

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

GUILHERME IZAAC BRAOIOS

EFEITO DA INTERAÇÃO GLIFOSATO E MANGANÊS EM SOJA RR

**VIÇOSA – MINAS GERAIS
2016**

GUILHERME IZAAC BRAOIOS

EFEITO DA INTERAÇÃO GLIFOSATO E MANGANÊS EM SOJA RR

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal de Viçosa como parte das exigências para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo. Modalidade: trabalho científico.

Orientador: Felipe Lopes da Silva

Coorientador: Stenio Andrey Guedes Dantas

Coorientador: Guilherme de Souza Paula

GUILHERME IZAAC BRAOIOS

EFEITO DA INTERAÇÃO GLIFOSATO E MANGANÊS EM SOJA RR

**Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Universidade
Federal de Viçosa como parte das
exigências para a obtenção do
título de Engenheira Agrônoma.**

Modalidade: trabalho científico.

APROVADO:

**Prof. Felipe Lopes da Silva
(orientador)
(UFV)**

RESUMO

Há preocupação de produtores de soja quanto ao uso do herbicida glifosato e suas consequências. É disseminado entre os sojicultores que este herbicida pode causar deficiência de manganês e assim prejudicar o desenvolvimento da cultura. O presente trabalho investigou que doses de glifosato podem causar aparecimento de sintomas em soja e que dose de manganês poderia suprir a deficiência causada, com o uso de 3 doses do herbicida (2, 4 e 6 L/ha), 4 doses do nutriente (0; 0,67; 1,35 e 2,15 Kg/ha), mais testemunha, em esquema fatorial $4 \times 3 + 1$. Foi constatado que não houve interação entre as doses de glifosato e as doses de manganês, porém com o aumento da dosagem do herbicida houve amarelecimento das folhas e decréscimo na produção de grãos o que pode ser explicado pela produção de AMPA (ácido aminometilfosfônico), um metabólito fitotóxico que é produzido por uma via de degradação do glifosato na planta. Concluiu-se que não há relação entre glifosato e deficiência de manganês e que as doses de 4 e 6 L/ha causam aparecimento de sintomas característicos da toxidez por AMPA.

Palavras-chave: Glycine max, Fitotoxicidade, Glifosato.

ABSTRACT

There is concern from soybean producers about the use of glyphosate and its consequences. It is widespread among soybean farmers that this herbicide can cause manganese deficiency and thus affect the development of the crop. Four doses of the herbicide (0, 2, 4 and 6 L/ha) were tested and 4 doses of the nutrient (0; 0,67; 1,35 and 2,15 Kg/ha) in a 4x4 factorial scheme. It was verified that there was no interaction between doses of glyphosate and doses of manganese, but increasing the dose of the herbicide there was yellowing of leaves and decrease in the production of grains, which can be explained by the production of AMPA (aminomethylphosphonic acid), a metabolite that is produced by a degradation pathway of glyphosate in the plant. It was concluded that there is no interaction between glyphosate and manganese deficiency and doses of 4 and 6 L/ha caused characteristic symptoms of AMPA toxicity.

Keywords: Glycine max, Fitotoxicity, Glyphosate.

Sumário:

1. Introdução.....	7
2. Objetivo.....	9
2.1. Objetivo geral.....	9
2.2. Objetivos específicos.....	9
3. Material e Métodos.....	9
4. Resultados e discussão.....	10
5. Conclusões.....	16
6. Referências.....	17

1. Introdução

Atualmente o Brasil é o segundo maior produtor de soja (*Glycine max* (L) Merrill) no mundo, com uma área plantada de pouco mais de trinta e três milhões de hectares e produzindo acima de noventa e cinco milhões de toneladas por ano, ficando atrás apenas dos Estados Unidos, conforme dados da CONAB e do USDA da safra 2015/2016.

De acordo com o relatório de perspectivas agrícolas para as safras 2014-2024 da OCDE-FAO (Organization for Economic Cooperation and Development e Organização das Nações unidas para Agricultura e Alimentação), a expectativa nos próximos 10 anos é de que o país use 69,4 milhões de hectares para fins agrícolas, o que corresponde a 20% mais do que foram usados até a safra de 2014. A soja deve continuar sendo a principal cultura plantada, alcançando quase metade dessa área destinada à agropecuária.

Para o aumento da produtividade, o Brasil deve superar alguns obstáculos como complicações climáticas ou o surgimento de novas pragas e doenças, bem como a reincidência de antigas. Da mesma maneira manejos errôneos e mal adotados são entraves que devem ser solucionados para maior expressividade agrícola do país (Francisco e Câmara, 2013).

O uso de herbicidas como o glifosato (N-fosfometil glicina) auxilia produtores pelo mundo de forma a evitar perdas na produção e colaborar com a prática do plantio direto. Porém, o uso deste herbicida pode trazer efeitos indesejáveis (Yamada e Castro, 2007).

Apesar da importância do glifosato para o controle de plantas daninhas, alguns pesquisadores descrevem efeitos fisiológicos adversos causados pelo uso do herbicida, podendo chegar a reduzir a produtividade (Lydon e Duke, 1989; Lamego e Giroto, 2011).

Conforme GORDON (2007), o glifosato pode causar diminuição em populações de microrganismos no solo que são responsáveis pela redução do elemento para a forma Mn^{2+} (forma disponível para a planta). Além disso, Feng et. al (2003) e De Andrade e Rosolem (2011) relataram que um complexo de Fe

e Mn pode ser formado por teor elevado de glifosato nas raízes, o que compromete o transporte desse nutriente pela planta, ocasionando deficiência do nutriente com conseqüente redução da produtividade.

Com evidências destes diversos fatores prejudiciais à cultura da soja, principalmente no que se refere a deficiência de Mn, agricultores têm utilizado fertilizações complementares de Mn em lavouras de soja RR, para atender a maior demanda do elemento pela cultura (Ultura e Durigan, 2009). De acordo com Gordon (2007), Huber (2007), De Andrade e Rosolem (2011) o Mn atua como um importante cofator para várias enzimas-chave na biossíntese dos metabólitos secundários da planta associados com a via do ácido chiquímico. Como o herbicida glifosato também age no metabolismo do ácido chiquímico, há relatos de que as plantas de soja RR (Roundup Ready) seriam menos eficientes no acúmulo de Mn que as convencionais.”

O manganês é responsável por várias funções na planta, como participação na fotossíntese por realizar a evolução do O₂ e fotólise da água, realizada no fotossistema II; no metabolismo do nitrogênio pela redução sequencial do nitrato; é precursor de aminoácidos aromáticos, hormonais, fenóis e ligninas como descrito por Heenan e Campbell (1980), Ultura e Durigan (2009).

Para a síntese de clorofila é fundamental a presença de Mn e a sua principal função é a ativação de proteínas, segundo Dechen e Nachtigall (2006).

Conforme Malavolta et al. (2000) a deficiência de manganês se dá pela clorose internerval de folhas novas onde os teores de nutrientes ficam entre 10 e 20 mg/kg. Além disso, Tanaka e Mascarenhas (1992) e, Malavolta et. al (2000) observaram que a produtividade de grãos da soja tem relação positiva com a proporção de manganês nas folhas.

2. Objetivo

2.1. Objetivo geral

Desse modo, o objetivo desse trabalho foi verificar se o glifosato causa redução na produtividade de soja RR e se o manganês remedia a possível toxidez causada pelo glifosato.

2.2. Objetivos específicos

- Verificar que dose de glifosato causa fitotoxicidade e reduz a produtividade.
- Verificar qual a melhor dose de manganês para remediar os efeitos do glifosato.

3. Material e Métodos

O experimento foi realizado em casa de vegetação, situado no Campo Experimental Diogo Alves de Melo do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa – MG, no período de junho a setembro de 2016.

O substrato utilizado tinha as proporções 25% areia, 25% esterco e 50% solo. A análise química do solo gerou os seguintes resultados: $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$: 6,4; P: 278,4 mg/dm³; K: 106 mg/dm³; Ca^{2+} : 11,9 cmol_d/dm³; Mg^{2+} : 2,5 cmol_d/dm³; Al^{3+} : 0,0 cmol_d/dm³; H+Al: 1,82 cmol_d/dm³; SB: 14,67 cmol_d/dm³; t: 14,67 cmol_d/dm³; T: 16,49 cmol_d/dm³; V: 89%; m: 0%; Mn: 91,5 mg/dm³.

Perante os valores obtidos na análise de solo não foram realizadas correções nem adubações no solo.

A cultivar de soja utilizada foi a “TMG 1175RR”, a qual foi semeada 4 sementes por vaso. Ao atingir o estágio fenológico VC foi realizado o desbaste deixando duas plantas por vaso e ao atingir o estágio V2 foi realizado novamente o desbaste, deixando-se apenas uma planta, aquela julgada mais apta para o experimento. Foram utilizados vasos com capacidade de 5 litros, os quais foram mantidos em distâncias semelhantes sobre uma bancada elevada a 1,20 metro do chão. A irrigação foi realizada manualmente, a cada dois dias, de forma a sempre manter a capacidade de campo do substrato.

O experimento foi montado em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições mais uma testemunha adicional, no esquema fatorial $4 \times 3 + 1$, correspondendo às quatro doses de manganês (0; 0,67; 1,35 e 2,15 Kg/ha) e três doses de glifosato, mais a testemunha. Cada parcela experimental foi composta por duas plantas. As doses de manganês utilizadas foram correspondentes 0,5, 1 e 1,5 vezes a dose recomendada para a cultura da soja (Sedyama et al., 2015). O produto utilizado para o fornecimento do Mn foi Kellus Manganese® da Produquímica, o qual possui 13% de Mn quelatado com EDTA.

As doses de glifosato, assim como as de Mn, seguiram recomendação de uso do produto na cultura da soja, que pode variar entre 2 e 6 litros/hectare, conforme a planta daninha alvo a ser controlada.

A aplicação foi realizada quando 80% das plantas atingiram o estágio V4, utilizando bomba costal de CO₂ regulada para volume de calda a 100 L/ha com barra possuindo dois bicos de aplicação do tipo leque.

Ao final do ciclo (R8), foram analisados os componentes de rendimento: altura, número de vagens, número de grãos por planta e massa média de grãos.

4. Resultados e discussão

Pelos resultados da análise de variância, podemos observar que não houve significância estatística para os tratamentos aplicados nas variáveis altura e número de vagens. O número e peso de grãos, por sua vez, apresentaram significância estatística entre a testemunha e os tratamentos, ou seja, esses apresentaram diferença de quando comparados com o tratamento testemunha (dose zero), porém não houve significância entre a interação dos tratamentos glifosato e manganês quando aplicados simultaneamente (Tabela 1), demonstrando que não há interação entre os dois sobre os componentes de produção.

Tabela 1: Resumo da análise de variância com os quadrados médios dos resíduos das variáveis altura, numero de vagens, numero de grãos e peso dos grãos.

FV	Gl	Altura	Num. Vagens	Num. Grãos	Peso de Grãos
Tratamentos	12	9.1554ns	28.1977ns	114388**	3.8186**
Manganês	3	8.7907ns	16.6852ns	17.2895**	0.63977**
Glifosato	2	0.3902ns	4.03877ns	45113**	1.29724**
Glifosato x Manganês	11	9.1621ns	15.3413ns	57.5368ns	1.79256ns
Contraste	1	9.0819ns	169618ns	739755**	26105**
Resíduo	39	8.2473	19.3387	1604.82	1.37651
Total	47				

ns, *, ** - não significativo e significativo a 1 e 5% pelo teste F.

Esses resultados corroboram com os obtidos por SERRA et al. (2011) onde os autores constataram que a eficiência do uso de manganês ($EFU = (\text{massa seca total produzida})^2 / (\text{conteúdo total do nutriente na planta})$) não diferenciou significativamente em plantas que foram pulverizadas com glifosato. Visto isso, concluíram que a concentração de Mn nas plantas estava adequada embora tenha havido a redução nos níveis do nutriente, porém a redução é causada pela influência na produção de matéria seca e não pela aplicação em si do glifosato.

Conforme REDDY et al. (2004) a preocupação com a adubação complementar de Mn devido o aparecimento de sintomas de deficiência do nutriente na verdade é um equívoco. A atribuição da perda da coloração verde das folhas das plantas deve ser dada à redução de teor de clorofila causado pela degradação da molécula de glifosato a ácido aminometilfosfônico (AMPA). De acordo com o autor supracitado, o glifosato poder ser metabolizado por plantas de duas formas: uma delas é a quebra da ligação C-P feita por uma C-P liase para gerar sarcosina e a outra, envolve a clivagem oxidativa da ligação C-N que está relacionado com a produção de AMPA.

Em seu experimento, REDDY et al. (2004) confirmam que AMPA é um metabolito fitotóxico para espécies de plantas. Os autores evidenciaram que aplicações de AMPA podem reduzir o conteúdo de clorofila das folhas de plantas tratadas com o ácido. No mesmo trabalho, foi atestado que o dano causado por AMPA, de fato, vem da degradação de glifosato. Além disso, a

quantidade de AMPA formado pelas plantas depende do genótipo utilizado, da dose de glifosato aplicada e das condições ambientais o que atribui circunstâncias onde alguns produtores encontram danos causados por glifosato e outros não.

No presente experimento foram verificadas presença de sintomas de fitotoxicidade, nas doses de 4 e 6 litros por hectare. Foi notado amarelecimento das folhas (Figura 1) passados três dias da aplicação e alguns pontos necróticos com aspecto mosqueado um dia após a aplicação (Figura 2). O último sintoma também foi notado por Reddy e Zaablutowicz (2003), Serra et al. (2011), onde segundo esses autores, essa injúria é causada pela quantidade de sal presente nas formulações comerciais de glifosato e não pela molécula em si.



Figura 1: Sintomas de amarelecimento em folhas de soja causada por aplicação de glifosato nas doses 0L/ha, 2L/ha, 4L/ha e 6L/ha.



Figura 2: Sintomas de pontos necróticos em aspecto mosqueado em folhas de soja causada por aplicação de glifosato nas doses 0L/ha, 2L/ha, 4L/ha e 6L/ha.

A única variável dos componentes de produção que foi afetada pelas doses de glifosato com efeitos estatisticamente significativos foi o número de sementes. Foi constatado que os tratamentos com Glifosato produziram mais que os tratamentos com dose 0L/ha do produto conforme a figura 3, com aumento repentino na dose 2 L/ha e queda linear em seguida, nas doses de 4 e 6 L/ha. O aumento do número de sementes pode ter sido ocasionado por efeito hormético do glifosato. Baixas doses de substâncias tóxicas causando efeito estimulante é chamado hormesis e há relatos de subdoses de herbicidas produzindo isto em plantas, incluindo o glifosato (SILVA, 2014). Contudo a sua redução pode ser explicada pelos fatores já citados no texto, que levam à toxicidade, com conseqüente ou não, queda de produtividade.

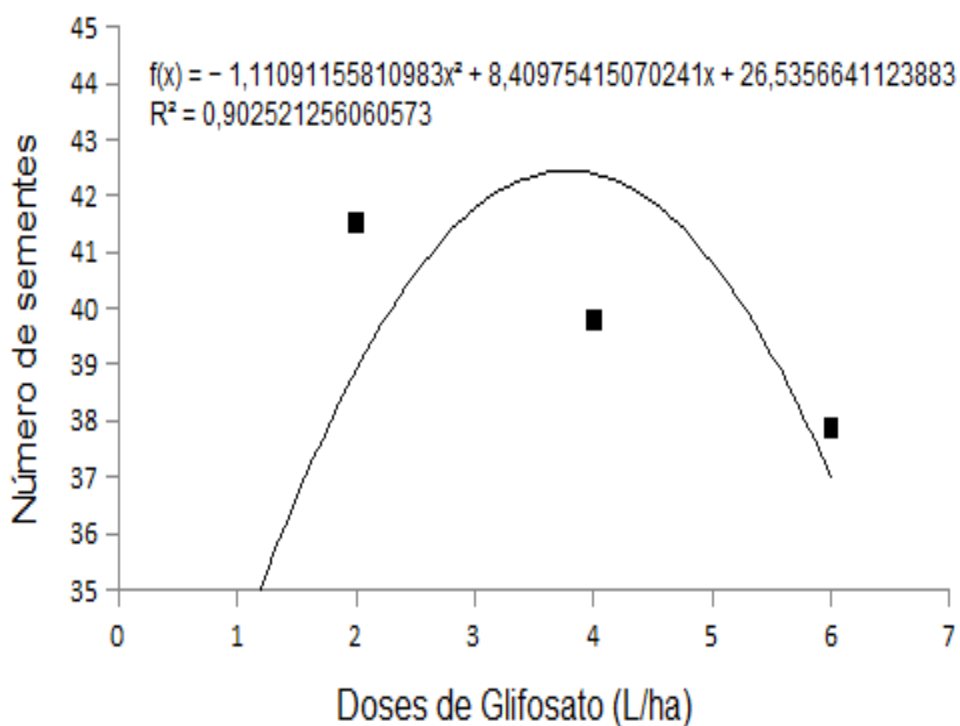


Figura 3: Numero de Sementes x Dose de Glifosato (0; 2; 4 e 6 L/ha)

Houve efeito apenas isolado dos fatores glifosato e manganês. O número de sementes foi diretamente influenciado pelas doses de manganês, com aumento até a dose de 1,35 Kg/ha, e queda em seguida, apresentando como dose máxima recomendada a dose de 1,76 que corresponde na prática a 1,18 quilogramas do produto comercial por hectare (Figura 4).

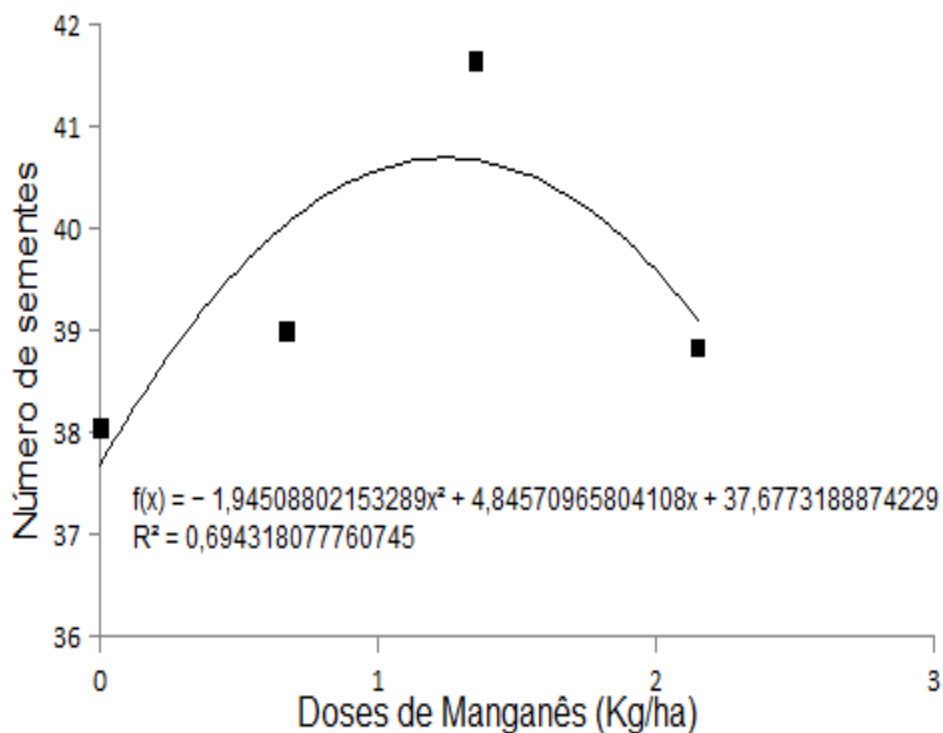


Figura 4: Numero de Sementes x Doses de Manganês (0; 0,67; 1,35 e 2,15 Kg/ha)

Níveis tóxicos de manganês para a soja podem ter sido atingidos, o que explica a redução do número de sementes a partir da dose 3 (Figura 4). Franco e Dobereiner (1971), Rosolem et al. (1992) confirmam que níveis tóxicos de Mn reduzem a produtividade. Fageria (2001), Lima e Moraes (2004) demonstraram que teores de Mn no solo acima de 92 mg/kg são tóxicos para a soja.

Examinando a análise de solo do presente experimento onde é indicado que o nível de Mn está em 91,5 mg/dm³ pode-se considerar que a dose 3 foi suficiente para causar decréscimo na produção por ser tóxica às plantas.

5. Conclusões

Não houve interação entre o de glifosato e o manganês.

Sintomas de amarelecimento das folhas foram notados quando as plantas foram pulverizadas com doses de 4 e 6 L/ha de glifosato e podem ter sido causado pela toxidez por AMPA e não por deficiência de manganês.

Um novo pode ser feito para avaliar os efeitos em condições de nível de campo.

6. Referências

- DE 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.
- DECHEN, A.R. e NACHTIGALL, G.R. Micronutrientes. In: FERNADES, M.S., ed. Nutrição mineral de plantas. Viçosa, MG, **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2006. p.328-352.
- EMBRAPA. **Soja em números (safra 2015/2016)**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/web/portal/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>>. Acesso em: 06 out. 2016.
- Fageria, N. K. 2001. Adequate and toxic levels of copper and manganese in upland rice, common bean, corn, soybean and wheat grown on an Oxisol. **Commun. Soil Sci. Plant Anal.**, 32 (9&10): 1659-1576.
- FENG, P.C.C.; CHIU, T. & SAMMONS, R.D. Glifosate efficacy is contributed by its tissue concentration and sensitivity in velvetleaf (*Abutilon theophrasti*). **Pestic. Biochem. Physiol.**, 77:83-91, 2003.
- FRANCISCO, E. A. B.; CÂMARA, G. M. S. Desafios atuais para o aumento da produtividade da soja. **Informações Agronômicas**, n. 143, p. 11–16, 2013.
- FRANCO, A.A; DOBEREINER, J. Toxidez de manganês de um solo ácido na simbiose soja-Rhizobium. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.6, p.57-66, 1971.
- GORDON, B. Manganese nutrition of glifosate-resistant and conventional soybeans. **Better Crops**, 91:12-13, 2007.
- HEENAN, D. P.; CAMPBELL, L. C. Soybean nitrate reductase activity influenced by manganese nutrition. **Plant Cell Physiol.**, v. 21, n. 4, p. 731-736, 1980.
- HUBER, Don M.. **What About Glyphosate-Induced Manganese Deficiency?** Disponível em: <<http://fluidfertilizer.org/wp-content/uploads/2016/05/58P20-22.pdf>>. Acesso em: 06 out. 2016.
- LAMEGO, F. P.; GIROTTO, E. Aplicação foliar de manganês em soja transgênica tolerante ao glyphosate Foliar application of manganese in transgenic soybean tolerant to glyphosate. **Ciência Rural**, v. 41, n. 10, p. 1726–1731, 2011.
- LIMA, D. V.; MORAES, M. F. DE. Relações Entre Doses De Calcário E Manganês Na Nutrição Mineral Da Soja Na Região De Rio Verde-Go 1. v. 34, n. 2, p. 65–73, 2004.
- LYDON, J.; DUKE, S.O. Pesticide effects on secondary metabolism of higher plants. **Pesticide Science**, v.25, p.361- 373, 1989.
- MALAVOLTA, E. Efeitos Do Manganês Sobre a Soja Cultivada Effects of Manganese on Soybean Growth in a Cerrado Soil. **Pesq. agropec. bras., Brasília**, v. 35, n. 8, p. 1629–1636, 2000.

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.N.; RIMANDO, A.M. & DUKE, S.O. Aminome- thylphosphonic acid, a metabolite of glifosate, causes injury in glifosate treated, glifosate-resistant soybean. *J. Agric. Food Chem.*, 52:5139-5143, 2004.

ROSOLEM, C. A. et al. Manganês no solo, sua avaliação e toxidez de manganês em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 1992.

SEDIYAMA, T. Melhoramento Genético da Soja. Londrina: Mecenas, 2015, p. 353.

SERRA, A. P. et al. 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.

SILVA, Ferdinando Marcos Lima. **HORMESIS DE HERBICIDAS EM SOJA**. 2014. 85 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014.

TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A.; BULISANI, E.A. Deficiência de manganês em soja induzida por excesso de calcário. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.2, p.247-250,

ULTURA, C.; DURIGAN, N. M. Glyphosate and Foliar Fertilization Using Manganese in Transgenic Soybean Crop. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 27, n. 4, p. 721–727, 2009.

YAMADA, Tsuioshi; CASTRO, Paulo Roberto de Camargo e. **Efeitos do glifosato nas plantas: implicações fisiológicas e agronômicas Tsuioshi**. 119. ed. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2007. 32 p.