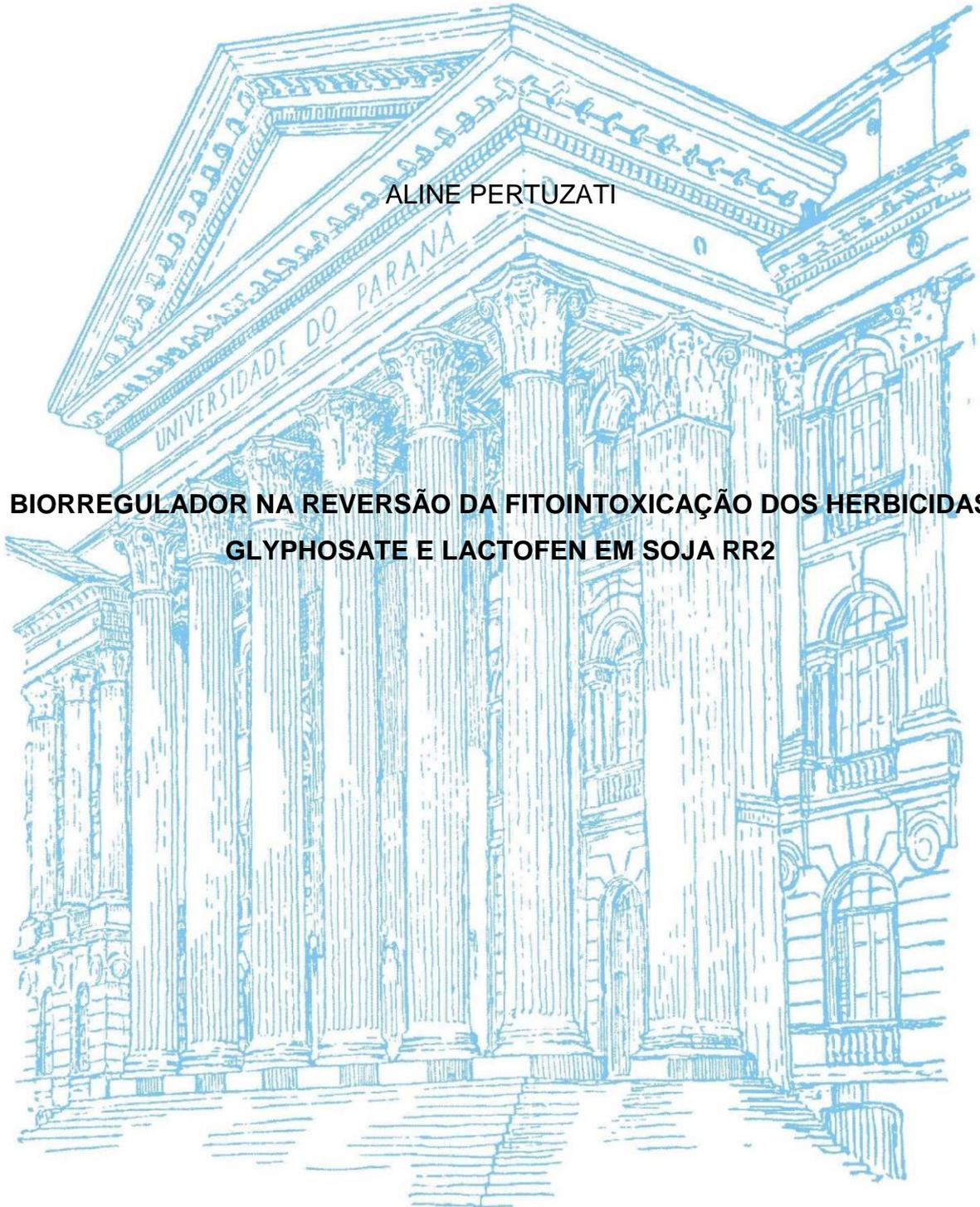


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ – SETOR PALOTINA

ALINE PERTUZATI

**BIORREGULADOR NA REVERSÃO DA FITOINTOXICAÇÃO DOS HERBICIDAS  
GLYPHOSATE E LACTOFEN EM SOJA RR2**



PALOTINA

2017

ALINE PERTUZATI

**BIORREGULADOR NA REVERSÃO DA FITOINTOXICAÇÃO DOS HERBICIDAS  
GLYPHOSATE E LACTOFEN EM SOJA RR2**

Trabalho apresentado como requisito  
parcial à obtenção do grau de Engenheiro  
Agrônomo da Universidade Federal do  
Paraná – Setor Palotina.

Orientador: Prof. Dr. Leandro Paiola Albrecht.

PALOTINA

2017

# TERMO DE APROVAÇÃO

ALINE PERTUZATI

BIORREGULADOR NA REVERSÃO DA FITOTOXICIDADE DOS  
HERBICIDAS GLYPHOSATE E LACTOFEN EM SOJA RR2

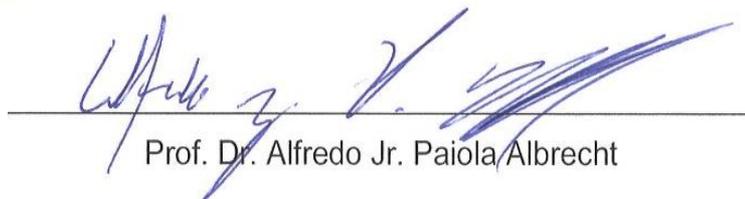
Trabalho de conclusão de curso aprovado como requisito parcial para obtenção  
do grau de Bacharel em Agronomia pela Universidade Federal do Paraná.

BANCA EXAMINADORA



---

Prof. Dr. Leandro Paiola Albrecht  
Presidente da Banca



---

Prof. Dr. Alfredo Jr. Paiola Albrecht



---

Dr. Valéria F. Moscardini

**Aos meus pais e avós, que foram grandes incentivadores e que sempre acreditaram nos meus sonhos.**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus pela oportunidade de estar aqui hoje junto a amigos e família, e por iluminar meu caminho ao longo desta caminhada.

Agradeço imensamente a minha família, pelo apoio e incentivo aos meus sonhos. Agradeço a minha mãe que me ajudou nas horas difíceis, por ser meu exemplo de dedicação e perseverança. Ao meu pai que me inspirou para que eu seguisse essa carreira e que me fortaleceu.

Também agradeço aos meus professores Leandro Paiola Albrecht, Alfredo Jr. Paiola Albrecht e Laercio Pivetta pela orientação, exemplo e dedicação em ensinar e serem inspiração para minha carreira profissional.

Não posso esquecer de agradecer aos meus amigos da vida palotinese, que me apoiaram, sorriram e choraram comigo, e que quero ter sempre em minha vida, obrigada por todos os dias Gabriela Gayoso, Cintia Koeche, Luisa Baccin, Cristian Zanfrilli, Gabriela Abdalla, Bruna Zuffo, Fabio Zambiasi, Tamara Mundt, Leticia Marion, Kaina Cardoso, José Mendes, Eduardo Fontana, Eduardo Frigo e a todos amigos que de alguma forma estiveram ao meu lado durante esse período.

Agradeço também a família SUPRA que me acolheu e que ao longo da universidade não só me deu um rumo a seguir mas também me ensinou valores como amizade, trabalho em grupo, dedicação e comprometimento que levarei para minha vida.

Agradeço a todo o corpo docente do curso de agronomia que se esforçaram ao máximo para repassar seus conhecimentos. E por fim agradeço a minha turma que me acolheu e da qual levarei boas lembranças

**“Eu acredito demais na sorte. E tenho constatado que,  
Quanto mais duro eu trabalho, mais sorte eu tenho”**

***Thomas Jefferson***

## RESUMO

No cultivo da soja RR2 as plantas daninhas constituem um grande problema, sendo seu principal controle realizado por produtos químicos, com destaque no herbicida glyphosate. Em face a ocorrência de estresse na soja devido ao efeito fitotóxico de herbicidas, tem-se desenvolvido alternativas que possibilitem amenizar ou reverter o nível de dano nas plantas, como biorreguladores vegetal. Deste modo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a reversão do efeito fitotóxico em soja RR2 com o uso de biorregulador, causado pela aplicação pós-emergente dos herbicidas glyphosate e lactofen. Desta forma, foi realizado um experimento em casa de vegetação na Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina, durante os meses de março a maio de 2016. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições e 12 tratamentos utilizando os herbicidas glyphosate e lactofen associados com doses de biorregulador. A cultivar utilizada foi Monsoy 6210 Intacta RR2 IPRO. Foram avaliados índice de clorofila total e fitotoxidade aos 3, 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação; massa fresca e seca de raiz, parte aérea, nódulos; e número de nódulos. Para o experimento foi realizada análise de variância e aplicado o teste de agrupamento Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade. Com os resultados obtidos observou-se plantas de soja que apresentam melhor desenvolvimento da planta na raiz quando utilizado o biorregulador na dose recomendada para reverter os efeitos de fitointoxicação do herbicida glyphosate e na dose de 750 mL para o herbicida lactofen.

Palavras-Chave: *Glycine max*, Herbicidas, Recuperação, Transgênico.

## ABSTRACT

Weeds are a major problem when cultivating RR2 soybean, the main control is through chemicals with emphasis on the herbicide glyphosate. Soybean might suffer from stress due to the phytotoxic effect from herbicides. Alternatives such as bioregulators for plants have been developed to diminish or revert the damages levels on them. Thus, the aim of this work is to evaluate the phytotoxic effect on RR2 soybean caused by post-emergence application either of the herbicides glyphosate and lactofen, isolated or in association, with doses of bioregulator. Therefore, an experiment was conducted on a greenhouse at Universidad Federal do Paraná – campus Palotina during March and May of 2016. The completely randomized design was assigned, with four replications and 12 treatments involving the herbicides glyphosate and lactofen associated with doses of a bioregulator. The Monsoy 6210 Intact RR2 IPRO cultivar was selected. In this trail, a number of variables related to the plant performance were evaluated, including: total level of chlorophyll and phytotoxicity at 3, 7, 14, 21 and 28 days after application; dry and fresh root mass, canopy, nodules; and number of nodules. For this experiment, it was performed variance analysis and the Scott-Knott's test at the significance level of 5% probability. With the results obtained, we observed soybean plants that present a better development of the plant in the root when using the bioregulator in the dose recommended reversing the phytotoxic effects of the herbicide glyphosate and in the dose of 750 mL for the herbicide lactofen.

Key words: *Glycine max*, herbicides, recovery, transgenic.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1.** Percentual de fitotoxicidade da cultivar MS 6210 Intacta RR2 Pro submetida a aplicação de biorregulador (Stimulate®), glyphosate (2160 g e.a. ha<sup>-1</sup>) e lactofen (180 g i.a.ha<sup>-1</sup>). .....20
- Figura 2.** Massa de matéria seca de parte aérea de soja RR2 em estágio R3 após aplicações de biorregulador (Stimulate®), glyphosate (2160 g e.a. ha<sup>-1</sup>) e lactofen (180 g i.a.ha<sup>-1</sup>). .....24
- Figura 3.** Massa de matéria seca de raiz de soja RR2 em estágio R3 após aplicações de biorregulador (Stimulate®), glyphosate (2160 g e.a. ha<sup>-1</sup>) e lactofen (180 g i.a.ha<sup>-1</sup>). .....25

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Análise química do solo utilizado para enchimento dos vasos utilizados no experimento.....	16
<b>Tabela 2.</b> Tratamentos e doses de biorregulador utilizadas em associação com glyphosate e lactofen. ....	17
<b>Tabela3.</b> Índices de clorofila total em soja RR2 após a aplicação de biorregulador (Stimulate®), glyphosate (2160 g e.a. ha <sup>-1</sup> ) e lactofen (180.g i.a.ha <sup>-1</sup> ). ....	21
<b>Tabela 4.</b> Massa de matéria fresca de raiz, parte aérea e nódulos; massa de matéria seca de nódulos e número de nódulos de soja RR2 em estágio R3 após aplicação de biorregulador (Stimulate®), glyphosate (2160 g e.a. ha <sup>-1</sup> ) e lactofen (180 g i.a.ha <sup>-1</sup> ).....	23

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	12
2. OBJETIVOS .....	15
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	19
5. CONCLUSÃO.....	27
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	28

## 1. INTRODUÇÃO

A soja é uma cultura de grande valor econômico no cenário agrícola brasileiro. No estado do Paraná na safra 2016/2017, com 77% da área colhida, obteve uma produtividade em torno de 3.548 Kg ha<sup>-1</sup> com uma área consolidada em 5.249,6 mil hectares (CONAB, 2017). O Brasil ocupando o segundo lugar de utilização de cultivos transgênicos atingiu uma área de aproximadamente 42,2 milhões de hectares em 2014, e desse total 5,2 milhões de hectares ocupados com soja tolerante ao glyphosate e resistente a insetos (ISAAA, 2015).

As plantas geneticamente modificadas foram criadas com o intuito de facilitar o manejo de plantas daninhas, diminuir o número de aplicações de defensivos e melhorar o controle de insetos. Tal tecnologia vem ganhando espaço no mundo e no Brasil, promovendo desta forma o aumento da produção (MONQUEIRO et al, 2001).

Após a liberação oficial do cultivo da soja RR em 2005, ocorreram uma série de mudanças no sistema de produção e no manejo da cultura em geral, principalmente no controle de plantas daninhas, que substituiu o uso de diversos produtos por um único ingrediente ativo: o glyphosate (GAZZIERO et al, 2005). Esse herbicida torna mais simples o controle de plantas daninhas por apresentar um amplo espectro de ação; ser de fácil aplicação; não possuir efeito residual no solo e ser um produto economicamente viável (SILVA et al, 2009).

A soja RR (Roundup Ready) foi obtida pela introdução do gene marcador de seleção juntamente com a região t-DNA, do gene correspondente à enzima 5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfato sintase (EPSPS), enzima da rota do ácido chiquímico, resistente ao glifosato (BOHM et al, 2010). O ácido chiquímico é substrato para a síntese dos aminoácidos fenilalanina, triptofano e tirosina, além de muitos metabólitos secundários. As plantas com a tecnologia RR não são afetadas pela aplicação do herbicida devido à ação dessa enzima alternativa que é insensível ao produto (CORREIA, 2013).

Produtores tem relatado o aparecimento de injúrias em soja RR após a aplicação do glyphosate. Isso se deve ao aumento das doses de glyphosate na soja transgênica que promove a redução na absorção de água entre outros efeitos secundários que podem prejudicar o desenvolvimento da cultura (ZOBIOLE et al, 2010b).

A ação da fitotoxicidade pode gerar diminuição da taxa fotossintética, acúmulo de nutrientes e biomassa seca da parte aérea e da raiz, redução do teor de clorofila, bem como o amarelecimento das folhas em soja RR, resultantes de aplicações de glyphosate (ZOBIOLE et al, 2010c). Segundo Krenchinski et al.(2017) doses altas de glyphosate promovem uma redução do nível de clorofila até 35 dias após a aplicação em Monsoy 6410 IPRO. Contudo a planta apresenta capacidade de restabelecer a produção normal de clorofila e parâmetros fotossintéticos após a aplicação do herbicida, bem como recuperação de lesões de intoxicação visual.

Fatores como estágio fenológico da cultura no momento da aplicação e dose aplicada influenciam sob os efeitos causados pelo herbicida (CAVALIERI et al, 2012). Segundo Albrecht et al. (2011a) a altura de soja RR pode ser afetada pelo efeito do glyphosate quando as aplicações são direcionadas fora do estágio indicado pelas recomendações técnica (EMBRAPA, 2008). Todavia, para qualidade fisiológica de sementes a aplicação de glyphosate a taxas elevadas pode afetar negativamente, sobretudo quando as doses variam de 1.440 a 2.880 g equivalentes de ácido por hectare, em soja CD2019 RR, durante o estágio de desenvolvimento vegetativo V6 e o estágio reprodutivo R2 da cultura (ALBRECHT et al, 2012e).

Ocorre outras possíveis consequências do uso de glyphosate em pós-emergência em soja RR, como alterações nutricionais dos níveis de Mn, N, Ca, Mg, Fe e Cu sob a aplicação do herbicida (HUBER, 2007; SANTOS et al, 2007; ZOBIOLE et al, 2010a). Plantas com problemas nutricionais podem apresentar menor acúmulo de biomassa e, por conseguinte, menor produtividade (ALBRECHT et al,2011b)

Segundo Warren e Hess (1990) os sintomas de fitotoxicidade caracterizam-se por necrose foliar iniciado quatro a seis horas após a aplicação em pós-emergente e sob presença de luz. Os sintomas primários são manchas escuras nas folhas, seguidas por necrose do tecido. Essa aparência evidencia a ocorrência de dano na membrana celular com perda das substâncias celulares para espaços intercelulares. As injúrias aparecem nas folhas já desenvolvidas no momento da aplicação, e podem se evidenciar na forma de cloroses, bronzeamentos, pontos ou tecidos necróticos, enrugamento dos trifólios (GAZZIERO e NEUMAIER, 1985; TAYLOR, 1985; KAPUSTA et al, 1986; WICHERT e TALBERT, 1993) ou enrugamento das bordas das folhas mais novas (TAYLOR, 1985).

Devido à intensa utilização do glyphosate no controle de plantas daninhas gerou-se uma pressão de seleção a plantas resistentes (ATEH e HARVERY, 1999).

Para o controle de tais plantas pode ser necessário o emprego de doses elevadas de glyphosate com aplicação sequencial ou, até mesmo o uso de associações de herbicidas para que haja um controle eficaz. Uma dessas associações recomendadas é a utilização de lactofen + glyphosate, tratando-se o primeiro de um herbicida com elevada eficiência no controle de latifoliadas incluindo-se plantas do gênero *Ipomeae*; entretanto esta associação tem causado fitotoxicidade a soja (RAMIRES, A.C et al., 2011). O lactofen quando comparado com outros herbicidas também recomendados para a cultura da soja, como por exemplo o fomesafen, tem se mostrado mais fitotóxico. Contudo as injúrias desaparecem durante o ciclo vegetativo e a produção de grãos não é afetada (RAMIRES, A.C et al., 2011).

Em face da ocorrência de estresse na soja devido ao efeito fitotóxico de herbicidas, tem-se desenvolvido alternativas que possibilitem amenizar ou reverter o nível de dano nas plantas, dentre eles encontram-se os biorreguladores vegetal que possuem ação promotora no desenvolvimento da planta.

Pesquisas realizadas por Ávila et al. (2008), Campos et al. (2008) e Campos et al. (2009) atestam a possibilidade do biorregulador Stimulate® alterar tanto o desempenho agrônômico quanto o potencial fisiológico das sementes evidenciando uma menor incidência de patógenos.

Plantas que possuem um balanço hormonal equilibrado possivelmente estarão crescendo adequadamente, tanto a parte aérea como sistema radicular, com bom desenvolvimento de suas estruturas vegetativas e reprodutivas, com seu aparato fotossintético apto a gerar fotoassimilados para incremento na fotossíntese líquida. Desta forma, permitindo maior acúmulo de biomassa e apresentar maior tolerância a estresses ambientais; estas plantas provavelmente irão gerar sementes com maior probabilidade de apresentar melhor qualidade fisiológica e sanitária (ALBRECHT et al,2010).

Segundo Albrecht et al. (2011b) o uso do biorregulador Stimulate® na cultura da soja pode ser recomendado visando elevação na produtividade, sendo o manejo do produto determinante na definição do número de vagens por planta. Entretanto deve-se atentar a dose e ao estágio de aplicação quando esta for via foliar uma vez que os resultados são mais responsivos no estágio vegetativo.

O uso do biorregulador Stimulate® possui ação fisiológica direta sobre a planta, direcionando ações anabólicas que permitem condições de maior acúmulo de proteínas em detrimento dos teores de óleo. Desta forma, o uso do borregulador em

dose adequada valoriza o produto final, caso seja considerada a composição química e níveis proteicos do grão (ALBRECHT et al, 2012b).

Portanto, o presente trabalho foi realizado com o propósito de avaliar as respostas de doses do biorregulador Stimulate® na reversão da fitotoxicidade de glyphosate e lactofen em soja RR2, a fim de complementar pesquisas realizadas sobre a ação do biorregulador testado na reversão dos efeitos fitotóxicos.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito fitotóxico em soja RR2, causado pela aplicação pós-emergente dos herbicidas glyphosate e lactofen associado ou não, com doses de biorregulador.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Avaliação visual da fitotoxicidade em soja RR2 aos 3,7,14,21 e 28 dias após aplicação de biorregulador e dos herbicidas glyphosate e lactofen.
- Avaliar níveis de clorofila aos 3, 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos;
- Avaliar a fitotoxicidade dos herbicidas no desenvolvimento vegetativo da planta (raiz e parte aérea) até o estágio R3;
- Testar doses do biorregulador Stimulate® como potencial redutor da fitotoxicidade causada pelos herbicidas glyphosate e lactofen em soja RR2.
- Aferir capacidade de recuperação da planta à fitotoxicidade causada pelos herbicidas.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

Para o presente trabalho foi realizado um experimento em casa de vegetação na Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina, com temperatura média de 25 °C, irrigação durante 1 hora no período da manhã e 1 hora durante o período da tarde, durante os meses de março a maio de 2016, para o qual foi utilizada a cultivar Monsoy 6210 Intacta RR2 IPRO. O ensaio foi conduzido em vasos de 5 litros, contendo solo coletado a uma profundidade de 0-20 cm. A análise de solo segue de acordo com a Tabela 1. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho eutrófico (EMBRAPA 2006).

**Tabela 1.** Análise química do solo utilizado para enchimento dos vasos utilizados no experimento.

Elementos	Quantidade
pH( CaCl <sub>2</sub> )	5,3
Saturação por alumínio (%)	0
Saturação por Bases (%)	68,72
Fósforo (mg.dm <sup>-3</sup> )	13,46
H+Al (Cmolc.dm <sup>-3</sup> )	4,61
Cálcio (Cmolc.dm <sup>-3</sup> )	7,26
Magnésio (Cmolc.dm <sup>-3</sup> )	2,40
Potássio (Cmolc.dm <sup>-3</sup> )	0,47
CTC (Cmolc.dm <sup>-3</sup> )	14,74

#### 3.2 TRATAMENTO E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental empregado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições (cada repetição em um vaso) e 12 tratamentos.

**Tabela 2.** Tratamentos e doses de biorregulador utilizadas em associação com glyphosate e lactofen.

Tratamentos	Doses
Testemunha	--
Biorregulador*	250
Glyphosate**	2160
Lactofen***	180
Glyphosate + Lactofen	2160 +180
Glyphosate + Biorregulador	2160 + 250
Glyphosate + Biorregulador	2160 + 500
Glyphosate + Biorregulador	2160 + 750
Lactofen + Biorregulador	180 + 250
Lactofen + Biorregulador	180 + 500
Lactofen + Biorregulador	180 + 750
Glyphosate + Lactofen + Biorregulador	2160 +180 + 250

\* Dose do Biorregulador Stimulate® em mL ha<sup>-1</sup> \*\* Dose de glyphosate em gramas de equivalente ácido (g e.a). ha<sup>-1</sup>. \*\*\* Dose de lactofen em gramas de ingrediente ativo (g i.a.) ha<sup>-1</sup>.

O Stimulate® é um biorregulador líquido da Stoller do Brasil Ltda., composto por três reguladores vegetais na seguinte concentração: 0,005% do ácido indolbutírico - IBA (análogo de auxina), 0,009% de cinetina (citocinina) e 0,005% de ácido giberélico - GA<sub>3</sub> (giberelina) (ALBRECHT et al, 2012b).

As aplicações foram realizadas no estádio V4 da soja; sendo utilizado para tal um pulverizador costal propelido a CO<sub>2</sub> com pressão constante de 2 BAR. A vazão do pulverizador foi de 0,65 L min.<sup>-1</sup>, equipado com lança contendo 6 bicos leque da série Teejet tipo XR 110 02, que trabalha a uma velocidade de 1 m segundo<sup>-1</sup>, atingindo uma faixa aplicada de 50 cm de largura por bico, propiciando um volume de calda de 150 L ha<sup>-1</sup>. A aplicação foi realizada com condições ideais de temperatura e umidade relativa do ar.

### 3.3 TRATOS CULTURAIS

As operações de controle fitossanitário seguiram as recomendações técnicas da região (EMBRAPA, 2013). Os vasos foram mantidos livre da presença de plantas daninhas, pragas e doenças durante o período do experimento.

### 3.3 VARIÁVEIS RESPOSTAS

As plantas foram cultivadas até o estágio R3 da cultura. As variáveis avaliadas foram: índice de clorofila total, através de clorofilômetro (marca: Falker®, modelo: ClorofiLog); massa seca e massa verde da parte aérea e raiz; peso e quantidade de nódulos; e nota visual de fitotoxicidade.

O índice de clorofila foi avaliado através de leituras no folíolo central do terceiro trifólio, considerando-se a contagem de baixo para cima, realizadas com o aparelho clorofilômetro ClorofiLog Falker®, sendo os dados coletados nos 3, 7, 14, 21, e 28 dias após a aplicação, e gerando dados de índice Falker para as clorofilas.

A massa de matéria fresca da raiz, parte aérea e nódulos foram coletadas, pesadas e anotado os valores. A massa de matéria seca da raiz, parte aérea e nódulos foram realizadas com o auxílio de estufas de esterilização e secagem (localizadas na UFPR- Setor Palotina), nas quais foram colocados os materiais frescos sob uma temperatura de 40°C durante 48 horas. O número de nódulos foram contados logo após a retirada dos nódulos da planta.

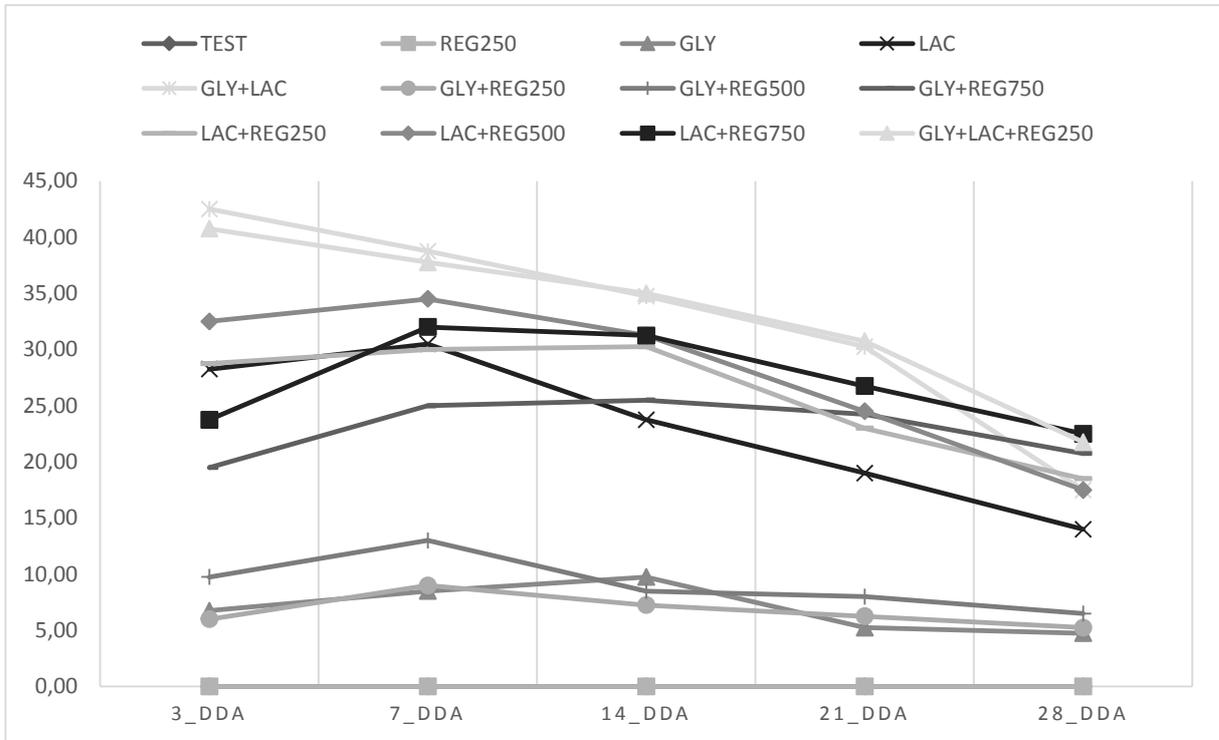
Realizou-se para avaliação dos efeitos dos tratamentos a análise visual, conforme descrito pela Sociedade Brasileira de Ciência das Plantas Daninhas (SBCPD, 1995). O percentual de fitotoxicidade foram realizadas aos dias 3, 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos herbicidas.

Foi realizada a análise de variância dos dados, e aplicado o teste de agrupamento de Scott Knott, ao nível de 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa SISVAR®.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a variável percentual visual de fitotoxidade foi possível verificar efeitos significativos, em que aos 3 e 7 dias após a aplicação foi o período em que as plantas obtiveram maior percentual de injúrias e cloroses visualmente. As maiores notas de fitotoxidade foram atribuídas para os tratamentos glyphosate + lactofen, glyphosate + lactofen + biorregulador a 250 mL, lactofen + biorregulador a 500 mL, lactofen e lactofen + biorregulador a 250 mL após os primeiros dias da aplicação (figura 1). Com o passar do tempo as notas de fitotoxidade obtiveram redução dos valores indicando uma possível recuperação da planta, nas quais os tratamentos com resultados de notas mais elevadas foram lactofen + biorregulador a 750 mL, glyphosate + lactofen + biorregulador a 250 mL, glyphosate + biorregulador a 750 mL, glyphosate + lactofen, lactofen e lactofen + biorregulador a 500 mL. Tais resultados analisados ao longo da condução da cultura, permitiram corroborar com a hipótese de que o biorregulador Stimulate® quando utilizado em doses maior do que a recomendada (250mL) pode causar uma disfunção ou desbalanço hormonal, não contribuindo na reversão ou atenuação dos efeitos fitotóxicos nas plantas (ALBRECHT et al., 2011b). Do mesmo modo que a dose de 250 mL do produto, quando comparada com os tratamentos isolados dos herbicidas não diferiram estatisticamente.

**Figura 1.** Percentual de fitotoxicidade da cultivar MS 6210 Intacta RR2 Pro submetida a aplicação de biorregulador (Stimulate®), glyphosate (2160 g e.a. ha<sup>-1</sup>) e lactofen (180 g i.a.ha<sup>-1</sup>).



Legenda: Reg – biorregulador (Stimulate®); gly - glyphosate; lac - lactofen.

A associação de glyphosate com lactofen na calda de pulverização potencializam o efeito fitotóxico do último, quando comparados com aplicações isoladas (CORREIA et al., 2008). Todavia, os sintomas podem ser ainda mais expressivos se as plantas forem expostas a qualquer tipo de estresse. Segundo Correia et al. (2008) isso se deve ao fato do lactofen estar na classe dos difeniléteres, inibidores da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX).

A enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX) converte o protoporfirinogênio-IX em protoporfirina-IX, a qual produz clorofila e citocromos a partir de reações com Mg e Fe, respectivamente (MATRINGE et al., 1989). Com a ação do herbicida ocorre a competição com a enzima PROTOX acarretando na inibição da produção de protoporfirina-IX e acumulando protoporfirinogênio no cloroplasto. Com isso o protoporfirinogênio-IX se difunde para o citoplasma onde é rapidamente convertido para protoporfirina IX, por uma enzima peroxidase que é insensível ao herbicida (JACOBS e JACOBS, 1993). A protoporfirina-IX é um composto fotodinâmico que nos primeiros dias após a aplicação origina oxigênio singlete (MEROTTO JUNIOR e VIDAL, 2001), radical livre altamente radioativo que provoca a

peroxidação dos lipídios das membranas (BECERRIL e DUKE, 1989), desestruturando-as e acelerando o processo de aparecimento dos sintomas típicos como clorose e necrose dos tecidos, pela redução do teor de clorofila.

Notou-se que para o teor de clorofila (Tabela 3) houve diferença estatística entre tratamentos devido à redução do teor de clorofila aos 7 e 14 dias após a aplicação. Tal resultado deve-se possivelmente pelos sintomas de fitotoxicidade dos herbicidas terem sido principalmente cloroses nas folhas. Entretanto, notou-se que aos 21 e 28 a clorofila se manteve estável para ambos os tratamentos, indicando recuperação pela planta.

**Tabela3.** Índices de clorofila total em soja RR2 após a aplicação de biorregulador (Stimulate®), glyphosate (2160 g e.a. ha<sup>-1</sup>) e lactofen (180.g i.a.ha<sup>-1</sup>).

TRATAMENTOS	3 DAA	7 DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA
Testemunha	28,33 A	30,76 B	31,17 B	29,47 A	35,32 A
Reg 250	27,45 A	31,32 B	31,88 B	33,12 A	35,90 A
Gly	25,25 A	28,22 A	31,70 B	29,17 A	35,62 A
Lac	28,96 A	29,56 B	32,36 B	35,77 A	36,87 A
Gly + Lac	26,62 A	27,68 A	27,70 A	30,76 A	36,42 A
Gly + Reg250	26,56 A	25,81 A	29,47 A	30,86 A	31,83 A
Gly + Reg500	23,60 A	27,78 A	27,62 A	30,71 A	35,76 A
Gly + Reg750	28,85 A	29,07 B	29,20 A	30,38 A	34,83 A
Lac + Reg250	29,46 A	30,25 B	31,98 B	32,76 A	34,96 A
Lac + Reg500	27,15 A	31,35 B	34,43 B	34,00 A	35,12 A
Lac + Reg750	26,62 A	30,70 B	32,33 B	32,27 A	35,73 A
Gly+Lac+Reg250	29,88 A	26,62 A	27,06 A	31,87 A	35,00 A
P Value	0,15	0,05	0,0001	0,25	0,49
CV (%)	10,69	8,94	6,65	10,59	7,20
Média Geral	27,39	29,09	30,57	31,76	35,28

Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de agrupamento de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ). Reg – biorregulador (Stimulate®); gly - glyphosate; lac - lactofen. DAA – dias após a aplicação.

Conforme Zobiolo et al. (2010a), plantas de soja que passaram pela aplicação pós-emergente do herbicida glyphosate possuem menor concentração de clorofila, que provavelmente ocorre devido ao menor teor de nutrientes, especialmente ao Mn e Mg, que atuam na produção e funcionalidade da clorofila.

Autores como Reddy et al. (2003); França et al. (2010) e Zobiolo et al. (2010a), descrevem o efeito do glyphosate na redução da síntese de clorofila em plantas, através da inibição da porfirina, predecessor do ácido aminolevulínico ou pela redução no teor de nutrientes relacionados a síntese da clorofila.

Para as variáveis massa fresca de raiz, massa fresca de parte aérea, massa fresca e seca de nódulos (Tabela 4), observou-se diferenças estatísticas. A variável massa fresca da parte aérea apresentou significativa diminuição para os tratamentos glyphosate + lactofen + biorregulador e glyphosate + lactofen. Tal resultado possivelmente se deve ao fato destes tratamentos apresentarem maiores injúrias nas folha.

Para a variável massa de matéria fresca de raiz observou-se maior acumulo de massa para a testemunha, biorregulador isolado, glyphosate isolado, glyphosate + biorregulador a  $250 \text{ mL.ha}^{-1}$  e lactofen + biorregulador a  $750 \text{ mL.ha}^{-1}$ . Os resultados obtidos de massa fresca e seca de nódulos mostram maior peso para os tratamentos glyphosate, lactofen e biorregulador, ambos isolados. Para a variável número de nódulos não houve diferença significativa. De acordo com Alonso (2008) os sintomas fitotóxicos do glyphosate podem se manifestar de forma perceptível através do amarelecimento das folhas superiores, ou através de danos não perceptíveis como na redução da atividade e números de nódulos fixadores de nitrogênio.

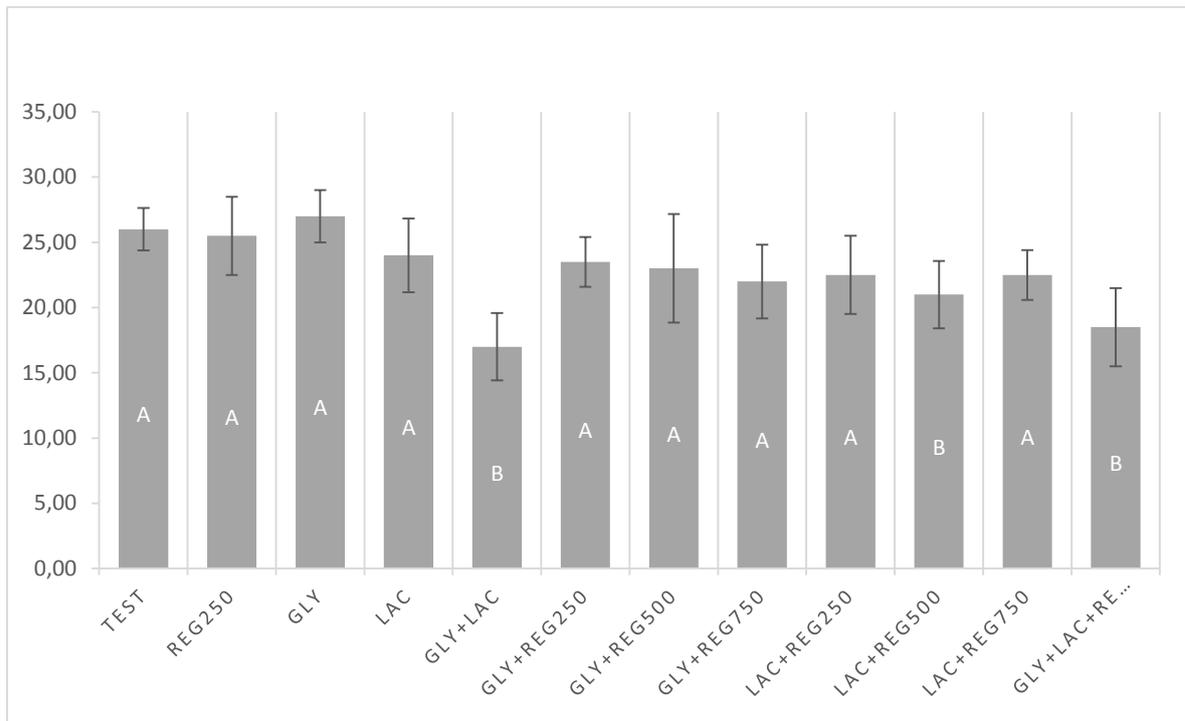
**Tabela 4.** Massa de matéria fresca de raiz, parte aérea e nódulos; massa de matéria seca de nódulos e número de nódulos de soja RR2 em estágio R3 após aplicação de biorregulador (Stimulate®), glyphosate (2160 g e.a. ha<sup>-1</sup>) e lactofen (180 g i.a.ha<sup>-1</sup>).

TRATAMENTOS	MASSA FRESCA RAIZ	MASSA FRESCA AEREA	MASSA FRESCA NÓDULOS	MASSA SECA NÓDULOS	NÚMERO DE NÓDULOS
Testemunha	3,80 B	95,00 C	2,11 A	0,65 A	132,75 A
Reg 250	3,08 B	92,00 C	2,84 B	0,75 A	124,25 A
Gly	2,95 B	99,50 C	3,88 B	1,03 B	186,00 A
Lac	2,07 A	76,50 B	2,77 B	1,04 B	140,00 A
Gly + Lac	1,98 A	64,00 A	1,34 A	0,33 A	106,00 A
Gly + Reg250	4,12 B	84,50 B	2,32 A	0,72 A	170,00 A
Gly + Reg500	2,73 A	84,50 B	2,45 A	0,63 A	131,00 A
Gly + Reg750	1,65 A	79,50 B	1,75 A	0,58 A	135,25 A
Lac + Reg250	2,13 A	83,50 B	1,61 A	0,41 A	94,00 A
Lac + Reg500	1,90 A	76,00 B	1,54 A	0,54 A	116,75 A
Lac + Reg750	4,09 B	80,50 B	2,23 A	0,68 A	140,50 A
Gly+Lac+Reg250	1,54 A	59,50 A	1,86 A	0,30 A	112,75 A
P Value	0,0011	0,0000	0,0041	0,0011	0,5324
CV (%)	35,99	11,27	35,39	37,73	40,53
Média Geral	2,67	81,25	2,22	0,64	132,43

Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Scott Knott ( $p \leq 0,05$ ). Reg – biorregulador (Stimulate®); gly - glyphosate; lac - lactofen.

A variável massa de matéria seca de parte aérea, apresentou significativa redução de massa para os tratamentos glyphosate + lactofen, lactofen + bio regulador a 500 mL e glyphosate + lactofen + biorregulador a 250 mL (Figura 2). A redução provavelmente se deve ao fato dos tratamentos citados anteriormente serem mais agressivos e terem causado uma maior redução de área foliar fotossintética, devido às injúrias causadas pela combinação de herbicidas ou pela combinação do herbicida lactofen com uma dose alta de biorregulador.

**Figura 2.** Massa de matéria seca de parte aérea de soja RR2 em estágio R3 após aplicações de biorregulador (Stimulate®), glyphosate (2160 g e.a. ha<sup>-1</sup>) e lactofen (180 g i.a.ha<sup>-1</sup>).



Legenda: Reg – biorregulador (Stimulate®); gly – glyphosate; lac- lactofen. Barras +/- Desvio padrão.

Segundo Serra et al. (2011) a planta sofre um estresse fisiológico logo após a aplicação de glyphosate, que mesmo se recuperando posteriormente, provoca menor produção de massa seca de parte aérea. Foram observadas injúrias também em trabalhos realizados por Bellaloui et al. (2006), entretanto os sintomas persistiram ao longo do ciclo da planta. Conforme Reddy e Zablotowicz (2003), as injúrias podem não ser causadas pelo herbicida em si, mas pelo sal presente em sua formulação comercial.

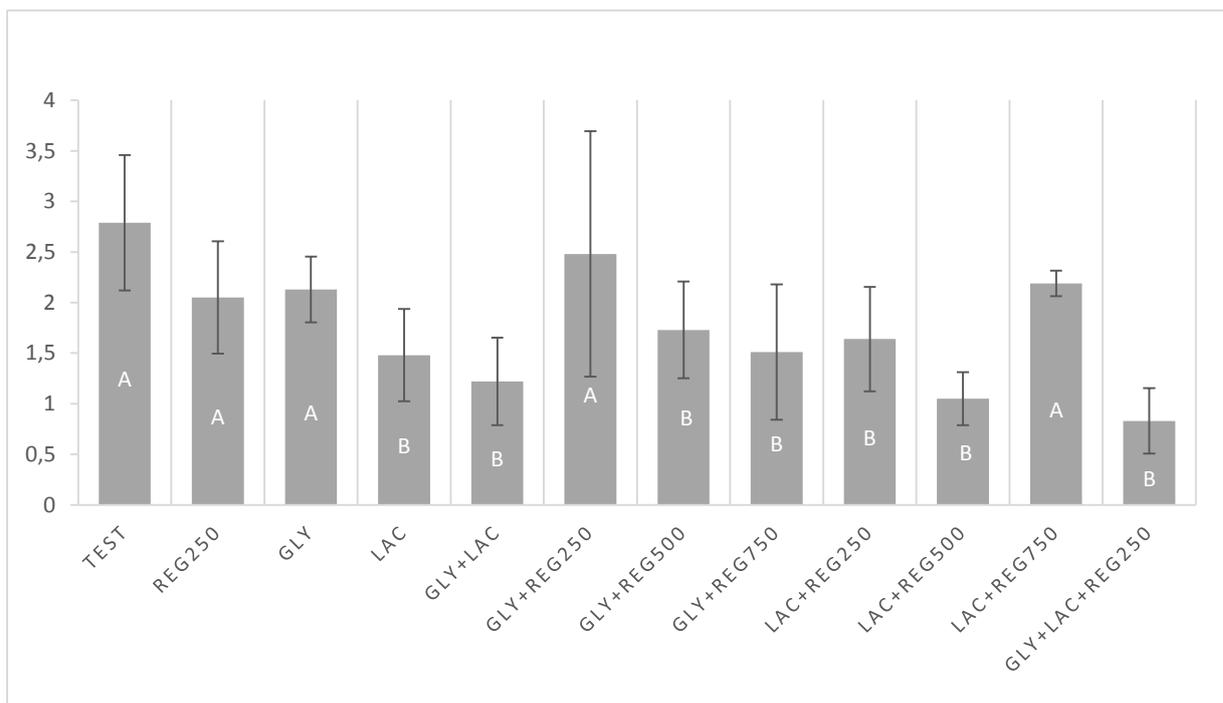
Uma das hipóteses para a redução na massa de matéria seca da parte aérea seria pelo método de degradação do herbicida dentro da planta, que repercute na formação do ácido aminometilfosfônico (AMPA), que é um subproduto fitotóxico da degradação do glyphosate (REDDY, 2004). A formação de AMPA depende do genótipo da planta, das condições ambientais e da dose de glyphosate utilizada (ZABLOTOWICZ e REDDY et al., 2007).

Zobiole et al. (2010b) também observaram tal efeito na massa de matéria seca de parte aérea em trabalhos que visavam avaliar a influência do glyphosate em soja RR submetidas a uma dose de glyphosate de 1,2 kg i.a. ha<sup>-1</sup>, aplicada no estágio V4.

A diminuição foi atribuída ao limitado período de tempo que a cultivar 'BRS 242 RR' teve para se recuperar, uma vez que pertence ao grupo de maturação precoce. Os efeitos negativos no acúmulo de biomassa decorrem de uma possível diminuição da taxa fotossintética e redução na concentração de nutrientes na parte aérea (ZOBIOLE et al., 2010d). Do mesmo modo, o uso de glyphosate em diferentes doses - 1.680 g a.e. ha<sup>-1</sup> em Reddy et al. (2004) e 6.300 g a.e. ha<sup>-1</sup> em King et al. (2001) – gerou redução na biomassa da parte aérea e de raiz de soja RR. Tais resultados corroboram com trabalhos realizados por Bott et al. (2008) que relataram significativa redução de biomassa e a alongação da raiz após aplicação de glyphosate em soja RR.

Para a variável massa de matéria seca da raiz também observou-se diferenças estatísticas, em que os tratamentos testemunha, biorregulador isolado, glyphosate isolado, glyphosate + biorregulador a 250 mL e lactofen + biorregulador a 750 mL, apresentaram maior peso. Demonstrando desse modo que para a massa seca de raiz o biorregulador na dose de 250 mL para glyphosate e na dose de 750 mL para lactofen, auxiliou na diminuição dos efeitos causados pelos respectivos herbicidas (Figura 3)

**Figura 3.** Massa de matéria seca de raiz de soja RR2 em estágio R3 após aplicações de biorregulador (Stimulate®), glyphosate (2160 g e.a. ha<sup>-1</sup>) e lactofen (180 g i.a.ha<sup>-1</sup>).



Legenda: Reg – biorregulador (Stimulate®); gly - glyphosate; lac - lactofen. Barras +/- Desvio padrão

De acordo com Feng et al. (1999); Hetherington et al. (1999) o glyphosate é rapidamente translocado para os tecidos mais jovens de crescimento de raízes e tecidos onde podem acumular em concentrações milimolares, após a aplicação foliar.

Outro trabalho realizado durante 2 anos por Zablotowicz e Reddy (2007), observaram que no primeiro ano houve redução da biomassa de raízes de soja RR com aplicação de glyphosate a dose de 2,52 kg i.a. ha<sup>-1</sup>; contudo no segundo ano constatou-se condições mais favoráveis as plantas que se recuperaram desse efeito negativo. Tal recuperação pode ser explicado pelas reservas nitrogenadas nas raízes contribuírem na reposição desse nitrogênio nas folhas após os sintomas de injúrias ocasionados pelas aplicações de glyphosate (LEMAIRE et al., 1992).

Infere-se que o uso do biorregulador avaliado é passível de ser recomendado para o uso na sojicultura, visando reverter os efeitos fitotóxicos causados pelos herbicidas glyphosate e lactofen. No entanto, doses elevadas do produto tendem a causar desbalanço hormonal, não contribuindo na atenuação dos efeitos fitotóxicos. Ocorre a necessidade de novas pesquisas e resultados para preencher lacunas da pesquisa que permitam posicionamentos mais seguros.

## 5. Conclusão

O uso do biorregulador na cultura da soja promove aumento de biomassa de raiz quando associado ao herbicida glyphosate ( $2160 \text{ g e.a.ha}^{-1}$ ) na dose recomendada comercialmente ( $250 \text{ mL.ha}^{-1}$ ) e ao herbicida lactofen ( $180 \text{ g i.a.ha}^{-1}$ ) sob a dose  $750 \text{ mL ha}^{-1}$ . De forma geral, a cultura da soja demonstrou capacidade de reversão dos efeitos de fitointoxicação causados pelos herbicidas glyphosate e lactofen.

## 6. Referências Bibliográficas

- ALBRECHT, L.P.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; ÁVILA, M.R.; ALBRECHT, A.J.P.; BARBOSA, M.C. Qualidade das sementes de soja produzidas sob manejo com biorregulador. **Revista brasileira de sementes**. Londrina, v. 32, n. 4, p. 39-48, 2010a.
- ALBRECHT, L.P.; BARBOSA, A.P.; SILVA, A.F.M.; MENDES, M.A.; MARASCHI-SILVA, L.M.; ALBRECHT, A.J.P. Desempenho da soja roundup ready sob aplicação de glyphosate em diferentes estádios. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, n. 3, v. 29, p. 585-590, 2011b.
- ALBRECHT, L.P.; BRACCINI, A.L. ; SCAPIM, C.A.; ÁVILA, M.R.; ALBRECHT, A.J.P.; RICCI, T.T. Manejo de biorregulador nos componentes de produção e desempenho das plantas de soja. **Bioscience journal**, Uberlândia-MG, v. 27, n. 6, 2011c.
- ALBRECHT, L.P.; BARBOSA, A.P.; SILVA, A.F.M.; MENDES, M.A.; ALBRECHT, A.J.P.; ÁVILA, M.R. RR soybean seed quality after application of glyphosate in different stages of crop development. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 34, n. 3, p. 373-381, 2012d.
- ALBRECHT, L.P.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; ÁVILA, M.R.; ALBRECHT, A.J.P.; Biorregulador na composição química e na produtividade de grãos de soja. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, CE, v. 43, n. 4, p. 774-782, 2012e.
- ALONSO, D.G. Seletividade de glyphosate isolado ou em mistura para soja RR. 2008. 72p. **Dissertação (Mestrado na área de agronomia)** – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2008.
- ATEH, C.A.; HARVEY, R.G. Annual weed control by glyphosate in glyphosateresistant soybean (*Glycine max*). **Weed Technology**, Champaign v. 13, n. 2, p. 394-398, 1999.
- ÁVILA, M.R.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; ALBRECHT, L.P.; TONIN, T.A.; STÜLP, M. Bioregulator application, agronomic efficiency, and quality of soybean seeds. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 65, n. 6, p. 567-691, 2008.
- BECERRIL, J.M.; DUKE, S.O.; Acifluorfen effects on intermediates of chlorophyll synthesis in green cucumber cotyledon tissues, **Pestic Biochem Physiol**. Gipuzkoa, v. 35, n.2 p. 1181-1187. 1989.
- BELLALOUÏ N, REDDY KN, ZABLOTOWICZ RM e MENGISTU A. Simulated glyphosate drift influences nitrate assimilation and nitrogen fixation in non-glyphosate-resistant soybean. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. Mississipi, p. 3357-3364, 2006.
- BOHM, G.M.B.; ROMBALDI, C.V. Transformação genética e aplicação de glifosato na microbiota do solo, fixação biológica de nitrogênio, qualidade e segurança de grãos de soja geneticamente modificada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 1, p. 213-221, jan. 2010.

BOTT, S.; TESFAMARIAM, T.; CAKMAK, I.; ROMHELD, V.; NEUMANN, G. Glyphosate-induced impairment of plant growth and micronutrient status in glyphosate-resistant soybean (*Glycine max* L.). **Plant Soil**, v. 312, n. 1, p. 185-194, 2008

CAMPOS, M.F.; ONO, E.O.; BOARO, C.S.F.; RODRIGUES, J.D. Análise de crescimento em plantas de soja tratadas com substâncias reguladoras. **Revista Biotemas**, Florianópolis, v.21, n.3, p.53-63, 2008.

CAMPOS, M.F.; ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D. Desenvolvimento da parte aérea de plantas de soja em função de reguladores vegetais. **Revista Ceres**, Viçosa, v.56, n.1, p. 74-79, 2009.

CAVALIERI, S.D., VELINI, E.D., SILVA, F.M.L, JOSÉ, A.R. e ANDRADE, G.J.M. Acúmulo de nutrientes e matéria seca na parte aérea de dois Cultivares de soja RR sob efeito de formulações de glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 30, n. 2, p.349-358, 2012.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: Grãos: Safra 2016/2017, Sétimo Levantamento**, Abril de 2017. Brasília, 2017. 104p. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17\\_04\\_17\\_17\\_20\\_55\\_boletim\\_graos\\_abr\\_2017.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_04_17_17_20_55_boletim_graos_abr_2017.pdf). Acesso em: 06 Maio. 2017.

CORREIA, A.M.P. Desempenho de soja transgênica ao glifosato e seu efeito na nodulação e produtividade da cultura. 2013. 63p. **Dissertação ( Mestrado em agronomia)** – Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados 2013.

CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C.; LEITE, G. J. Seletividade da soja transgênica tolerante ao glyphosate e eficácia de controle de *Commelina benghalensis* com herbicidas aplicados isolados e em misturas. **Bragantia**, v. 67, n. 3, p. 663-671, 2008.

EMBRAPA. **Tecnologias de Produção de Soja - Região Central do Brasil 2014**, Londrina, Pr, 2013. Disponível em: >file:///C:/Users/ACER/Downloads/SP-16-online.pdf<. Acesso em: 06 Maio.2017.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja** – região central do Brasil – 2008. Londrina: Embrapa Soja; Embrapa Cerrados; Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. 280 p. (Sistemas de Produção, 12).

EMBRAPA. **Sistema de classificação dos solos**. Embrapa solos, 2º ed. Rio de Janeiro, 2006.

FENG, P. C. C; PRATLEY, J. E; BOHN, J. A. Resistance to glyphosate in *Lolium rigidum*. II. Uptake, translocation and metabolism. **Weed Science**, Lawrence, v. 47, n. 4, p. 412-415, 1999.

FRANÇA, A.C.; FREITAS, M.A.M.; D'ANTONINO, L.; FIALHO, C.M.T.; SILVA, A.A.; REIS, M.R.; RONCHI, C.P. Teores de nutrientes em cultivares de café arábica submetidos à deriva de glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 28, n. 4, p. 877-885, 2010.

GAZZIERO, D.L.P.; NEUMAIER, N. **Sintomas e diagnose de fitotoxidade na cultura da soja**. Londrina: EMBRAPA/ CNPSo, 1985. 56 p.

GAZZIERO, D.L.P.; VARGAS, L.; ROMAN, E. S. Manejo e controle de plantas daninhas na cultura da soja. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, p. 595-635, 2004.

HETHERINGTON, P. R.; REYNOLDS, T. L.; MARSHALL, G.; KIRKWOOD, R. C. The absorption, translocation and distribution of the herbicide glyphosate in maize expressing the CP-4 transgene. **Journal of Experimental Botany**, Lancaster, v. 50, p. 1567-1576, 1999.

HUBER, D.M. What about glyphosate-induced manganese deficiency. **Fluid Journal**, p.20-22, 2007 <<http://www.agweb.com/assets/import/files/58P20-22.pdf>> Acesso: 05 de maio de 2017.

ISAAA. **Report on global status of Biotech/GM crops**. Disponível em: <<http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/43/pptslides/default.asp>>. Acesso em: 05 de maio de 2017.

JACOBS, J.M.; JACOBS, N.J. Porphyrin accumulation and export by isolated barley (*Hordeum vulgare*) plastids. **Plant Physiology**, Amsterdam 101: 1181-1187, 1993.

KAPUSTA, S.; JACKSON, L.A.; MASON, D.S. yield response of weedfree soybeans (*Glycine max*) to injury from postemergence broadleaf herbicides. **Weed Science**, Lawrence, n. 34, p. 304-307, 1986.

KING, C.A.; PURCELL, L.C.; VORIES, E.D. Plant growth and nitrogenase activity of glyphosate-tolerant soybean in response to foliar glyphosate applications. **Agronomy Journal**, Champaign, v. 93, n. 1, p. 176-186, 2001.

KRENCHINSKI, F.H.; ALBRECHT, L.P.; ALBRECHT, A.J.P.; CESCO, V. J.S.; RODRIGUES, D.M.; PORTZ, R.L.; ZOBIOLE, H. Glyphosate affects chlorophyll, photosynthesis and water use of four Intacta RR2 soybean cultivars. **Acta Physiologiae Plantarum**, Poland, v. 39, n. 2, p. 1-13, 2017.

LEMAIRE, G.; KHAITY, M.; ONILLON, B.; ALLIRAND, J. M.; CHARTIER, M.; GOSSE, G. Dynamics of accumulation and 30ucerne30ng of N in leaves, stems and roots of 30ucerne (*Medicago sativa* L.) in dense canopy. **Annals of Botany**, London, v. 70, n. 1, p. 429-435, 1992.

MATRINGE, M.; CAMADRO, J.M; LABBE, P.; SCALLA, R. Protoporphynogen oxidase as a molecular target for diphenyl ether herbicides. **BIOCHEMICAL JOURNAL**, p. 231-235. 1989.

MONQUERO, P. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; SANTOS, C. T. D. Glyphosate em mistura com herbicidas alternativos para o manejo de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 19, n. 3, p. 375-380, 2001.

RAMIRES, A.C.; CONSTANTIN, J.; JUNIOR, R.S.O; GUERRA, N.; ALONSO, D.G.; RAIMONDI, M.A.; Glyphosate associado a outros herbicidas no controle de *Commelina benghalensis* e *Spermacoce latifolia*: Ciências Agrárias. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 3, p.883-896, 26 abr. 2011. Semanal. Universidade Estadual de Londrina. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359>

REDDY, S.R.; Principles of crop production - growth regulators and growth analysis, ed.2, **Kalyani Publishers**, Ludhiana, India. 2004. Acessado em ><http://smithandfranklin.com/current-issues/Integration-of-Organic-Synthetic-Fertilizers-and-Micronutrients-for-Higher-Growth-and-Yield-of-Wheat/14/1/176/html#5hEw4lg8MrRgcwZO.99><.

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

SANTOS, J.B.; FERREIRA, E.A.; REIS, M.R.; SILVA, A.A.; FIALHO, C.M.T.; FREITA, M.A.M. Avaliação de formulações de glyphosate sobre soja Roundup Ready. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 165-171, 2007.

SERRA, A. P.; MARCHETTI, M. E.; CANDIDO, A. C. S.; DIAS, A. C. R.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Influência do glifosato na eficiência nutricional do nitrogênio, manganês, ferro, cobre e zinco em soja resistente ao glifosato. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 1, 2011.

SILVA, A.F.; CONCENÇO, G.; ASPIAZÚ, I.; FERREIRA, E.A.; GALON, L.; FREITAS, M.A.M.; SILVA, A.A. e FERREIRA, F.A. Período anterior à interferência na cultura da soja-RR em condições de baixa, média e alta infestação. **Planta daninha**, Viçosa-MG, v. 27, n. 1, p. 57-66, 2009.

TAYLOR, F.R. Today's herbicide: Cobra postemergence herbicide shows promise for procedures and PPG. **Weed today**, Lawrence, n. 16, p. 3, 1985.

VIDAL, R. A.; MEROTTO JR., A. Herbicidologia. **Evangraf**, Porto Alegre, 152 p. 2001.

WARREN, G.I., HESS, F.D. Diphenylethers and oxydiazon. In: **HERBICIDE action course**. West Lafayette: Purdue University, 1990. p.97-111.

WICHERTICHERT, R.A.; TALBERT, R.E.; Soybean [*Glycine max* (L)] response to lactofen. **Weed Science**, Lawrence, v. 41, p 23-27, 1993.

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

ZOBIOLE, L. H. S.; KREMER, R. J.; OLIVEIRA JR, R. S.; CONSTANTIN, J. Glyphosate affects photosynthesis in first and second generation of glyphosateresistant soybeans. **Plant Soil**, Crawley, v. 336, n. 1, p. 251-265, 2010a.

ZOBIOLE, L. H. S.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; KREMER, R.J.; CONSTANTIN,J.; YAMADA, T.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA JUNIOR, A. Effect of glyphosate on symbiotic N<sub>2</sub> fixation and nickel concentration in glyphosate-resistant soybeans. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 44, n. 2, p. 176-180, 2010b .

ZOBIOLE, L.H.S.; OLIVEIRA JUNIOR, R.S.; HUBER, D.M.; CONSTANTIN, J.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F.A.; OLIVEIRA JUNIOR, A. Glyphosate reduces shoot concentration of mineral nutrients in glyphosate resistant soybeans. **Plant and Soil**, Washington, v.328, n.1, p.57-69, 2010c.

ZOBIOLE, L. H. S.; OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J.; BIFFE, D. F.; KREMER, R. J. 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, 2010d.

ZOBIOLE, L.H.S.; OLIVEIRA JUNIOR, R.S.; KREMER, R.J.; CONSTANTIN, J.; YAMADA, T.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F.A.; OLIVEIRA JUNIOR, A. Effect of glyphosate on symbiotic N<sub>2</sub> fixation and nickel concentration in glyphosate-resistant soybeans. **Applied Soil Ecology**, v.44, n.2, p.176-180, 2010e.