



INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO FOLIAR DE MANGANÊS NO DESENVOLVIMENTO DA SOJA GENETICAMENTE MODIFICADA SUBMETIDA A DOSES DE GLYPHOSATE

Ricardo Shiqueru Okumura¹, Daiane de Cinque Mariano², Antônio Augusto Nogueira Franco³, Vanesca Priscila Camargo Rocha⁴, Thiago Ometto Zorzenoni⁵, Paulo Vicente Contador Zaccheo⁶

RESUMO: O objetivo do trabalho foi avaliar a influência da aplicação de glyphosate no desenvolvimento da soja *Roundup Ready*[®] em diferentes doses de manganês aplicado via foliar. O experimento foi realizado na safra 2011/12 no município de Nova Maringá – MT em delineamento experimental de blocos ao acaso, e esquema fatorial 3x4, com quatro repetições. Foram utilizadas três doses de glyphosate (0,0; 0,972 kg ha⁻¹ e 1,620 kg ha⁻¹) e quatro doses de manganês (0,0; 0,350; 0,700 e 1,050 kg ha⁻¹). O glyphosate foi aplicado 25 dias após a emergência da cultura, e as doses de manganês foram aplicados com as plantas no estágio de desenvolvimento V₈. Para as variáveis altura de plantas, massa verde e seca das plantas de soja, a aplicação das doses de glyphosate e de manganês não ocasionaram efeitos expressivos no desenvolvimento da cultivar TMG 133 RR.

PALAVRAS-CHAVE: Deficiência induzida; Interação; Desenvolvimento; Herbicida.

1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja, [*Glycine max* (L.) Merrill] no ano de 2010 ocupou 23,3 milhões de hectares no Brasil, deste montante o Mato Grosso contribuiu com mais de 6,4 milhões de hectares e movimentou o valor de 17.115 milhões de dólares em exportações de soja e seus derivados, o que evidencia sua importância para a economia estadual e nacional. Atualmente, a soja geneticamente modificada com resistência ao glyphosate, representa grande parte da área cultivada no Estado de Mato Grosso, atingindo 70% do total na safra 2011/12 (Ibge, 2012).

Nos Estados Unidos tem-se observado menor desempenho produtivo de cultivares de soja geneticamente modificada com resistência ao glyphosate em comparação a cultivares convencionais equivalentes em condições edafoclimáticas semelhantes. O gene adicionado ao DNA da soja para proporcionar a resistência ao herbicida pode alterar processos fisiológicos, uma vez que o glyphosate pode retardar a absorção e translocação do Mn ou mesmo alterar as populações de microrganismos do solo responsáveis pela redução do Mn na forma disponível para a planta (Gordon, 2007).

¹ Prof. Adjunto I da Universidade Federal Rural da Amazônia, Câmpus Capitão Poço.

² Doutora em Agronomia pela Universidade Estadual de Maringá.

³ Doutorando em Agronomia pela Universidade Estadual de Maringá.

⁴ Doutoranda em Genética e Melhoramento pela Universidade Estadual de Maringá.

⁵ Mestrando em Bioenergia pela Universidade Estadual de Londrina.

⁶ Doutorando em Agronomia pela Universidade Estadual de Londrina.

O objetivo do trabalho foi avaliar a influência da aplicação de glyphosate no desenvolvimento da soja *Roundup Ready*[®] em diferentes doses de manganês aplicado via foliar.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na safra 2011/12 no município de Nova Maringá, Estado de Mato Grosso, situada na Latitude 13°40'06" Sul e Longitude 57°14'19" Oeste, com altitude de 484 m. O solo é caracterizado como Latossolo Vermelho eutrófico.

O ensaio foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso, em esquema fatorial 3x4, com quatro repetições. Foram utilizadas três doses de glyphosate (0,0; 0,972 e 1,620 kg ha⁻¹ de sal de isopropilamina de glyphosate) e quatro doses de Mn (0,0; 0,350; 0,700 e 1,050 kg ha⁻¹ de Mn). A cultivar de soja utilizada foi a TMG 133 RR, que apresenta características hábito de crescimento determinado, flor branca, pubescência cinza e grupo de maturação relativa 8.5 pela classificação Norte Americana, com ciclo de 121 dias após a emergência.

Para as aplicações, efetuadas nos estádios V₂ e V₈, foi utilizado pulverizador costal propelido a CO₂, com pressão constante de 2 BAR (ou 29 PSI), uma vazão de 0,65 L min⁻¹, equipado com lança contendo 1 bico leque da série Teejet tipo XR 110 02, que, trabalhando a uma altura de 50 cm do alvo e a uma velocidade de 1 m s⁻¹, atingindo uma faixa aplicada de 50 cm de largura, propiciou um volume de calda de 200 L ha⁻¹. As condições climáticas durante o período de aplicação foram: temperaturas: mínima 29,5 °C, média 31,4 °C e máxima 33,4 °C; umidade relativa do ar: mínima 78%, média 81% e máxima 85% e velocidade do vento: mínima 5 km h⁻¹, média 7 km h⁻¹ e máxima 9 km h⁻¹.

As doses de glyphosate foram aplicadas em dose única aos 25 dias após emergência da soja no estádio fenológico V₂. As aplicações foliares de Mn foram realizadas utilizando o produto comercial Basfoliar Manganês[®] (10% de Mn), que contém como matéria prima sulfato de Mn quelatizado com EDTA e densidade de 1,328 g cm⁻³, no estádio fenológico V₈ (35 dias após emergência) de desenvolvimento da cultura da soja.

As análises de massa verde e seca das plantas foram realizadas 15 dias após a aplicação dos tratamentos, por meio da coleta, secagem em estufa a 70°C por 48 horas e pesagem de 10 plantas por parcela. As medidas de altura de planta foram realizadas em 10 plantas da área útil por parcela quando as plantas alcançaram o estádio de maturação fisiológica.

Inicialmente, verificou-se a normalidade e homocedasticidade residuais dos dados experimentais ($p > 0,01$) pelos testes de Shapiro-Wilk e de Levene, respectivamente, mediante emprego do software estatístico SAS. Em seguida, os dados experimentais foram submetidos à análise de variância para as médias dos tratamentos ($p < 0,05$), por meio do software estatístico SISVAR, sendo que nenhuma das características avaliadas foi significativa, dessa forma, optou-se por apresentar os dados médios de cada tratamento.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância para doses de glyphosate e doses de Mn, e a interação destes estão apresentadas na Tabela 1. Não houve efeito em nenhum dos tratamentos para as variáveis: altura de plantas (AP), massa verde (MV) e massa seca (MS). Assim,

no que se refere a essas características se conclui que independente dos tratamentos utilizados não observou efeito significativo no desenvolvimento da cultura da soja.

Tabela 1: Resumo da análise de variância, coeficiente de variação experimental e média envolvendo três doses de glyphosate e quatro doses de manganês para as variáveis: altura de planta (AP), massa verde (MV) e massa seca (MS). Nova Maringá-MT, 2011/12.

FV	GL	Quadrados médios		
		AP	MV	MS
Glyphosate (G)	2	11,58 ^{n.s.}	3584,14 ^{n.s.}	1147,52 ^{n.s.}
Manganês (Mn)	3	18,46 ^{n.s.}	55143,61 ^{n.s.}	3609,02 ^{n.s.}
G*Mn	6	22,69 ^{n.s.}	20378,25 ^{n.s.}	1465,54 ^{n.s.}
Bloco	3	121,18 [*]	83554,16 ^{n.s.}	2798,13 ^{n.s.}
Resíduo	33	19,52	35902,25	1569,33
Média geral		87,89	1031,58	206,29
CV (%)		5,03	18,37	19,20

*: significativo ($p < 0,05$); **: significativo ($p < 0,01$); ^{ns}: não significativo ($p > 0,05$) pelo teste F.

Durante o desenvolvimento da cultura, não foram observados visualmente sintomas de fitotoxicidade na soja geneticamente modificada após o tratamento com glyphosate. Esta observação corrobora com os resultados obtidos por Correia e Durigan (2009), que estudando o efeito de herbicidas a base de glyphosate, visualmente não observaram efeitos fitotóxicos na soja que pudessem ser atribuídos ao glyphosate. Os efeitos fitotóxicos são decorrentes das proporções de sais presentes nas formulações comerciais de glyphosate e não pelo produto (Reddy e Zablutowicz, 2003). Dessa forma, maiores concentrações de glyphosate proporcionam maiores formações do composto secundário AMPA (Aminomethylphosphonic acid), que ocasiona a injúria às plantas (Zablutowicz e Reddy, 2007), que desaparecem após duas semanas da aplicação do produto (Bellaloui *et al.*, 2008).

Para a variável altura de planta (Tabela 2) os resultados encontrados corroboram com Basso *et al.* (2011), na qual os tratamentos não influenciaram na altura de plantas, em duas localidades de experimento e com várias épocas de aplicação de doses de Mn e de glyphosate. A ausência de efeito das aplicações é semelhante aos resultados encontrados em soja sob diferentes doses comerciais do herbicida, uma vez que não houve diferença na altura de plantas quando foram aplicadas as doses de 0 até 1.440 g i.a. ha⁻¹ (Melhorança Filho *et al.*, 2010).

Os resultados obtidos de massa verde (Tabela 2) foram semelhantes aos observados por Andrade e Rosolem (2011), que constataram em seus estudos que a inclusão do gene de resistência não alterou o crescimento e desenvolvimento das plantas, e a aplicação do herbicida não exerceu influências na produção de massa seca da parte aérea. Para a variável massa seca (Tabela 2), os valores obtidos se assemelha aos relatados por Serra *et al.* (2011) na qual verificaram que a aplicação de Mn não proporcionou diferença na massa seca total [raiz (MSR), na parte aérea (MSA) e total (MST)].

Correia e Durigan (2009), concluíram que as aplicações de glyphosate na dose de 1,2 kg ha⁻¹ de equivalente ácido de glyphosate de vários produtos comerciais não influenciaram o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo das plantas de soja geneticamente modificada. Assim como Reddy *et al.* (2004) relataram que as reduções ocorridas no acúmulo de massa seca da parte aérea (MSPA) e raiz (MSRA), em soja RR na presença do glyphosate, é um processo de degradação deste herbicida dentro da

planta, resultando na formação do ácido aminometilfosfônico (AMPA), conhecida fitotoxina.

Tabela 2: Altura de plantas e número de vagens de soja geneticamente modificada submetida a diferentes doses de Mn e glyphosate. Nova Maringá-MT, 2011/12.

Mn kg ha ⁻¹	AP ^{ns} (cm)			MV ^{ns} (g)			MS ^{ns} (g)		
	glyphosate g i.a. ha ⁻¹			glyphosate g i.a. ha ⁻¹			glyphosate g i.a. ha ⁻¹		
	0	0,972	1.620	0	0,972	1.620	0	0,972	1.620
0,000	88,0	88,5	91,0	1071,0	950,5	1057,2	217,0	226,0	218,0
0,350	91,5	88,0	86,7	913,0	1044,5	876,5	194,2	195,2	157,2
0,700	84,7	88,2	87,7	1043,0	1032,2	1064,2	214,5	201,0	199,7
1.050	84,0	88,0	88,7	1161,2	1041,5	1124,0	238,5	184,7	229,2

*: significativo (p<0,05); **: significativo (p<0,01); ns: não significativo (p>0,05) pelo teste F.

4 CONCLUSÕES

A aplicação de glyphosate nas doses aplicadas não causam influências no crescimento e desenvolvimento da cultura da soja geneticamente modificada para resistência a molécula de glyphosate.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, G.J.M.; ROSOLEM, C.A. Absorção de manganês em soja RR sob efeito do glifosate. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 3, p. 961-968, 2011.

BASSO, C.J.; SANTI, A.L.; LAMEGO, F.P.; GIROTTO, E. Aplicação foliar de manganês em soja transgênica tolerante ao glyphosate. **Ciência Rural**, v. 41, n. 10, p. 1726-1731, 2011.

BELLALOUI, N.; ZABLOTOWICZ, R.M.; REDDY, K.N.; ABEL, C.A. Nitrogen metabolism and seed composition as influenced by glyphosate application in glyphosate-resistant soybean. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, n. 8, p. 2765-2772, 2008.

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.

GORDON, B. Manganese nutrition of glyphosate-resistant and conventional soybeans. **Better Crops**, v. 91, n. 4, p. 12-13, 2007.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default.shtm>>. Acesso em: 26 de abril de 2012.

MELHORANÇA FILHO, A.L.; MARTINS, D.; PEREIRA, M.R.R.; ESPINOSA, W.R. Efeito de glyphosate sobre características produtivas em cultivares de soja transgênica e convencional. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 3, p. 322-333, 2010.

REDDY, K.N.; ZABLOTOWICZ, R.M. Glyphosate-resistant soybean response to various salts of glyphosate and glyphosate accumulation in soybean nodules. **Weed Science**, v. 51, n. 4, p. 496-502, 2003.

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

SERRA, P.A.; 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**, v. 41, n. 1, p. 77-84, 2011.

ZABLOTOWICZ, R.M.; REDDY, K.N. Nitrogenase activity, nitrogen content, and yield responses to glyphosate in glyphosate-resistant soybean. **Crop Protection**, v. 26, p. 370-376, 2007.