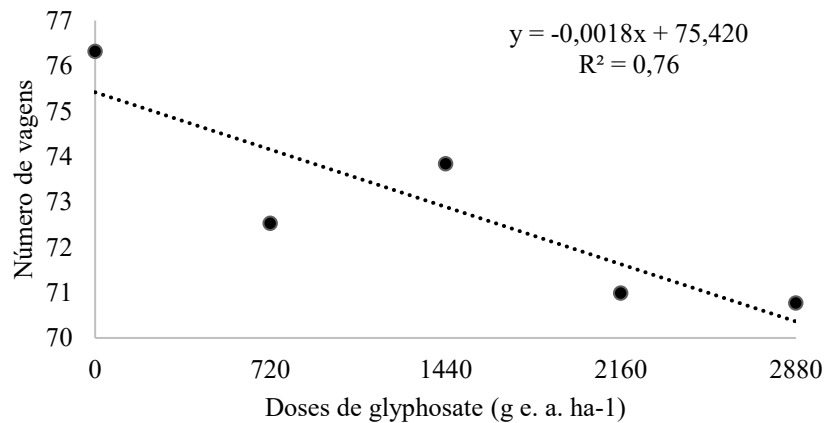
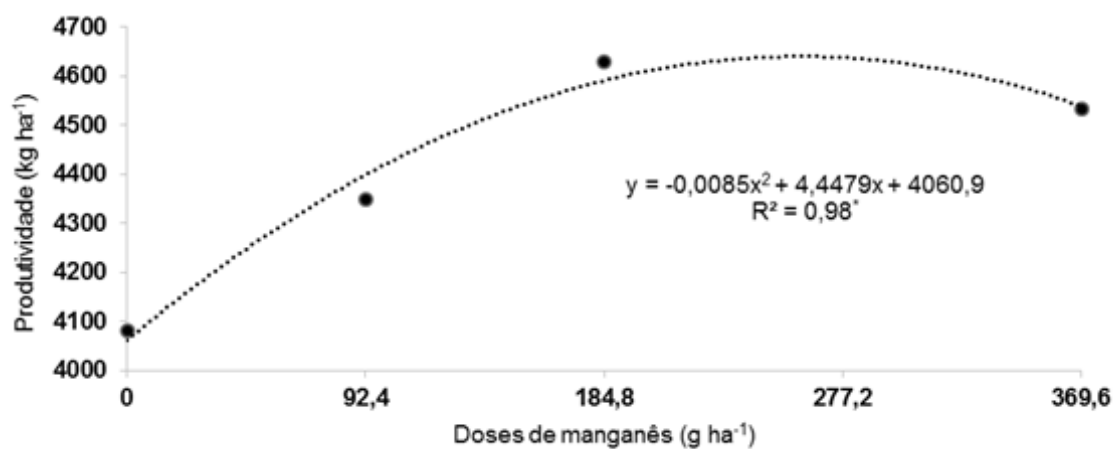


Figura 4. Efeito das doses de manganês na produtividade de grãos de soja cultivar M6210 RR2.



Com relação ao efeito do glyphosate no número de vagens por planta, constatou-se efeito

linear decrescente dessa variável ao incremento das doses do herbicida, assim, conforme

aumentam as gramas de equivalente ácido de glyphosate ocorre redução no número de vagens de 0,0018 para cada grama de equivalente ácido (Figura 3).

Os resultados obtidos nesse experimento estão em concordância com os relatados por Albrecht et al., (2011) e Melhorança Filho et al., (2010), nos quais observaram que o aumento das doses de glyphosate reduziram o número de vagens por planta, comprometendo dessa forma um importante componente de produção.

Contudo, apesar da aplicação de glyphosate ter reduzido o número de vagens por planta, esse efeito não refletiu na produtividade de grãos de soja (da cultivar estudada, diante as condições meteorológicas), assim como, a interação dos fatores estudados (doses de glyphosate e doses de Mn) não influenciaram nessa variável. Esses resultados confirmam os relatados por Agostinetto et al., (2009) avaliando a aplicação de formulações e doses de glyphosate na soja transgênica, observaram que a cultivar BRS-244 RR não teve a produtividade afetada pelos tratamentos, demonstrando-se altamente tolerante ao herbicida glyphosate.

Similar aos resultados obtidos neste estudo, diversos experimentos que avaliaram o efeito da associação de glyphosate e Mn, como os de Bailey et al., (2002), Correia e Durigan (2009) e Stefanello et al., (2011), não observaram o efeito dos tratamentos sobre a produtividade de grãos de soja.

Por outro lado, Santos et al. (2007), ao avaliarem a aplicação de três formulações de glyphosate na soja, verificaram efeito variável das formulações no desenvolvimento da soja RR, da qual, uma das marcas comerciais à base do sal de isopropilamina foi mais prejudicial à cultura, reduzindo o rendimento de grãos. Albrecht et al., (2014) observaram que a aplicação de diferentes formulações e doses de glyphosate no estágio reprodutivo da soja RR reduziram linearmente o desempenho agrônomico da cultura, identificando que aplicações tardias podem ser significativamente prejudiciais.

Apesar dos resultados divergentes encontrados na literatura, a cultivar (M6210 RR2) avaliada neste experimento se mostrou altamente tolerante a formulação de glyphosate estudada, pois não foram constatados os possíveis prejuízos causados pelo herbicida na produtividade de grãos da soja RR. Na pesquisa de Oliveira Júnior et al., (2008), que investigou a influência da aplicação única e sequencial de doses de glyphosate sobre 20 cultivares de soja RR, foi verificado que os efeitos causados pelo herbicida na soja transgênica dependem de fatores como variedade, grupo de maturação, época de aplicação e da dose utilizada.

Corroborando essa observação Merotto Júnior et al., (2015) verificaram que a cultivar Fundacep 59 RR teve um menor rendimento de grãos em resposta as doses de glyphosate, contudo, a cultivar CD 206 RR não apresentou

diferenças com a aplicação do herbicida. Considerando o resultado obtido, os autores destacam a variabilidade do efeito do glyphosate, assim como a diferença na sensibilidade ao herbicida entre cultivares.

Além da seletividade do genótipo, a ausência de resposta pode estar relacionada com as condições ambientais, como as meteorológicas (temperatura e precipitação) favoráveis ao desenvolvimento vegetativo da soja (Figura 1), bem como à boa fertilidade do solo, que não se somaram ao possível estresse xenobiótico provocado pelo herbicida. O mesmo foi observado por Ferreira et al., (2013), que também atribuíram a ausência dos efeitos negativos do glyphosate às condições ambientais adequadas para a cultura da soja.

Desse modo, as boas condições do ambiente possibilitaram que as plantas da cultivar em estudo se recuperassem após a aplicação do herbicida e se desenvolvessem normalmente, não causando danos à cultura. Assim, os resultados obtidos neste estudo se assemelham com outras pesquisas, que confirmaram a tolerância da soja RR ao glyphosate, como os de Correia e Durigan (2007) e Agostinetto et al., (2009).

Entretanto, no presente estudo constatou-se efeito dependente das doses de manganês na produtividade de grãos. Esse resultado mostrou-se correlacionado com o encontrado para o número de vagens por planta (Figura 2), evidenciando que a cultivar de soja

tolerante ao glyphosate avaliada respondeu favoravelmente à aplicação foliar das doses deste micronutriente, diante das condições ambientais ao qual foi submetida. De acordo com a análise de regressão (Figura 4), verificou-se que a produtividade máxima estimada ($4642,78 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) foi obtida com a dose de $261,64 \text{ g Mn}\cdot\text{ha}^{-1}$. Essa variável teve um acréscimo de 14,33% em comparação com a testemunha.

De acordo com Kirkby e Römheld (2007), o Mn representa um dos micronutrientes envolvidos na determinação da produtividade das plantas. Logo, o aumento do rendimento de grãos com a aplicação de Mn obtido neste estudo, pode estar relacionado devido à importância desse elemento na fase reprodutiva das plantas.

Evidencia-se na Figura 4, que a produtividade sofreu influência do Mn e os dados ajustaram-se ao modelo quadrático, demonstrando redução de produtividade com doses mais elevadas do micronutriente avaliado. Diante desse resultado, possivelmente o nível tóxico de manganês para a soja pode ter sido atingido, no qual resultou em decréscimo da produtividade a partir da dose de $261,64 \text{ g Mn}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Similar a essa resposta, alguns trabalhos relatam que elevadas doses de Mn podem reduzir a produtividade de grãos de soja, como o de Mann et al., (2001) que revelam queda de produtividade com a maior dose (300

g.ha⁻¹) de Mn avaliada. Carvalho et al., (2015) observaram as menores produtividades com doses próximas a 500 g Mn.ha⁻¹. Essa redução pode acontecer em decorrência da maior concentração do micronutriente no tecido foliar, provocando fitotoxidez na soja. Esses resultados também corroboram com os relatados por Oliveira Júnior et al., (2000), que observaram aumento na produtividade de grãos com o acréscimo das doses de Mn, porém a maior dose aplicada causou redução dessa variável.

Contudo, Nava et al., (2012); Stefanello et al., (2011) e Basso et al., (2011) observaram que a suplementação foliar com Mn não proporcionou incremento no rendimento de grãos da soja transgênica RR submetida a aplicação de glyphosate.

Considerando os resultados obtidos neste estudo, bem como os resultados divergentes encontrados na literatura em relação à resposta da soja RR ao glyphosate e ao Mn, ressalta-se a importância de realizar pesquisas complementares com o intuito de avaliar outros genótipos, locais e anos/safra de cultivo a fim de reconsiderar o potencial de utilização do uso do manganês no manejo com o glyphosate.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação de glyphosate e manganês associados não interferiram nas características agrônomicas e nos componentes de produção da soja RR. Contudo, verificou-se que o glyphosate provocou redução do número de vagens por

planta e a aplicação foliar de Mn aumentou o número de vagens e a produtividade de grãos

5. AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINETTO, D. et al. Desempenho de formulações e doses de glyphosate em soja transgênica. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v.3, n.2, p.35-41, 2009.

ALBRECHT, A. J. P. et al. Behavior of RR soybeans subjected to different formulations and rates of glyphosate in the reproductive period. **Planta Daninha**, v.32, n.4, p.851-859, 2014.

ALBRECHT, L. P. et al. Desempenho da soja Roundup Ready sob aplicação de glyphosate em diferentes estádios. **Planta Daninha**, v.29, n.3, p.585-590, 2011

BAILEY, W. A. et al. Glyphosate interactions with manganese. **Weed Technology**, v.16, n.4, p.792-799, 2002.

BASSO, C. J. et al. Aplicação foliar de manganês em soja transgênica tolerante ao glyphosate. **Ciência Rural**, v.41, n.10, p.1726-1731, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Secretaria de Defesa Agropecuária, 2009. 398p.

CARVALHO, E. R. et al. Doses e épocas de aplicação de manganês via foliar no cultivo de soja convencional e em derivada transgênica RR. **Bioscience Journal**, v.31, n.2, p.352-361, 2015.

CAVIGLIONE, J. H. et al. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR. 2000. CD-ROM.

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

CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C. Seletividade de diferentes herbicidas à base de glyphosate a Soja RR. **Planta Daninha**, v.25, n.2, p.375-379, 2007.

FALKER, Automação agrícola. **Manual do medidor eletrônico de teor clorofila (ClorofiLOG/CFL 1030)**. Porto Alegre, 2008. 33p.

FERREIRA, R. L. et al. Glyphosate em pós-emergência na soja Roundup Ready. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.12, n.2, p.151-161, 2013.

KIRKBY, E. A.; RÖMHELD, V. Micronutrientes na fisiologia de plantas: funções, absorção e mobilidade. **Informações Agronômicas**, n.118, 2007.

KRENCHINSKI, F. H. et al. Glyphosate affects chlorophyll, photosynthesis and water use of four Intacta RR2 soybean cultivars. **Acta Physiologiae Plantarum**, 39:63, 2017.

MANN, E. N. et al. Efeito da adubação com manganês, via solo e foliar em diferentes épocas na cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Ciência e Agrotecnologia**, v.25, n.2, p.264-273, 2001.

MELHORANÇA FILHO, A. L. et al. Efeito de glyphosate sobre características produtivas em cultivares de soja transgênica e convencional. **Bioscience Journal**, v.26, n.3, p.322-333, 2010.

MEROTTO JÚNIOR, A.; WAGNER, J.; MENEGUZZI, C. Efeitos do herbicida glifosato e da aplicação foliar de micronutrientes em soja

transgênica. **Bioscience Journal**, v.31, n.2, p.499-508, 2015.

NAVA, I. A. et al. Efeitos da fertilização foliar com manganês em soja transgênica cultivada no inverno manejada com glifosato. **Recursos Rurais**, v.8, p.5-11, 2012.

OLIVEIRA JÚNIOR, J. A. DE; MALAVOLTA, E.; CABRAL, C. P. Efeitos do manganês sobre a soja cultivada em solo de cerrado do Triângulo Mineiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.8, p.1629-1636, 2000.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. et al. Influência do glyphosate sobre a nodulação e o crescimento de cultivares de soja resistente ao glyphosate. **Planta Daninha**, v.26, n.4, p.831-843, 2008.

SANTOS, J. B. et al. Avaliação de formulações de glyphosate sobre soja Roundup Ready. **Planta Daninha**, v.25, n.1, p.165-171, 2007.

SANTOS, H. G. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3.ed. Brasília, DF, EMBRAPA, 2013. 353p.

SAS INSTITUTE INC. **SAS University Edition: installation guide for Windows**. Cary: SAS Institute, 2014.

STEFANELLO, F. F. et al. Efeito de glyphosate e manganês na nutrição e produtividade da soja transgênica. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.3, p.1007-1014, 2011.

ZOBIOLE, L. H. S. et al. Glyphosate reduces shoot concentrations of mineral nutrients in glyphosate-resistant soybeans. **Plant Soil**, v.328, n.1, p.57-69, 2010a.

ZOBIOLE, L. H. S. et al. Water use efficiency and photosynthesis of glyphosate-resistant soybean as affected by glyphosate. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v.97, n.1, p.182-193, 2010b.