UNIVERSIDADE CESUMAR - UNICESUMAR
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS TECNOLÓGICAS E AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – CAMPI MARINGA

MANEJO DE FERTILIZANTES FOLIARES NA RECUPERAÇÃO DA FITOTOXIDADE GERADA PELO GLYPHOSATE NA CULTURA DA SOJA (*Glycine max*)

LUCIANO COLOMBO PETECK

MARINGÁ – PR
2022

Luciano Colombo Peteck

MANEJO DE FERTILIZANTES FOLIARES NA RECUPERAÇÃO DA FITOTOXIDADE GERADA PELO GLYPHOSATE NA CULTURA DA SOJA (*Glycine max*)

Artigo apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Cesumar – UNICESUMAR como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel(a) em Agronomia, sob a orientação do Prof. Dr. Aline Maria Orbolato Gonçalves Zuliani.

MARINGÁ – PR

2022

FOLHA DE APROVAÇÃO

LUCIANO COLOMBO PETECK

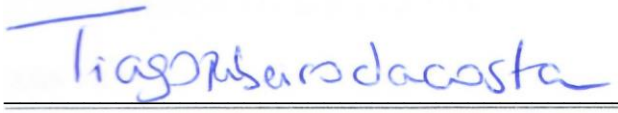
MANEJO DE FERTILIZANTES FOLIARES NA RECUPERAÇÃO DA FITOTOXIDADE GERADA PELO GLYPHOSATE NA CULTURA DA SOJA (*Glycine max*)

Artigo apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Cesumar – UNICESUMAR como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel(a) em Agronomia, sob a orientação do Prof. Dr. Aline Maria Orbolato Gonçalves Zuliani.

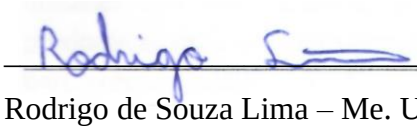
Aprovado em: 25 de novembro de 2022.

BANCA EXAMINADORA

Aline Maria Orbolato Gonçalves Zuliani – Dr. Unicesumar



Tiago Ribeiro da Costa – Me. Unicesumar



Rodrigo de Souza Lima – Me. Universidade Estadual de Maringá

MANEJO DE FERTILIZANTES FOLIARES NA RECUPERAÇÃO DA FITOTOXIDADE GERADA PELO GLYPHOSATE NA CULTURA DA SOJA (*Glycine max)*

Luciano Colombo Peteck

RESUMO

A soja (*Glycine max*) é a cultura agrícola que se destaca a nível nacional e mundialmente, devido a sua composição química ser rica em proteínas e óleo, sendo esses fundamentais na alimentação humana e animal. Para altas produções, a cultura é bastante exigente no manejo de pragas, doenças e no controle de plantas daninhas, sendo os que mais acarretam perdas significativas na produção, devido principalmente a competição por água, luz e espaço. Com isso o controle químico com herbicidas é o mais utilizado pelos produtores devido a facilidade e sua rápida ação. Mesmo utilizando cultivares com tecnologia Roundup Ready, no qual possuem tolerância ao glyphosate, há relatos de que dosagem alta do herbicida ocasione fitotoxidade na cultura da soja. Diante disso, esse trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento da cultura em resposta ao uso do glyphosate isolado e em misturas com fertilizantes, visando recuperar a planta da fitotoxidade. No trabalho foi utilizado Delineamento Experimental Inteiramente Casualizado (DIC), com 9 tratamentos e 5 repetições. Os tratamentos T2, T4, T6, T8 foram aplicados quando as parcelas estavam em estádio V2, já os tratamentos T3, T5, T7, T9 a aplicação foi feita quando as plantas estavam no estádio V5. Os parâmetros analisados foram: altura de planta, número de nós, número de vagens, massa de mil grãos e produtividade. Diante dos parâmetros avaliados, o tratamento T9 associado aos fertilizantes apresentou os melhores resultados, reduzindo os efeitos fitotóxicos do herbicida, produzindo 1002,78 $kg.ha^{-1}$, aumentando a produção em 38,13%, quando comparado com a testemunha.

Palavras-chave: Aplicação foliar; Clorose foliar; herbicida.

FOLIAR FERTILIZER MANAGEMENT FOR RECOVERY FROM GLYPHOSATE-GENERATED PHYTOTHOTOXY IN SOYA BEAN (Glycine max)

ABSTRACT

Soybeans (*Glycine max*) is an agricultural crop that stands out nationally and globally, due to its chemical composition being rich in protein and oil, which are essential in human and animal food. For high yields, the crop is very demanding in the management of pests, diseases and the control of weeds, which cause significant losses in production, mainly due to competition for water, light and space. Thus, the chemical control with herbicides is the most used by producers due to the ease and fast action. Even using cultivars with Roundup Ready technology, which have tolerance to glyphosate, there are reports that high doses of the herbicide cause phytotoxicity in soybeans. Therefore, this work aimed to evaluate the behavior of the crop in response to the use of glyphosate alone and in mixtures with fertilizers, aiming to recover the plant from phytotoxicity. An experimental design was used,

with 9 treatments and 5 repetitions. The treatments T2, T4, T6, T8 were applied when the plots were at the V2 stage, while the treatments T3, T5, T7, T9 were applied when the plants were at the V5 stage. The parameters analyzed were: plant height, number of nodes, number of pods, mass of one thousand grains and productivity. Based on the parameters evaluated, treatment T9 associated with fertilizers showed the best results, reducing the phytotoxic effects of the herbicide, producing 1002.78 $kg.ha^{-1}$, increasing production by 38.13% when compared to the control.

Keywords: Leaf application; foliar chlorosis; herbicide.

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max*) é uma das culturas mais importantes no cenário mundial devido contribuir na alimentação humana e animal por conta de sua composição química ser rica em fonte de proteínas e lipídeos (SILVA et al., 2006).

A cultura da soja se destaca também a nível nacional e no cenário mundial, sendo o quarto grão mais consumido e produzido, estando concentrado no Brasil, Estados Unidos e Argentina. A *commodity* se destaca pela sua adaptabilidade aos diferentes locais produtores e pela sua composição química, como dito, a oleaginosa contem cerca de 40% de proteína e 20% de óleo (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2014).

A estimativa da produção brasileira é de 122,8 milhões de toneladas do grão, devido principalmente ao crescimento de 3,8% de sua área cultivada, tendo baixa na produtividade em relação à safra passada 2020/2021, devido ao longo período de estiagem. No estado do Paraná, o clima quente e seco afetou o desenvolvimento da cultura, apresentando perdas significativas na safra referida (CONAB, 2022).

No início do século XX, no Brasil, iniciou-se a distribuição de sementes de soja pela Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) para produtores do estado de São Paulo, dando-lhes instruções sobre forma de plantio e adubação. Devido ao Rio Grande do Sul possuir similaridades ao clima da região do sul dos Estados Unidos, começou-se a cultivar soja nesta região dando origem aos primeiros genótipos da soja brasileira. Estes genótipos desenvolvidos e adaptados as condições brasileiras permitiram que as sementes de soja fossem semeadas em regiões com baixas latitudes, revolucionando a história mundial da soja (PIROLLA; BENTO, 2008) e tornando o Brasil um dos maiores produtores do grão. No entanto, juntamente com o desenvolvimento da cultura, surgiram as pragas, doenças e plantas daninhas, que vem a acarretar perdas consideráveis ao sistema até hoje.

As culturas implantadas convivendo com plantas daninhas demonstram perdas de produção, devido interferências como competição de forma direta, no qual competem por espaço, água, luz e nutrientes minerais. Outra forma de interferência com a cultura é por

alelopatia, cujas plantas daninhas produzem substâncias secundárias aos quais são liberadas por exudatos radiculares e por parte aérea, afetando processos germinativos, crescimento e desenvolvimento da soja. De forma indireta, as plantas daninhas hospedam pragas, moléstias e nematoides, no qual dificultam ou até mesmo inviabilizam o controle por meio da rotação de cultura. Com a presença das plantas daninhas, gerando competição e perdas, dificultam nos tratos culturais, a colheita e depreciam a qualidade final do produto (ANTONIO, 1987).

O controle de plantas daninhas abrange desde o arranquio manual, tratos culturais no qual consiste na rotação de cultura, visando diminuir infestações, utilizando plantas de cobertura, assim como o adensamento de plantas em espaçamento reduzido. Já o método químico, é o mais utilizado, pois substitui os outros métodos, e mostra eficiência tanto pela facilidade como pela rápida ação de controle. Os herbicidas mais recomendados para o controle de plantas daninhas na cultura da soja podem ser aplicados em pré ou pós emergência da planta daninha (SILVA; BRAUN; COELHO, 2011).

O herbicida Glyphosate é um dos mais utilizados, possui ação sistêmica, de amplo espectro que controlam plantas monocotiledôneas e principalmente dicotiledôneas. Este herbicida é utilizado em pós-emergência das plantas daninhas e da cultura no qual sua enzima 5- enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintetase (EPSPs) bloqueia a síntese de aminoácidos importantes para a produção de proteínas. A partir do desenvolvimento de plantas transgênicas, foi possível utilizar este herbicida de amplo espectro na cultura, sem afetar a soja, essa tecnologia introduzida recebeu o nome de soja Roudup read (RR) (KRUSE; TREZZI; VIDAL, 2000).

No entanto, com o uso deste herbicida em larga escala, e com a resistência de diferentes plantas daninhas, dosagens maiores do produto tiveram que ser recomendadas. Em consequência disso, produtores passaram a relatar que após a aplicação do glyphosate com dosagem altas em culturas resistentes ao roundup (RR), as plantas apresentaram sintomas de clorose e efeitos de fitointoxicação, sendo que isso ocasionou a diminuição da taxa fotossintética e intensidade de fixação de carbono nas plantas quando comparadas com aquelas não submetidas ao controle químico com o herbicida em questão. A quantidade de nódulos presentes nas raízes também é afetada, devido ao *Bradyrhizobium japonicum* sintetizar a enzima EPSPs (ZOBIOLE et al., 2010a). Em relação a nodulação, essa apresentou uma menor quantidade de matéria seca de nódulos totais, tendo maior influência com altas aplicações do herbicida glyphosate, acarretando perdas de 61,4% da quantidade, já em dosagens menores obteve-se uma redução de 35,8% em relação a testemunha (OLIVEIRA et al., 2008).

Comparando a aplicação do glyphosate isolado, com a aplicação de aminoácido junto com ele, tem mostrado melhores resultados nos parâmetros fotossintéticos, prevenindo os danos após a aplicação do herbicida (ZOBIOLE et al., 2011).

Existem evidências apontando efeitos positivos quanto a aplicação Manganês via foliar, podendo resolver as interferências do glyphosate no metabolismo da planta (GORDON, 2007b). Pesquisas realizadas sobre aplicação foliar do Mn em mistura ao glyphosate, relatam que não proporcionam incrementos a produtividade, mas tem mostrado minimizar possíveis injúrias na cultura sob a aplicação do herbicida (FENNER et al., 2012).

Diante disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar o comportamento da cultura da soja, submetida a alta dosagem do glyphosate em diferentes épocas, isolado e em mistura com fertilizantes foliares, a fim de analisar se o herbicida causará perdas significativas na produção e se com o uso dos fertilizantes estas perdas serão reduzidas.

2 DESENVOLVIMENTO

O experimento foi conduzido na cidade de Jussara-Paraná, com coordenada geográfica registrada em latitude 23°38’8” S e longitude 52°27’50” W, com altitude média de 390 metros. O solo da área experimental, segundo a EMBRAPA, é classificado como Nitossolo Vermelho Eutroferico - NVef3 (GEOINFO/EMBRAPA, 2020).

Foi utilizado Delineamento Experimental Inteiramente Casualizado (DIC) cujas parcelas apresentaram uma área de 20,25 m^2. As parcelas foram semeadas com uma plantadeira de 9 linhas com espaçamento de 0,45m e apresentarão o comprimento de 5 metros (4,05 x 5m). O plantio foi realizado em sistema de plantio direto, com um total de 9 tratamentos, com 5 repetições totalizando uma área de 911,25 m^2.

Com a finalidade de conhecer os atributos químicos do solo, foi realizada a coleta de solo na camada de 0-20 cm, da área experimental, retirando cinco sub-amostras da área, constituindo uma amostra composta, no qual foram secas, destorroadas para determinação das características químicas do mesmo (Tabela 1 e Tabela 2).

Com os resultados obtidos a partir da análise química do solo, foi realizada a calagem para a correção de acidez do solo, utilizando calcário dolomítico contendo PRNT de 75%. Calculando a quantidade necessária para elevar a saturação de bases em 70%, sendo aplicado 770 kg por hectare. Para fins de alcance maior de produção, foi utilizado fertilizante mineral para a adubação, aplicando 220 kg por hectare na fórmula comercial NPK 02-23-23.

Tabela 1. Analise química do solo da área experimental, para fins de avaliação da fertilidade.

pH	P	K	Ca	Mg	H + Al	SB	CTC em pH 7	CTC EFETIVA	V
H_2O	mg/dm^3					cmolc/dm^3			%
5,6	12,73	0,2	5,93	1,94	4,28	8,07	12,35	8,07	65,34

Tabela 2. Análise química da composição de micronutrientes no solo da área experimental.

Cu	Zn	Fe	Mn	Na	S	M.O	C
mg/dm^3						g/dm^3	
25,1	11,33	48,24	106,4	5,72	3,2	21,97	12,74

A variedade da semente a qual foi semeada na área é a 96Y90 da empresa PIONEER, utilizando uma densidade de 266 mil plantas por hectare. No plantio, foi realizado o tratamento de sementes com os seguintes ingredientes ativos e dosagens: Methyl benzimidazol-2-ylcarbamate (CARBENDAZIM) 150 g/L (15,0 % m/v), Tetramethylthiuram disulfide (TIRAM) 350 g/L (35,0 % m/v), outros ingredientes 667 g/L (66,7 % m/v) conforme indicado pelo fabricante, a dosagem aplicada foi de 200 ml a cada 100kg de sementes. A inoculação, foi realizada no dia do plantio evitando perdas e danos ocasionados pelo tratamento químico de sementes. Foi utilizado o inoculante a base de *Bradyrhizobium* (masterfix turfoso), contendo as bactérias *Bradyrhizobium elkanii* e *Bradyrhizobium japonicum*, no qual sua concentração é de 5 bilhões de bactérias por gramas e sua dosagem recomendada é 100g para cada 50 kg de sementes. Devido a resistência de plantas daninhas ao glyphosate, foi realizada a capina com o objetivo de evitar interferência com o experimento. Os tratos culturais realizados seguiram os mesmos padrões de um cultivo convencional, utilizando inseticidas com os seguintes ingredientes ativos: BIFENTRINA 100,00 g/L (10,000% m/v) com a aplicação na dosagem 50 $ml.ha^{-1}$; TEFLUBENZUROM 150 g/L (15,0% m/v), na dosagem de 150 $ml.ha^{-1}$ e IMIDACLOPRID 480,00 g/L (48,00% m/v) na dosagem 250$ml.ha^{-1}$. As aplicações de fungicida não foram necessárias devido ao clima seco e quente que predominou durante todo ciclo da cultura.

A aplicação do herbicida foi por meio de um pulverizador costal com tanque de 20 litros, tendo pressão máxima de 100 psi (6,8 bar), contendo uma barra com 4 bicos espaçados em 0,5m utilizando bico em leque. Com pressão constante, o pulverizador foi calibrado proporcionando uma taxa de aplicação de 170 $L.ha^{-1}$.

O herbicida utilizado foi o glyphosate com ingrediente ativo Sal de Amônio de N-(phosphonomethyl)glycine (GLYPHOSATE) 715 g/kg (71,5% m/m), Equivalente ácido de N-(phosphonomethyl)glycine (GLYPHOSATE) 650 g/kg (65,0% m/m), outros ingredientes 285 g/kg (28,5% m/m) a aplicação foi de 3,5kg.ha^{-1} no estádio fenológico V2 e V5 da cultura de soja.

Já os fertilizantes utilizados, visando reduzir os danos provocados pelo uso do herbicida na cultura da soja foram F1 – Co-Mo com as seguintes porcentagens de nutrientes: P_2O_5 2,8% 43,96 g/L; Co 1,5%, 23,55g/L; Mo 15%, 235,50g/L; F2 – Grap amyno 15 contendo: S 5%, B 0,5%, Cu 0,5%; Mn 6%; Mo 0,1%; Zn 3%; d 1,40% e aminoácidos. Os diferentes tratamentos e estádios de aplicação dos herbicidas e os fertilizantes F1 e F2 estão descritos na Tabela 3.

Tabela 3. Descrição dos diferentes tratamentos utilizados na cultura da soja e o estádio de aplicação.

Tratamentos		Dosagem		Estádio
		kg.ha^{-1}	ml.ha^{-1}	
T1	Testemunha	-	-	-
T2	Glyphosate	3,5	-	V2
T3	Glyphosate	3,5	-	V5
T4	Glyphosate + F1	3,5	150	V2
T5	Glyphosate + F1	3,5	150	V5
T6	Glyphosate + F2	3,5	1500	V2
T7	Glyphosate + F2	3,5	1500	V5
T8	Glyphosate + F1 + F2	3,5	150 +1500	V2
T9	Glyphosate + F1 + F2	3,5	150 +1500	V5

Cada tratamento foi composto por 9 linhas com comprimentos de 5 metros. As duas primeiras linhas de cada lado da parcela foram utilizadas como bordadura para evitar interferências como derivas dos demais tratamentos. A terceira linha foi utilizada para as avaliações e posteriormente para o arranquio das plantas e verificação da quantidade de vagens. As demais linhas centrais foram consideradas como área útil contendo 3,6m^2 destinadas a colheita e análise de produtividade. As características fisiológicas referentes ao desenvolvimento e produtividade da cultura estão descritas a seguir:

1. Altura de planta (AP): para mensuração da altura foi utilizada uma trena, as quais foram selecionadas 5 plantas de cada parcela para realizar a medida, desde a superfície do solo como ponto inicial até o ápice da planta, sendo avaliado com 30, 60, 90 dias após a emergência.

2. Número de nós (NN): determinado por meio da contagem do número de nós presentes no caule da planta (nó com o trifólio totalmente aberto), começando a contagem a partir das folhas uni foliadas até o ápice, descartando o nó cotiledonar, sendo avaliado com 30, 60 e 90 dias após a emergência.

3. Número de vagens por plantas (NVP): foi determinada 5 plantas por parcela da terceira linha de cada tratamento para a contagem no qual foi realizada dias antes da colheita.

4. Massa de mil grãos (MMG): foi avaliada após a colheita, por meio da pesagem de 100 grãos de cada parcela, realizando a pesagem por meio de uma balança semianalítica. O resultado de cada parcela foi multiplicado por 10, para obtermos o valor de 1.000 grãos em gramas (g).

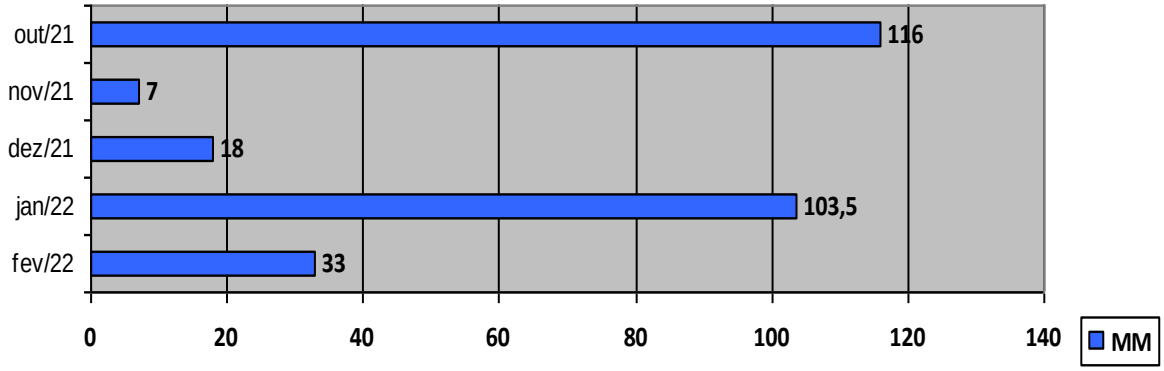
5. Avaliação da produtividade ($kg.ha^{-1}$): foi realizada a colheita manualmente, por meio do arranquio, no qual foram trilhadas por uma Trilhadora e Debulhadora de grãos. A colheita foi feita na área útil sendo ela 4 linhas por 2 metros de comprimento. O resultado foi extrapolado para um hectare.

Os dados coletados no presente trabalho foram submetidos a análise de variância ANOVA e as medidas entre os tratamentos comparados pelo teste Scott-Knott a 5% de significância, as análises foram comparadas com auxílio do programa SISVAR (FERREIRA, 2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de condução do experimento, houve deficiência hídrica em grande parte da fase de desenvolvimento e enchimento de grãos. Nos meses de novembro e dezembro com maior estiagem na área experimental, resultando na queda prematura das folhas e baixa produtividade. O gráfico 1 está representando o histórico de precipitação da área após a semeadura até a colheita das parcelas.

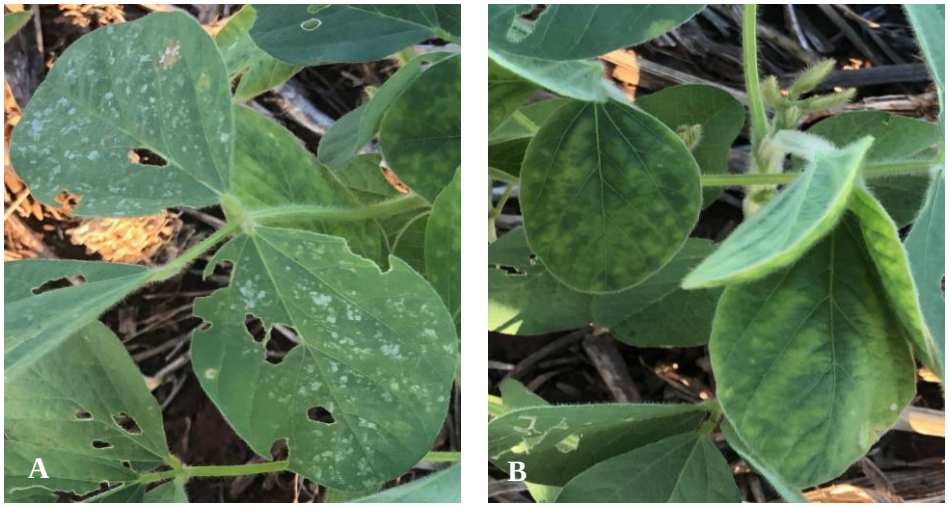
Figura 1- Histórico de precipitação na área experimental.



Fonte: Próprio autor; Histórico de precipitação no experimento

Foram constatados sintomas de necroses e manchas cloróticas no limbo foliar de todos tratamentos, Figura 1 (A, B), posteriormente a aplicação do glyphosate, afetando apenas as folhas pulverizadas.

Figura 2 – Necrose e clorose foliar verificada em plantas de soja, após aplicação de glyphosate.

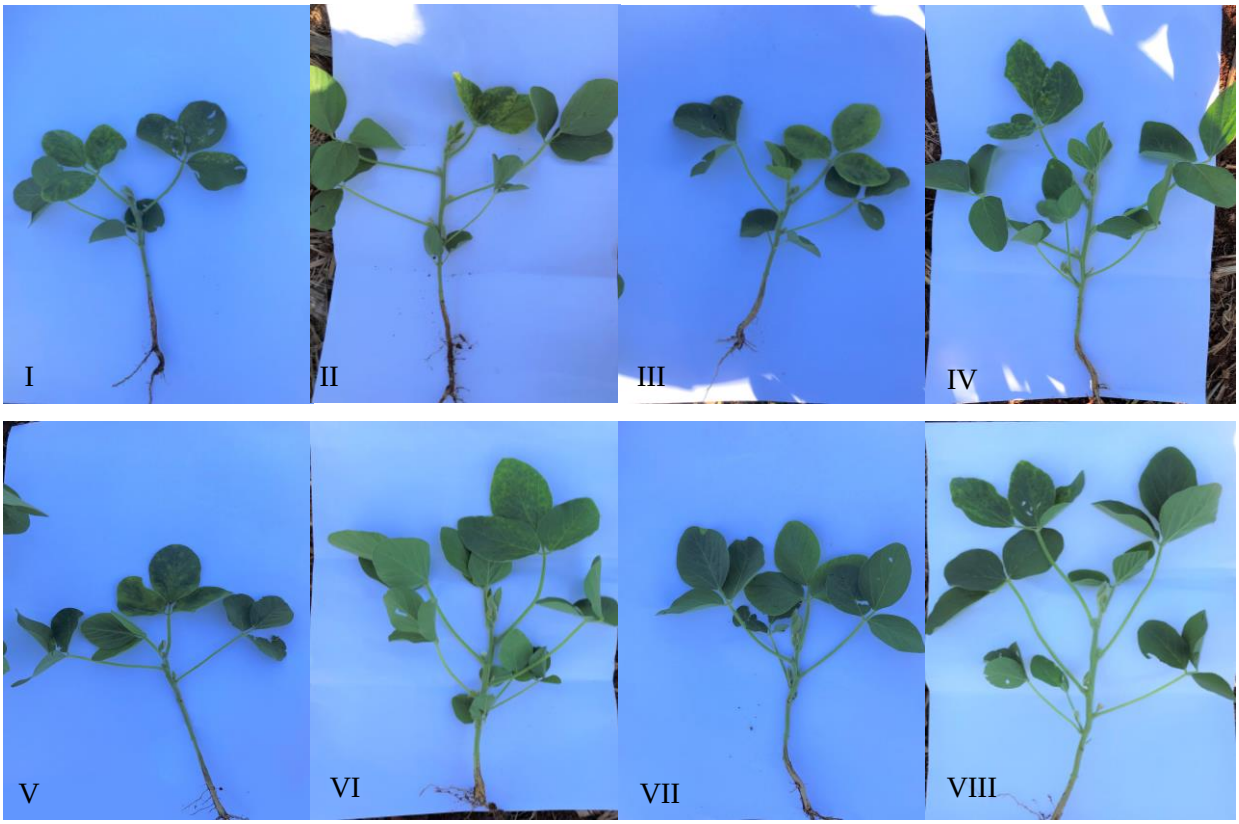


(A) Necrose foliar; (B) Clorose

Os tratamentos T2 e T3 foram os com maiores danos nas plantas devido a aplicação isolada do herbicida. Sem a presença de necroses, devido a associação do herbicida com fertilizantes, os tratamentos T4 e T5 apresentaram apenas manchas cloróticas, já nos tratamentos T6, T7, T8 e T9 apresentaram amarelecimento claro e com recuperação rápida (Figura 2). Estas lesões cloróticas na planta são atribuídas ao processo de degradação e conversão do glifosato pela folha formando ácido aminometilfosfônico (AMPA) e o acúmulo do primeiro metabólito fitotóxico o que resulta em injúrias, redução do teor de clorofila e do

peso da biomassa fresca da parte aérea (REDDY; RIMANDO e DUKE, 2004). Os sintomas de amarelecimentos e necroses aparecem poucas horas após a aplicação. As lesões ficam restritas nas folhas que foram pulverizadas com dosagem alta do herbicida, o qual o sal presente em sua formulação resulta nas injurias (REDDY e ZABLOTOWICZ, 2003).

Figura 3 – Injúrias geradas pelo glyphosate nos diferentes tratamentos.



Fonte: Fotos do autor; (I) Tratamento 2; (II) Tratamento 3;(III) Tratamento 4;(IV) Tratamento 5; (V) Tratamento 6; (VI) Tratamento 7; (VII) Tratamento 8; (VIII) Tratamento 9.

Embora a utilização de plantas resistentes ao glyphosate, o uso do herbicida em dosagem altas podem apresentar implicações no crescimento e desenvolvimento das plantas, como observados na tabela 4. Com 30 dias após a emergência (DAE), foi observada uma redução significativa na altura das plantas variando de 4-14%, quando comparadas com a testemunha (T1). O T2 foi tratamento com maior diferença significativa, tendo uma redução de 14,73%. Em T8 houve menor diferença, reduzindo a altura em cerca de 4,42%.

Com 60 DAE nos tratamentos onde foi aplicado apenas o glyphosate, resultou em maior redução de altura T2=18,81%; T3=13,35%. Os tratamentos com menores perdas foram:

T6=6,21%; T7=3,44%; T8=1,26% e T9 o qual obteve resultados semelhantes à testemunha, já em T4 e T5 foi observado diferenças de 11%.

Os dados de 90 DAE mantiveram as diferenças significativas, o tratamento que obteve menor altura foi T2 com 9,74% de redução. Os tratamentos com melhores resultados não apresentaram diferenças estatísticas quando comparado com a testemunha foram T7, T8 e T9. Já os demais tratamentos com procederam com redução de T3 (8,85%), T4 (7,96%), T5 (6,38%) E T6 (5,83%). A redução na altura nos permite inferir que a aplicação do herbicida retardou o crescimento e desenvolvimento da planta.

Tabela 4 - Altura e número de nós nas plantas de soja com 30, 60 e 90 DAE nos diferentes tratamentos.

TRATAMENTOS	Altura (cm)			Número de Nós		
	30 DAE	**60 DAE**	**90 DAE**	**30 DAE**	**60 DAE**	**90 DAE**
1	21,72 A	47,64 A	58,32 A	5,40 B	10,44 A B	14,40 A
2	18,52 E	38,68 E	52,64 C	4,64 C	9,28 C	13,24 B
3	19,40 C D	41,28 D	53,16 B C	5,40 B	9,96 B	14,52 A
4	19,16 C D	42,08 D	53,68 B C	5,92 A	10,16 A B	14,52 A
5	19,04 D	42,48 D	54,60 B	5,36 B	10,32 A B	14,64 A
6	19,72 C	44,68 C	54,92 B	5,44 B	10,16 A B	14,48 A
7	20,56 B	46,00 B	56,56 A	5,60 B	10,92 A	14,84 A
8	20,76 B	47,04 A B	57,96 A	5,52 B	10,44 A B	15,24 A
9	20,52 B	47,64 A	57,72 A	5,48 B	11,00 A	15,08 A
CV%	4,56	5,00	4,52	10,47	10,74	7,90

Médias seguidas por letras iguais nas colunas, dentro de cada categoria, teste realizado pelo método de Scott-Knott ao nível de 5 %.

Nos quesitos números de nós, aos 30 DAE, os tratamentos T1, T3, T5, T6, T7, T8 e T9 são semelhantes estatisticamente. Apenas em T2 apresentou diferença significativa com resultados inferiores quando comparado com T1, em T4. Já as relações T3/T2 e T7/T6 apresentaram maior número de nós em V5, tendo 16,37% a mais em T3 e 2,94% em T7. As relações T5/T4 e T9/T8 apresentaram maiores porcentagens nos tratamentos em V2, em T4 houve aumento de 9,45% e T8 de 0,72%.

Aos 60 DAE, o tratamento T2 apresentou menor número de nós quando comparado com a testemunha, tendo redução de 11%, já no tratamento T9 mostrando dados positivos quando comparado com T1, tendo um aumento de 5% no número de nós. Em relação a época

de aplicação, houve um aumento em todos tratamentos aplicados em V5, sendo as relações: T3/T2(7,32%); T5/T4(1,57%); T7/T6(7,48%); T9/T8(5,36%).

Quando avaliado aos 90 DAE apenas no T2 manteve-se com diferença estatística reduzindo 8% quando comparado com T1 e redução de 9,66% quando comparado a época de aplicação V5 (T3) enquanto os demais tratamentos, nos quais foram associados a fertilizantes, não diferiram estatisticamente entre si. As demais relações à época de aplicação, foram: T5/T4 (0,82%); T7/T6 (2,48%). Já a relação T9/T8, foi o único tratamento no qual a aplicação em V2 (T8) apresentou aumento de 1,04% em relação a V5 (T9), mostrando que a associação de fertilizantes pode diminuir a diferença na época de aplicação, no quesito número de nós.

Como observado na tabela 5, aplicação do glyphosate afetou de forma negativa o número de vagens por planta, no entanto os tratamentos associados à aplicação de fertilizantes tiveram menores perdas e aumentaram o número de vagens em relação a testemunha. Devido ao estresse gerado pelo clima e herbicida, no tratamento T3 e T5 os quais as aplicações foram realizadas em V5, retardaram o florescimento e a fecundação das vagens. De acordo com os dados obtidos nos tratamentos T2 e T3, pôde-se observar os menores resultados em relação ao número de vagens por planta, com redução de 14,62% quando comparado com T1. Os tratamentos com menores reduções foram T6 com 6,6% e T4 com 1,9%. Já os demais tratamentos obtiveram os melhores desempenhos, com valores maiores que a testemunha, variando entre 8 a 19%. O trabalho realizado por Melhorança et al. (2010) diz que a medida em que se aumentou a dose do glyphosate, resultou no decréscimo linear da altura e número de vagens, contribuindo para a redução da produção. Comiran (2019), também em seu trabalho, constatou que a aplicação de Co-Mo entre o período vegetativo e reprodutivo, apresentou diferenças significas tendo maior número de vagens por planta. A aplicação de Mn associada ao glyphosate aumentou o número de vagens, mas não obteve efeito significativo na produção mesmo proporcionando maiores resultados quando comparado com a testemunha (OLIVEIRA, 2020).

O estádio de aplicação influenciou no número de vagens por planta, no tratamento com glyphosate isolado, em T3(v5) houve um acréscimo de 0,78% em relação a T2(V2) no número de vagens, nos tratamentos com Co-mo, em T5(V5) quando comparado com T4(V2), houve um acréscimo de 10,33%. O tratamento que mais destacou foi T7(V5), quando comparado com T6(V2) proporcionou um acréscimo de 24,49% no número de vagens por planta. Já a relação de T9 com T8, onde conteve a associação de F1 com F2 o aumento foi de 6,24%.

Em um uma pesquisa a qual foi aplicada dose elevada do glyphosate, mostra que em V8 reduziu o número de vagens por planta, mas a aplicação em V2 obteve maior número de vagens (PAULINO et al. 2020). Zadinello (2012) relata que a aplicação do glyphosate induz a redução de número de vagens por plantas no estádio reprodutivo R2. Zobiole et al. (2010b), em seus trabalhos, relatam que a aplicação única do herbicida com doses elevadas em plantas jovens é mais afetada, por serem mais sensíveis aos efeitos do glyphosate, levando mais tempo para se recuperar dos prováveis efeitos do herbicida.

Tabela 5 - Número de vagens por planta, Produção em hectare e peso de mil grãos.

TRATAMENTOS	NVP	PRODUÇÃO ($kg.ha^{-1}$)	MMG (g)
1	21,00 B C D	725,93 B	152,27 B
2	17,86 D	355,56 D	119,50 E
3	18,00 D	575,00 C	136,67 D
4	20,60 B C D	430,55 D	136,80 D
5	22,73 A B C	583,33 C	138,27 D
6	19,60 C D	562,04 C	135,67 D
7	24,40 A B	775,93 B	143,87 C
8	23,53 A B	712,04 B	147,63 B C
9	25,00 A	1002,78 A	157,60 A
CV%	17,57	9,83	1,96

Médias seguidas por letras iguais nas colunas, dentro de cada categoria, teste realizado pelo método de Scott-Knott ao nível de 5 %.

No presente trabalho, as aplicações em V2 ocorreram com 17 dias após a emergência. A nodulação ocorre após a infecção nas raízes, os nódulos radiculares tornam-se visíveis e funcionais a partir dos 10 a 15 dias após a emergência das plantas, entre os estádios V1 e V2 (CÂMARA, 2014). Segundo Mallik e Tesfai (1985, apud Maltly; Siqueira; Moreira; 2006), a aplicação do glyphosate com dosagem maior que a recomendada e após 17 dias da semeadura da soja reduz o peso e o número dos nódulos. O rizobio por ser sensível ao herbicida devido o produto conter sal de isopropilamina presente, o que resultaria em intoxicação e consequentemente reduzindo consideravelmente o número de nódulos radiculares produzidos pela simbiose (SANTOS, 2007). A nodulação apresentou uma menor quantidade de matéria seca de nódulos totais, tendo maior influência com altas aplicações do herbicida glyphosate, acarretando perdas de 61,4% da quantidade, já em dosagens menores obteve-se uma redução

de 35,8% em relação à testemunha (OLIVEIRA et al., 2008). No trabalho realizado por Mendes (2000), sobre adubação nitrogenada no plantio, demostra reduções significativas na nodulação inicial, essa redução acarretou em prejuízos na produtividade da lavoura. A aplicação de Molibidenio, além de interferir no número de nódulos radiculares, aumentou o teor de Nitrogenio foliar em 6% e a adubação foliar com Co-Mo resultou em um acréscimo de 7- 20% na produtividade (GELAIN et al, 2011).

O estádio fenológico da planta é outro fator que influencia a produtividade, quando aplicado em V2, com o baixo número de folhas, geraram reduções significativas comparadas as aplicações realizadas em V5. Em T2 (V2) pôde-se ver que reduziu cerca de 61% da produção quando comparado com T3 (V5). Nos tratamentos T5, T7 e T9 resultaram em aumento de 38% em média, comparado aos tratamentos aplicados em V2.

A aplicação do Co-mo associado ao herbicida no tratamento 4 (V2), produziu 21% a mais quando comparado com a aplicação isolada do herbicida nos tratamentos T2 (V2). Já quando aplicado em V5 o tratamento T5 houve um aumento 1,45% quando comparado com T3, sendo similares estatisticamente. Comparado T5 com T4 (V2), houve um aumento de 35,48%. Os tratamentos os quais foram aplicados o fertilizante F2 tiveram uma rápida recuperação da fitotoxidade, o que proporcionou um aumento de 6,8% em T7 (V5), mas estatisticamente similar à testemunha e quando comparado com T6 (V2) ouve um aumento de 38%. Em T6 devido ao estádio aplicado, reduziu em 22% a produção quando comparado com a testemunha. Os tratamentos T7 e T8 apresentaram semelhanças estáticas quando comparado com a testemunha. Apenas com o herbicida, o tratamento T2 apresentou o pior resultado, reduzindo aproximadamente 51% quando comparado com T1. Já o tratamento que houve a associação dos fertilizantes F1+F2, T9 aplicado em V5, obteve a maior produção em $kg.ha^{-1}$, produzindo 38,13% a mais quando comparado com a testemunha, cerca de 74% a mais que T3 o qual foi aplicado apenas o herbicida em V5 e 40,83% a mais quando comparado com T8 (V2).

Para Santos (2007), a formulação do glyphosate está associada a redução da produtividade, por ocasionar intoxicação visual na planta, o qual afeta a capacidade de produzir fotoassimilados. A aplicação do herbicida dificulta na absorção do manganês retardando o metabolismo na planta, sendo necessário a suplementação para melhores produtividades, interfere também nos microrganismos presentes no solo (GORDON, 2007a).

Pesquisas em condições de campo relatam possíveis consequências do uso de glyphosate na cultura da soja, gerando alterações fitotoxicas, de forma direta na nutrição mineral de plantas geneticamente modificadas, reduzindo a absorção e translocação de Mn, Fe

e K, imobilização fisiológica de Mn e nodulação radicular, consequentemente reduzindo a fixação de N. (HUBER, 2007). O Manganês possui papel importante na fotossíntese, por ser um metaloproteína, enzima que atua na quebra da molécula de água no fotossistema II (FS II), além disso, o Mn participa no transporte dos elétrons liberados pela quebra da água transferindo ao FS II, também na desintoxicação radicais de oxigênio e atuar como cofator na biossíntese de metabolitos secundários. A deficiência do nutriente ocorre nas folhas mais velhas primeiramente, com sintomas de clorose (KIRKBY, 2007). Em contra partida, em solos mais ácidos, com pH 5, as aplicações de Manganês associadas com o herbicida glyphosate não apresentam diferenças estatísticas, provavelmente devido ao alto teor de Mn existente no solo, sendo suficiente para um teor adequado na folha. No entanto, com a aplicação proporcionou maior número de vagens por planta (PEROZIN, 2018).

No quesito massa de mil grãos, o tratamento T9 com mistura dos fertilizantes F1+F2, resultou no aumento de 3,5%, já no T8 apresentado diferença estatística devido ao estádio de aplicação, ocorreu uma redução de 3% comparada com T1. Araujo (2018) relata que a aplicação de manganês via foliar proporcionou melhor rendimento no peso de mil sementes e consequentemente obteve melhor produção final, quando comparada com a testemunha.

Nos tratamentos T3, T4, T5 e T6, reduziu em média de 10%. O tratamento com maior perda foi em T2 aplicado apenas o herbicida no estádio V2, reduzindo cerca de 21,5%. De acordo com Albrecht (2011), compreende-se que a elevação da dosagem do herbicida influencia negativamente no número de vagens por planta e na composição química das sementes diminuindo de forma linear o teor de proteína e de óleo dos grãos, correlacionando com a diminuição da produtividade.

No controle das plantas invasoras, o uso de herbicidas em plantas transgênicas é essencial, para evitar competições por espaço, luz, água e nutrientes, porém o uso inadequado tornou as plantas invasoras resistentes, sendo necessário o uso de dosagens altas. Como observado nos tratamentos T2 e T3, a alta dosagem do glyphosate, com aplicação isolada, acarretam em fitotoxidade e consequentemente na redução de altura, número de vagens por planta, massa de mil grãos e produção. O trabalho feito por Zobiole et al. (2011) corrobora com o trabalho realizado, cujas plantas expostas a alta concentração do herbicida, imobilizaram os cátions de Mg e Mn, diminuindo o teor de clorofila, resultando em menor altura e menor produção de biomassa seca na parte aérea e da raiz. Como pode-se observar, a associação dos fertilizantes F1+F2 obteve os melhores resultados, diminuiu a fitotoxidade, obtendo resultados estatisticamente semelhantes a testemunha T8. Já no tratamento T9, obteve-se valores superiores ao T1, devido aos fertilizantes e ao estádio no qual foi realizado

a aplicação, resultando em maior número de vagens por plantas, massa de mil grãos e produção. Isso nos permite inferir que além da preocupação com a fitotoxicidade causada pelo herbicida, e o uso de fertilizantes para suprir essas perdas, a época em que deve ser aplicado faz toda a diferença nos resultados finais de produção. Trazendo ao agricultor uma maior segurança quanto ao uso correto de herbicidas em lavouras de soja.

4 CONCLUSÃO

O uso do herbicida isolado e em alta dosagem influencia no desenvolvimento da planta, afetando processos fisiológicos como altura, número de nós, vagens e até a produtividade da cultura da soja.

A aplicação do herbicida, associada a fertilizantes foliares (Co-Mo + Mn), mostrou melhores resultados como em T9, reduziu consideravelmente a fitotoxidade. Além disso, a época de aplicação no estádio V5, apresentou resultados superiores em número de vagens por planta, massa de mil grãos e produção.

REFERÊNCIAS

ALBRECHT, L. P. et al. Desempenho da soja roundup ready sob aplicação de glyphosate em diferentes estádios. **Planta daninha**, v. 29, p. 585-590, 2011.

ANTONIO P. R. COMPETIÇÃO E CONTROLE DAS PLANTAS DANINHAS EM ÁREAS AGRÍCOLAS. **UNESP/CAMPUS JABOTICABAL**, v. 4, n.12 ,1987.

ARAUJO, G. L. **Adubação foliar de manganês na cultura da soja no cerrado maranhense**. Orientador: Prof. Dr. Gregori da Encarnação Ferrão. 2018. TCC (Graduação) – Curso de agronomia, Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, 2018. 31 p.

CÂMARA, G. M. S. Fixação biológica de nitrogênio em soja. **Informações agronômicas**, n. 147, p. 1-9, 2014.

COMIRAN, A. G. et al. **Aplicação de cobalto e molibdênio na cultura da soja**.orientador: Prof. Cassiano Spaziani Pereira 2019. 38p. TCC (Graduação) – Curso de Agronomia, Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Sinop

CONAB (Companhia Brasileira de Abastecimento). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos – quinto levantamento, safra 2021/22**. Disponível em: < https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos >. Acesso em: 4 mar. 2022

EMBRAPA, MAPA de solos do estado do Paraná. Geoinfo, 5 nov. 2020. Disponível em: http://geoinfo.cnps.embrapa.br/layers/geonode%3Aparana_solos_20201105. Acesso em: 15 mar. 2022.

FENNER, A. et al. Aplicação de manganês em soja geneticamente modificada submetida a doses de glyphosate. **Revista Brasileira de Herbicidas**. v.11, n.3 p322-331, 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**, 45., 2000, São Carlos. Anais... São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258;

GELAIN, E. et al. Fixação biológica de nitrogênio e teores foliares de nutrientes na soja em função de doses de molibdênio e gesso agrícola. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 2, p. 259-269, 2011.

GORDON, B. Adubação com manganês em soja convencional e soja resistente ao glyphosate. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, v. 117, p. 6, 2007a.

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

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro. Londrina: **Embrapa Soja**. p. 37, 2014.

HUBER, D.M. What about glyphosate-induced manganese deficiency? **Fluid Journal**, v. 15, n. 4, p. 20-22, 2007

KIRKBY, E. A.; RÖMHELD, V. Micronutrientes na fisiologia de plantas: funções, absorção e mobilidade. **Informações agronômicas**, v. 118, n. 2, p. 1-24, 2007.

KRUSE, N. D.; TREZZI M. M. Vidal R. A. HERBICIDAS INIBIDORES DA EPSPS: REVISÃO DE LITERATURA. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 1, n.2, p. 139-146, 2000.

PIROLLA M. L.; BENTO R. M. **O BRASIL E A SOJA: SUA HISTÓRIA E AS IMPLICAÇÕES NA ECONOMIA BRASILEIRA**. Orientador: Prof.a Ms ELAINE MORAIS FERREIRA. 2008. 44 p. TCC (Graduação) - Curso de Administração, Centro Universitário Eurípides de Marília – UNIVEM.

MALTY, J. S.; SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S. Efeitos do glifosato sobre microrganismos simbiotróficos de soja, em meio de cultura e casa de vegetação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 285-291, 2006.

MELHORANÇA F. 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.

MENDES, I. C.; HUNGRIA, M.; VARGAS, M. A. T. **Resposta da soja a adubacao nitrogenada na semeadura, em sistemas de plantio direto e convencional na regiao do cerrado**. Planatina: Embrapa Cerrados, 2000. 15p. (Embrapa Cerrados. Boletim de pesquisa, 12)

OLIVEIRA JR., R.S. et al. Influência do Glyphosate sobre a nodulação e o crescimento de cultivares de soja resistente ao Glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 26, n. 4, p. 831-843, 6 jun. 2008.

OLIVEIRA, R. L. **Efeitos do aporte nutricional de manganês via foliar em soja transgênica manejada com glifosato.** Orientador: Prof. Dr. Luidi Eric Guimarães Antunes 2020. 12p. Monografia (Pós Graduação) Curso de Especialização em Produção Vegetal, Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, 2020.

PAULINO, L. L. G. et al. Aplicação de doses de glifosato em diferentes estádios fenológicos da cultura da soja. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, p. 22, 2020.

PEROZIN, A. C. et al. EFEITO DO GLIFOSATO E MANGANÊS (Mn) NA CULTURA DA SOJA [GLYCINE MAX L. MERRILL]: NUTRIÇÃO DE PLANTA E CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS. **Nucleus**, Ituverava, v. 15, n. 2, p. 279-290, out. 2018. (Doutorado) – curso de agronomia, Faculdade de Engenharia – UNESP,2018.

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. Aminomethylphosphonic Acid, a Metabolite of Glyphosate, Causes Injury in Glyphosate-Treated, Glyphosate-Resistant Soybean. **J. Agric. Food Chem**, v. 52, n. 16, p. 5139-5143, 2004.

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

SILVIA M. S. et al. Composição Química e Valor Protéico do Resíduo de Soja em Relação ao Grão de Soja. **Ciênc. Tecnol. Aliment**, Goiânia (GO), p. 571-576, v. 26, n.3, 2006.

SILVA M. C. C., BRAUN H. COELHO F.S. MANEJO E CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA BATATA. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v. 1, n.1, p. 60-67, 2011.

ZADINELLO, R. et al. Influência da aplicação de Glifosato na produtividade da soja. **Acta Iguazu**, v. 1, n. 4, p. 1-8, 2012.

ZOBIOLE L.H.S. et al. USO DE AMINOÁCIDO EXÓGENO NA PREVENÇÃO DE INJÚRIAS CAUSADAS POR GLYPHOSATE NA SOJA RR. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 28, n.3, p. 643-653, 2010a.

ZOBIOLE, L. H. S. et al. Nutrient accumulation and photosynthesis in glyphosate-resistant soybeans is reduced under glyphosate use. **Journal of Plant Nutrition**, v. 33, n. 12, p. 1860-1873, 2010b.

ZOBIOLE, L.H.S. et al. PREVENÇÃO DE INJÚRIAS CAUSADAS POR GLYPHOSATE EM SOJA RR POR MEIO DO USO DE AMINOÁCIDO. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 29, n. 1, p. 195-205, 2011.