

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE, UNICENTRO - PR**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA - PPGA**  
**MESTRADO**

**ASSOCIAÇÃO DE GLYPHOSATE E OUTROS HERBICIDAS COM ÁCIDO  
SALICÍLICO NA OCORRÊNCIA DE OÍDIO, NA ROTA DO ÁCIDO CHIQUIMICO  
E COMPORTAMENTO NA SOJA RR<sup>®</sup>**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**ANDRÉ AUGUSTO PAZINATO DA SILVA**

**GUARAPUAVA-PR**

**2016**

**ANDRÉ AUGUSTO PAZINATO DA SILVA**

**ASSOCIAÇÃO DE GLYPHOSATE E OUTROS HERBICIDAS COM ÁCIDO  
SALICÍLICO NA OCORRÊNCIA DE OÍDIO, NA ROTA DO ÁCIDO CHIQUIMICO  
E COMPORTAMENTO NA SOJA RR®**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

Aprovado em \_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Cleber Daniel de Goes Maciel  
Orientador

Prof. Dr. Caio Antônio Carbonari  
Co-orientador

GUARAPUAVA-PR

2016

Catálogo na Publicação  
Biblioteca Central da Unicentro, Campus Santa Cruz

S586a Silva, André Augusto Pazinato da  
Associação de glyphosate e outros herbicidas com ácido salicílico na ocorrência de oídio, na rota do ácido chiquimico e comportamento da soja RR / André Augusto Pazinato da Silva. -- Guarapuava, 2016.  
xiv, 91 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, 2016

Orientador: Cleber Daniel de Goes Maciel  
Coorientador: Caio Antônio Carbonari  
Banca examinadora: Cleber Daniel de Goes Maciel, Vitor Spader, Caio Antônio Carbonari, Sebastião Brasil Campos Lustosa

Bibliografia

1. Agronomia. 2. Produção vegetal. 3. *Glycine max*. 4. Fitointoxicação. 5. Mistura em tanque. 6. *Erysiphe difusa*. I. Título. II. Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

CDD 632.954


**André Augusto Pazinato da Silva**

**ASSOCIAÇÃO DE GLYPHOSATE E OUTROS HERBICIDAS COM ÁCIDO SALICÍLICO  
NA OCORRÊNCIA DE OÍDIO, NA ROTA DO ÁCIDO CHIQUIMICO E  
COMPORTAMENTO DA SOJA RR®**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 26 de fevereiro de 2016.

  
Prof. Dr. Cleber Daniel de Goes Maciel  
(UNICENTRO)

  
Dr. Vitor Spader  
(FAPA)

  
Prof. Dr. Caio Antônio Carbonari  
(FCA/UNESP)

  
Prof. Dr. Sebastião Brasil Campos Lustosa  
(UNICENTRO)

GUARAPUAVA-PR

2016

Aos meus pais Carmo e Ruth,  
por serem os melhores pais, amigos, conselheiros,  
e por estarem sempre ao meu lado, em todos os momentos dessa jornada.

**Dedico**

## AGRADECIMENTOS

À Deus, sobretudo.

Ao meu pai Carmo Gonçalves da Silva Sobrinho e minha mãe Ruth Terezinha Pazinato da Silva pelo amor, confiança, conselhos e apoio aos quais me fizeram chegar até aqui.

Ao Prof. Dr. Cleber Daniel de Goes Maciel, pela orientação, amizade, oportunidades, atenção e ensinamentos proporcionados para minha formação profissional.

À Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO - *Campus* CEDETEG, programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, pela oportunidade de realização do mestrado.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP/FCA), *Campus* de Botucatu, em especial aos profs. Dr. Edivaldo Domingues Velini e Dr. Caio Antônio Carbonari (co-orientador), pela parceria em viabilizar a utilização do laboratório, equipamentos e equipe no NuPAM (Núcleo de Pesquisa Aplicada à Matologia) para realização de uma etapa desta pesquisa.

Ao Prof. Dr. Antonio Mendes de Oliveira Neto e Profa. Dra. Naiara Guerra, pela indicação, confiança e parceria.

À CAPES, pela concessão do auxílio financeiro.

Ao amigo Eng. Agr. Ricardo André Kloster Karpinski, pela ajuda na realização deste estudo e demais trabalhos em conjunto, acima de tudo, amizade verdadeira.

Aos amigos da UNICENTRO/CEDETEG, João Igor de Souza, Carlos Rafael Brandalize, Ricardo Pivatto, Enlise Osco Helvig, Matheus Martins, Rhogerson Moreira e Augusto Kruger, pelos conhecimentos compartilhados, ajuda na condução deste e outros trabalhos, apoio e amizade.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal da UNICENTRO, pelo apoio e contribuição na minha formação profissional.

Aos funcionários de campo, Elias e Ângelo pelo apoio e suporte prestados.

À Lucília, secretária do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal da UNICENTRO, pela paciência e ajuda em muitos momentos.

À minha namorada Larissa de Carvalho por ser meu amor e amiga, por todos os momentos compartilhados, incentivo e também por me fazer feliz todos os dias.

À minha irmã, meus primos, minha tia Luzinéia, minha avó Luzia, minha avó Zilda (*in memoriam*), e a toda minha família em geral, que direta ou indiretamente contribuíram para a conclusão deste trabalho.

**Obrigado!**

## SUMÁRIO

<b>Lista de Figuras</b> .....	viii
<b>Lista de Tabelas</b> .....	ix
<b>Resumo</b> .....	x
<b>Abstract</b> .....	xii
<b>1. Introdução Geral</b> .....	1
<b>2. Objetivo(s)</b> .....	3
2.1. Objetivo Geral .....	3
2.2. Objetivos Específicos .....	3
<b>3. Referencial Teórico</b> .....	4
3.1. A cultura da Soja .....	4
3.1.1 A soja Roundup Ready (RR <sup>®</sup> ).....	5
3.2. O Controle químico de plantas daninhas na cultura da soja.....	6
3.2.1. Aplicação de herbicidas em pós-emergência na cultura da soja.....	7
3.3. Glyphosate.....	8
3.4 Lactofen.....	12
3.5 Chlorimuron-ethyl.....	12
3.6 Cloransulam-methyl.....	13
3.7 Bentazon.....	14
3.8. Interação herbicida x doenças.....	14
3.9. Oídio.....	15
3.10. Reguladores Vegetais.....	17
3.10.1 Ácido salicílico.....	18
<b>4. Referências bibliográficas</b> .....	19
<b>5. Capítulo I</b> .....	319
<b>Resumo</b> .....	34
<b>Abstract</b> .....	35
5.1. Introdução.....	36
5.2. Material e Métodos .....	38
5.3. Resultados e Discussão .....	42
5.4. Conclusões.....	56
5.5. Referências bibliográficas.....	57
<b>6. Capítulo II</b> .....	62
<b>Resumo</b> .....	62
<b>Abstract</b> .....	64
6.1. Introdução.....	66
6.2. Material e Métodos .....	67
6.3. Resultados e Discussão .....	64
6.4. Conclusões.....	87
6.5. Referências bibliográficas.....	87

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo 1.

**Figura 1.** Dados meteorológicos referentes ao período de desenvolvimento das avaliações na cultura da soja nas safras 2013/14 e 2014/15. Guarapuava - PR, 2015.....39

**Figura 2.** Ilustração da escala diagramática para severidade do oídio da soja (*Erysiphe diffusa*), utilizada como parâmetro de avaliação. Fonte: Mattiazzi (2003).....41

**Figura 3.** Ilustração da fitointoxicação nas cultivares BMX Apolo RR (exp.1) e BMX Vanguarda IPRO (exp.2) aos 7 DAA de lactofen e outros herbicidas isolados ou associados ao ácido salicílico. Guarapuava - PR, 2013/14 e 2014/15.....54

**Figura 4.** Ilustração da incidência de oídio da soja na cultivar BMX Apolo RR aos 7 DAA de lactofen e outros herbicidas isolados ou associados ao ácido salicílico. Guarapuava - PR, 2013/14.....55

**Figura 5.** Ilustração da incidência de oídio da soja na cultivar BMX Vanguarda IPRO aos 7 DAA de lactofen e outros herbicidas isolados ou associados ao ácido salicílico. Guarapuava - PR, 2014/15.....56

### Capítulo 2.

**Figura 1.** Dados meteorológicos referentes ao período de desenvolvimento das avaliações na cultura da soja nas safras 2013/14 e 2014/15. Guarapuava - PR, 2016.....68

**Figura 2.** Ilustração dos procedimentos de padronização das amostras para extração da matriz vegetal em folhas submetidas ou não a aplicação dos tratamentos, para posterior análise utilizado um sistema LC-MS/MS.....70

**Figura 3.** Ilustração do equipamento cromatógrafo líquido acoplado ao espectrômetro de massas (AB Sciex triple quad 4500), constituídos um sistema LC-MS/MS, utilizado na determinação simultânea de compostos relacionados a rota do ácido chiquímico, aminoácidos, herbicidas e ácido salicílico.....71



## LISTA DE TABELAS

### Capítulo 1

**Tabela 1.** Tratamentos estudados em soja RR, em relação a dinâmica da seletividade e performance sobre o controle de oídio, utilizando associações de herbicidas com ou sem ácido salicílico. UNICENTRO/UNESP – Guarapuava - PR, Safras 2013/14 e 2014/15.....39

**Tabela 2.** - Fitointoxicação (%) da soja BMX Apolo RR (exp.1) aos 7, 14, 21, 28, 35 e 50 dias após a aplicação (DAA) submetidas a aplicação em pós-emergência de lactofen e outros herbicidas isolados ou associados ao ácido salicílico. Guarapuava - PR, 2013/14.....49

**Tabela 3.** Fitointoxicação (%) da soja BMX Vanguarda IPRO (exp. 2) aos 7, 14, 21, 28, 35 e 50 dias após a aplicação (DAA) submetidas a aplicação em pós-emergência de lactofen e outros herbicidas isolados ou associados ao ácido salicílico. Guarapuava - PR, 2014/15.....49

**Tabela 4.** Teor de clorofila (SPAD) da soja BMX Apolo RR (exp.1) aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA) submetidas a aplicação em pós-emergência de lactofen e outros herbicidas isolados ou associados ao ácido salicílico. Guarapuava-PR, 2013/14.....50

**Tabela 5.** - Teor de clorofila (SPAD) da soja BMX Vanguarda IPRO (exp. 2) aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA) submetidas a aplicação em pós-emergência de lactofen e outros herbicidas isolados ou associados ao ácido salicílico. Guarapuava - PR, 2014/15.....50

**Tabela 6.** Altura (cm) da soja BMX Apolo RR (exp.1) aos 7, 14, 21, 35 e 50 dias após a aplicação (DAA) submetidas a aplicação em pós-emergência de lactofen e outros herbicidas isolados ou associados ao ácido salicílico. Guarapuava - PR, 2013/14.....51

**Tabela 7.** Altura (cm) da soja BMX Vanguarda IPRO (exp. 2) aos 7, 14, 21, 35 e 50 dias após a aplicação (DAA) submetidas a aplicação em pós-emergência de lactofen e outros herbicidas isolados ou associados ao ácido salicílico. Guarapuava - PR, 2014/15.....51

**Tabela 8.** Características número de vagens/planta (NVA), grãos/vagem (GVA), peso de 100 grãos (P100) e produtividade (PROD -  $\text{kg ha}^{-1}$ ) da soja BMX Apolo RR (exp.1) submetida a aplicação de lactofen e outros herbicidas isolados ou associados ao ácido salicílico. Guarapuava - PR, 2013/14.....52

**Tabela 9.** Características número de vagens/planta (NVA), grãos/vagem (GVA), peso de 100 grãos (P100) e produtividade (PROD -  $\text{kg ha}^{-1}$ ) da soja BMX Vanguarda IPRO (exp.2) submetida a aplicação de lactofen e outros herbicidas isolados ou associados ao ácido salicílico. Guarapuava - PR, 2014/15.....52

**Tabela 10.** Incidência, severidade, AACPD e controle da doença oídio na cultivar BMX Apolo RR (exp.1) aos 21, 28 e 35 dias após a aplicação (DAA) submetidas ao lactofen e outros herbicidas isolados ou associados ao ácido salicílico. Guarapuava - PR, 2013/14.....53

**Tabela 11.** Incidência, severidade, AACPD e controle da doença oídio na cultivar BMX Vanguarda IPRO (exp.2) aos 21, 28 e 35 dias após a aplicação (DAA) submetidas ao lactofen e outros herbicidas isolados ou associados ao ácido salicílico. Guarapuava - PR, 2014/15.....53

### Capítulo 2

**Tabela 1.** Tratamentos estudados em soja RR<sup>®</sup>, visando a extração, determinação e quantificação de compostos relacionadas a rota do ácido chiquímico, de aminoácidos de

cadeia aromática e ramificada, de herbicidas e do regulador vegetal ácido salicílico. UNICENTRO/UNESP - Guarapuava-PR, Safras 2013/14 e 2014/15.....	70
<b>Tabela 2.</b> Condições cromatográficas utilizadas para quantificação dos compostos no modo de ionização negativo. ....	72
<b>Tabela 3.</b> Curvas analíticas e faixas de concentração para cada composto analisado.....	72
<b>Tabela 4.</b> Massa molecular, íons secundários e tempo de retenção dos compostos analisados.....	73
<b>Tabela 5 -</b> Determinação da concentração ( $\eta\text{g/ g}$ ) de herbicidas, ácido salicílico (AS) e compostos da rota do ácido chiquímico (ácido aminometilfosfônico - AMPA, ácido chiquímico - AC, ácido quínico - AQ) em trifolios velhos (FV) e novos (FN) da soja BMX Apolo RR (exp. 1), respectivamente não submetidos e submetidos a aplicação em pós-emergência de associações de herbicidas com ácido salicílico. Guarapuava - PR, 2013/14....	79
<b>Tabela 6 -</b> Determinação da concentração ( $\eta\text{g/ g}$ ) de herbicidas, ácido salicílico (AS) e compostos da rota do ácido chiquímico (ácido aminometilfosfônico - AMPA, ácido chiquímico - AC, ácido quínico - AQ) em trifolios velhos (FV) e novos (FN) da soja BMX Vanguarda IPRO (exp. 2), respectivamente não submetidos e submetidos a aplicação em pós-emergência de associações de herbicidas com ácido salicílico. Guarapuava - PR, 2014/15....	80
<b>Tabela 7 -</b> Determinação da concentração ( $\mu\text{g/ g}$ ) de amonoácidos de cadeia ramificada e ciclica em trifolios velhos (FV) e novos (FN) da soja BMX Apolo RR (exp. 1), respectivamente não submetidos e submetidos a aplicação em pós-emergência de associações de herbicidas com ácido salicílico. Guarapuava - PR, 2014/15.....	85
<b>Tabela 8 -</b> Determinação da concentração ( $\eta\text{g/ g}$ ) de amonoácidos de cadeia ramificada e ciclica em trifolios velhos (FV) e novos (FN) da soja BMX Vanguarda IPRO (exp. 2), respectivamente não submetidos e submetidos a aplicação em pós-emergência de associações de herbicidas com ácido salicílico. Guarapuava - PR, 2014/15.....	86

## RESUMO

SILVA, André Augusto Pazinato da. **Associação de glyphosate e outros herbicidas com ácido salicílico na ocorrência de oídio, na rota do ácido chiquimico e comportamento na soja RR<sup>®</sup>**. Guarapuava: UNICENTRO, 2016. 91f. (Dissertação - Mestrado em Produção Vegetal)\*.

O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a associação de glyphosate e outros herbicidas com ácido salicílico na ocorrência de oídio, na rota do ácido chiquimico e comportamento na soja RR<sup>®</sup> na região de Guarapuava - PR. Dois experimentos foram conduzidos em campo na região de Guarapuava - PR e laboratórios na Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO e Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP/FCA), durante os anos agrícolas de 2013-14 e 2014-15. Os tratamentos foram em delineamento experimental de blocos ao acaso, com 16 tratamentos e cinco repetições. Nos experimentos utilizou-se como tratamentos (g i.a. ha<sup>-1</sup>): glyphosate (RR) (960), salicilato de sódio (AS) (256), lactofen (30; 60 e 120), RR + lactofen + AS (960 + 30 + 256; 960 + 60 + 256 e 960 + 120 + 256), RR + chlorimuron (960 + 12,5), RR + chlorimuron + AS (960 + 12,5 + 256), RR + cloransulan (960 + 30,2), RR + cloransulan + AS (960 + 30,2 + 256), RR + bentazon (960 + 480), RR + bentazon + AS (960 + 480 + 256) e uma testemunha sem aplicação. Nos trabalhos a campo os resultados indicam que as injúrias causadas pelas associações de glyphosate + lactofen + ácido salicílico foram superiores ao lactofen isolado, sendo o aumento da dose de lactofen responsável pelo aumento da intensidade dos efeitos de fitointoxicação nas cultivares BMX Apolo RR (exp. 1) e BMX Vanguarda IPRO (exp. 2). Glyphosate + chlorimuron e glyphosate + cloransulan, associados ao ácido salicílico, apresentaram menor efeito de fitointoxicação em relação a não adição de ácido salicílico na mistura em tanque na cultura da soja. Lactofen isolado e as associações de glyphosate + lactofen + ácido salicílico e os tratamentos envolvendo os herbicidas glyphosate associados com chlorimuron, cloransulam e bentazon, na presença ou ausência do ácido salicílico reduziram o teor de clorofila inicial das plantas de soja, assim como promoveu supressão de altura da cultura, com melhor desempenho para a cultivar BMX Apolo RR. Lactofen (120 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e RR + lactofen + AS (960 + 120 + 320 g i.a. ha<sup>-1</sup>) reduziram significativamente as características número de vagens por planta, grãos por vagens, peso de 100 sementes e produtividade, não apresentando viabilidade para utilização para as cultivares de soja estudadas. Todos os tratamentos estudados reduziram significativamente a incidência e severidade do oídio da soja, sendo uma opção complementar do manejo de doenças. De forma

geral, a aplicação dos tratamentos alterou a produção dos metabólitos da rota do ácido chiquímico, tanto nas folhas velhas quanto nas folhas novas (novas brotações). Em laboratório apenas foi possível detectar os herbicidas glyphosate e bentazon em folhas aplicadas e não aplicadas da cultura da soja RR<sup>®</sup>, indicando que os demais herbicidas apresentaram rápida metabolização ( $\leq 14$  dias). Os resultados indicam haver dependência direta da cultivar de soja RR<sup>®</sup> na dinâmica de translocação de glyphosate das folhas aplicadas para as não aplicadas, sendo esse efeito reduzido para a associação de glyphosate+lactofen+ácido salicílico. Os acréscimos de AS nas folhas das cultivares de soja RR<sup>®</sup> foram em relação a testemunha de 0,9 a 1,7 vezes maior quando submetidos a aplicações de glyphosate, lactofen, glyphosate + chlorimurrom, glyphosate + cloransulam e glyphosate + bentazon. As associações de glyphosate com lactofen e chlorimurrom, ambos com AS, favoreceram a metabolização de AMPA nas folhas de soja RR<sup>®</sup>. A aplicação de glyphosate e glyphosate + ácido salicílico causaram incrementos significativos na concentração de ácido chiquímico, assim como na síntese de aminoácidos de cadeia aromática e ramificada nas folhas de soja RR<sup>®</sup>, assim como decréscimos desses compostos quando utilizado lactofen e glyphosate + lactofen + ácido salicílico.

**Palavras-Chave:** *Glycine max*, fitointoxicação, mistura em tanque, *Erysiphe difusa*.

## ABSTRACT

SILVA, André Augusto Pazinato da. **Glyphosate + lactofen association and other herbicides with salicylic acid in soybean RR<sup>®</sup> vegetative suppression, on occurrence of oidium and compounds dynamic of shikimic acid route.** Guarapuava: UNICENTRO, 2016. 91f. (Dissertation - Master in Plant Production) <sup>1\*</sup>.

The research was performed with the objective of evaluating glyphosate + lactofen association and other herbicides with salicylic acid in occurrence of oidium, on the shikimic acid route and behavior of soybean RR<sup>TM</sup> crop in Guarapuava region, Parana State. Four experiments were conducted in field conditions at Guarapuava County and at laboratories belonging to Universidade Estadual do Centro-Oeste - (UNICENTRO) and Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP/FCA), during 2013-14 and 2013-15 agricultural years. Treatments were disposed in randomized complete blocks, with 16 treatments and five replications. In the experiments the following treatments were used (g i.a. ha<sup>-1</sup>): glyphosate (RR) (960), sodium salicylate (AS) (256), lactofen (30; 60 and 120), RR + lactofen + AS (960 + 30 + 256; 960 + 60 + 256 and 960 + 120 + 256), RR + chlorimuron (960 + 12,5), RR + chlorimuron + SS (960 + 12,5 + 256), RR + cloransulan (960 + 30,2), RR + cloransulan + AS (960 + 30,2 + 256), RR + bentazon (960 + 480), RR + bentazon + AS (960 + 480 + 256) and a check without application. In studies conducted in field conditions results indicate that injuries caused by glyphosate + lactofen + salicylic acid associations were superior than isolated lactofen, being the increased lactofen dose responsible for increasing the intensity of phytotoxic effects on BMX Apollo RR (exp. 1) and BMX Vanguarda IPRO cultivars (exp. 2). Glyphosate + chlorimuron and glyphosate + cloransulan, associated to salicylic acid, showed lower toxic effect on soybean crop about not adding salicylic acid in the tank mixture. Lactofen isolated and glyphosate + lactofen + salicylic acid and treatments involving glyphosate herbicide associated to chlorimuron, cloransulam and bentazon in the presence or absence of salicylic acid reduced soybean plants initial chlorophyll, as well as promoted suppression of crop height, with better performance for BMX Apolo RR cultivar. Lactofen (120 g ha<sup>-1</sup>) and RR + lactofen + AS (960 + 120 + 320 g ha<sup>-1</sup>) reduced significantly the following characteristics number of pods per plant, grains per pod, weight of a 100 seeds and grain yield, did not showing viability for using soybean studied cultivars. All studied treatments significantly reduced the incidence and severity of soybean oidium,

---

\* Adviser: Cleber Daniel de Goes Maciel - UNICENTRO-PR.

being a complementary option for diseases management. In general, treatments application alter the production of compounds metabolites of shikimic acid route, in both old leaves and in new leaves (new shoots). In laboratories conditions it was only possible to detect glyphosate and bentazon herbicides in applied and unapplied leaves of soybean RR<sup>®</sup> crop, indicating that other herbicides showed fast metabolism ( $\leq 14$  days). Results indicate occur direct dependency of soybean RR<sup>®</sup> cultivar in the dynamics of glyphosate translocation of leaves applied to the ones unapplied, with this effect reduced for the association of glyphosate + lactofen + salicylic acid. The additions of recovered SS in leaves of soybean RR<sup>®</sup> cultivars were about 0.9 to 1.7 times in relation to the check when submitted to applications of glyphosate, lactofen, glyphosate, glyphosate + chlorimurum + cloransulam and glyphosate + bentazon. Associations of glyphosate with lactofen and chlorimurum, both with SS, favored the metabolizing of AMPA in soybean leaves. The application of glyphosate and glyphosate + salicylic acid caused significant increments in shikimic acid concentration, as well as in the synthesis of chain aromatic amino acids and branched in soybean RR<sup>®</sup> leaves, as well as decreases of these compounds when used lactofen and glyphosate+lactofen+salicylic acid.

**Keywords:** *Glycine max*, phytotoxicity, tank mixture, *Erysiphe difusa*.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] possui grande interesse socio-econômico, sendo destaque entre as principais oleaginosas do mundo. A partir da liberação para o cultivo da soja RR<sup>®</sup> (Roundup Ready) no Brasil ocorreram profundas mudanças no manejo de controle de plantas daninhas nessa cultura, por apresentar seletividade ao herbicida glyphosate.

Com o intuito de evitar ao máximo a interferência das plantas daninhas é indispensável a utilização de herbicidas em lavouras de soja, mas é essencial conhecer adequadamente as situações, como identificação das espécies, levantamento da infestação, estágio de desenvolvimento e a seletividade da cultura, principalmente no caso de herbicidas latifolicidas.

O aumento da aplicação do herbicida glyphosate (inibidor da enzima EPSPs/5-enol-piruvil-shiquimato-3-fosfato sintase) tem levado à seleção de espécies de plantas daninhas tolerantes ou resistentes, e uma alternativa para diminuir a pressão de seleção é a alternância do mecanismo de ação dos herbicidas, ou mesmo, a associação de glyphosate com outros herbicidas, assim, ampliando a espectro de ação. Entre as alternativas de associação de herbicidas latifolicidas estão os princípios ativos chlorimuron, cloransulam, bentazon e lactofen, sendo o chlorimuron e cloransulam inibidores da enzima ALS, o bentazon inibidor do fotossistema II e o lactofen inibidor da enzima PROTOX.

Os herbicidas podem causar efeitos significativos nas plantas em relação as doenças, podendo ser de supressão ou aumento da incidência e severidade, ou seja, reduzindo ou aumentando a AACPD (área abaixo da curva de progresso da doença). A supressão da doença pode ocorrer por meio da ativação/aumento das fitoalexinas nas plantas, sendo que no caso da soja, a gliceolina, seria a fitoalexina responsável por deixar as plantas mais tolerantes aos fitopatógenos. Na literatura poucos trabalhos relacionam à interação herbicida-doença, e na grande maioria as doenças pesquisadas são de haste e raíz, e praticamente nada se encontra em relação a doenças foliares, principalmente se tratando de pesquisas em nível de campo, limitando-se os ensaios em laboratório (*in vitro*).

Entre as mais importantes doenças foliares na cultura da soja se destaca o oídio (*Erysiphe difusa* U. Braun & S. Takam), podendo provocar queda de até 40% da produtividade se não controlado. O patógeno forma colônias esbranquiçadas, desenvolvendo-

se em toda parte aérea da planta, como haste, pecíolo e vagem, porém é mais visível nas folhas, com isso, diminui a área foliar sadia, prejudicando a fotossíntese.

Um composto que pode induzir a expressão de genes de resistência em plantas é o ácido salicílico (AS), que está envolvido na ativação da resposta de defesa das plantas em condições de estresse, sobretudo os causados por patógenos. Portanto, esse regulador vegetal pode contribuir no controle ou até mesmo impedir que a doença se manifeste.

Em relação a rota do ácido chiquimico, é possível verificar em algumas pesquisas alterações no metabolismo das plantas após a aplicação de glyphosate. Assim, é possível ocorrer reduções nos níveis dos aminoácidos fenilalanina e tirosina na cultura da soja RR<sup>®</sup> e acúmulo de ácido chiquimico, fato que pode ocorrer devido à interrupção da rota metabólica do chiquimato. Mas ainda é pouco o que conhece sobre a interação de herbicidas esses efeitos no metabolismo, ainda mais se tratando de partes da planta que sofreram a aplicação dos herbicidas e as novas brotações, principalmente no que diz respeito a dinâmica de reguladores vegetais na plantas, tais como o ácido salicílico.



## **2. OBJETIVOS**

### **2.1.Geral**

Compreender a associação de glyphosate e outros herbicidas com e sem ácido salicílico na ocorrência de oídio, na rota do ácido chiquimico e comportamento na soja RR<sup>®</sup>, na região de Guarapuava/PR.

### **2.2.Específicos**

Avaliar a associação de glyphosate e outros herbicidas com e sem ácido salicílico na supressão vegetativa da soja RR<sup>®</sup>, identificando se traz ou não benefícios para as características agronômicas.

Constatar se associação de glyphosate e outros herbicidas com e sem ácido salicílico tem efeito na supressão do oídio e/ou na redução dos aspectos de fitointoxicação na cultura da soja RR<sup>®</sup>.

Avaliar se associação de glyphosate e outros herbicidas com e sem ácido salicílico tem efeito na dinâmica de compostos da rota do ácido chiquimico, assim como no próprio teor de ácido salicílico.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1. A cultura da soja

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill), sem dúvida, é destaque entre as principais oleaginosas do mundo, representando um dos maiores segmentos da atividade agrícola brasileira, sendo cultivada nos mais variados biomas do país. Essa importância se dá pela crescente demanda no mercado interno e externo em proteína e óleo de alta qualidade (EMBRAPA, 2011). A maior parte do grão é destinada às empresas esmagadoras, enquanto o consumo na forma *in natura* é estimado apenas em cerca de 6% (HIRAKURI e LAZZAROTTO, 2011).

Segundo Albrecht (2014), a soja é fonte proteica para a alimentação humana e animal, além de ser uma das principais oleaginosas, mostrando-se uma “commodity” bastante expressiva para o mercado. Entretanto, a competitividade da soja brasileira depende do mercado internacional, assim como do apoio governamental para minimizar as limitações de infraestrutura de transporte e das barreiras tarifárias e não tarifárias, que são utilizadas pelos países desenvolvidos para proteger suas economias (TECNOLOGIAS, 2013; FERREIRA et al., 2014).

A soja é uma espécie anual, herbácea, ereta, autógama, apresentando variabilidade entre as características morfológicas, podendo ainda ser influenciada pelo ambiente (SEDIYAMA, 2009). As cultivares que apresentam caules terminados por ráceros florais e, após o início do florescimento aumentam muito pouco em altura são classificadas como de hábito determinado. Enquanto as que não apresentam ráceros florais terminais e continuam desenvolvendo nós e alongando o caule até o final do florescimento são as de hábito indeterminados (MUNDSTOCK e THOMAS, 2005).

A safra brasileira 2013/14 foi de 86.120,8 milhões de toneladas, em uma área plantada de 30.173,1 mil hectares, onde a região Sul foi representada por 34,8% da área plantada no país, sendo o Paraná, o segundo maior estado produtor dessa oleaginosa (CONAB, 2014). Na safra 2014/15 a Companhia Nacional de Abastecimento registrou 96.203,5 mil toneladas em 31.940,3 mil hectares área plantada, o que representou 11,7% de aumento na produção em relação à safra anterior. A região Sul atingiu 3.067 kg ha<sup>-1</sup>, sendo que o estado do Paraná obteve aumento de 11,3% em produtividade em relação à safra passada (CONAB, 2015).

Para manter a produção de soja no patamar de altas produtividades é importante considerar alguns aspectos como o manejo integrado de doenças, considerando a utilização de

cultivares resistentes ao maior número possível de doenças, o tratamento de sementes com fungicidas, a realização de rotação de culturas e o monitoramento das lavouras (LAZZAROTTO e HIRAKURI, 2009). Em complemento, Rocha (2009) menciona que a cultivar deve apresentar alta produtividade, estabilidade de produção e ampla adaptabilidade aos mais variados ambientes na região onde é recomendada.

### **3.1.1. A soja Roundup Ready (RR<sup>®</sup>)**

A partir da necessidade de facilitar o controle de plantas daninhas e insetos, diminuindo o uso de produtos químicos, e da possibilidade de obtenção de plantas menos suscetíveis a condições de estresses, ocorreu o desenvolvimento de plantas transgênicas (MONQUEIRO, 2005). Nesse sentido, na década de 80 foi registrada pela Monsanto a primeira cultivar de soja transgênica (ANTONIOU et al., 2010), e foi também primeiramente comercializada no Brasil em 2003. A soja resistente ao herbicida glyphosate representa o principal cultivo de transgênicos (ISAAA, 2015). Portanto, a partir da inserção do gene que confere a resistência ao herbicida glyphosate na cultura da soja, aumentou consideravelmente a utilização desse herbicida (FIALHO et al., 2011).

A soja Roundup Ready (RR<sup>®</sup>) apresenta a enzima EPSPs (5-enol-piruvil-shiquimato-3-fosfato sintase) proveniente de *Agrobacterium* sp. (PADGETTE et al., 1995), que possui resistência ao herbicida glyphosate, assim, continua produzindo os aminoácidos essenciais ao seu crescimento e desenvolvimento, mesmo após a aplicação desse herbicida (PADGETTE et al., 1996; BRADSHAW et al., 1997).

Após a liberação do plantio de cultivares transgênicas, ocorreram profundas mudanças no sistema de manejo dessa cultura, uma vez que por ser seletiva ao herbicida glyphosate, apresentou uma série de vantagens, tais como o amplo espectro de ação do produto; não possuir efeito residual no solo; controle de espécies e biótipos tolerantes e/ou resistentes a outros mecanismos de ação; baixo custo e elevada eficiência (SILVA e SILVA, 2007).

A aceitação da tecnologia RR<sup>®</sup> foi extremamente rápida pelos agricultores. Um dos fatores determinantes dessa rápida aceitação está no fato do glyphosate ser eficiente no controle de plantas daninhas em estádios mais avançados de desenvolvimento, o que não ocorre com os demais herbicidas pós-emergentes recomendados para cultura da soja (RODRIGUES e ALMEIDA, 2011). Gazziero et al. (2006) mencionaram que a introdução da soja RR<sup>®</sup> gerou profundas modificações no controle químico de plantas daninhas.

A tolerância ao glyphosate por transgenia é uma das primeiras características a serem incorporadas com sucesso a culturas comerciais. O glyphosate representa em torno de 12 a 14% do mercado mundial de defensivos agrícolas, e 38 a 40% na participação do mercado dos herbicidas, recentemente apresentava taxa média de crescimento no mercado mundial próxima a 15% ao ano (VELINI et al., 2009; MONSANTO, 2011).

O grande crescimento de culturas transgênicas resistentes ao glyphosate é devido a esta tecnologia simplificar o processo de controle de plantas daninhas e apresentar baixo custo em relação às demais opções de controle (GIOLO, 2005; VALDES e ASH, 2004). É importante ressaltar que, mesmo com inserção do gene de resistência RR pode causar fitointoxicação sobre a planta (LUDWIG et al., 2010). Santos et al. (2007) avaliando o efeito de três formulações de glyphosate, observaram redução no número de folíolos e rendimento de grãos em soja RR.

A modernização tecnológica nacional e o desenvolvimento de novas tecnologias de cultivo da soja associado ao melhoramento genético são resultados da evolução da produção brasileira (ZANCOPÉ e NASSER, 2005). Neste contexto, as plantas transgênicas promovem um grande aumento da produção, tornando-se uma alternativa importante para a agricultura (ISAAA, 2015), que segundo Leitão et al. (2010) além de promoverem o aumento na eficiência produtiva, reduz custos e torna-se uma atividade mais competitiva e economicamente mais viável.

### **3.2. Controle químico de plantas daninhas na cultura da soja**

Entre as principais dificuldades encontradas no cultivo da cultura da soja está à ocorrência de plantas daninhas, que competem intensivamente com a cultura por água, luz, nutrientes e espaço físico, provocando prejuízos na faixa de 20 a 30% do custo total da lavoura (DEUBER, 1992), sendo o método mais utilizado para controlar as invasoras o uso de herbicidas (NETO et al., 2009).

O método de controle químico pode ser utilizado tanto no plantio convencional como no sistema de plantio direto, como uma alternativa cujas vantagens são praticidade, eficiência e rapidez das operações (DEUBER, 1997; CORREA e GAZZIERO, 2014). Segundo Carvalho et al. (2002) a utilização de capina manual torna-se incompatível com a tecnologia utilizada no sistema plantio direto, dependendo da utilização de herbicidas. Praticamente em todas as áreas de produção comercial utilizam-se herbicidas, ainda mais após a introdução da

soja RR, sendo criada mais uma opção para o controle de plantas daninhas em pós-emergência (VIDAL e MEROTTO JR., 2001).

Combinações de herbicidas são benéficas, pois requerem menor tempo de aplicação e custam menos comparadas a aplicações de cada herbicida individualmente, além de aumentarem o espectro de plantas daninhas controladas. Entretanto, pode causar fitointoxicação nas culturas, mesmo que estes isoladamente apresentem seletividade para a cultura (NORRIS; SHAW e SNIPES, 2001). Maciel et al. (2009) também ressaltaram a necessidade da associação de herbicidas juntamente com glyphosate para o manejo de espécies de plantas daninhas consideradas de difícil controle.

A base do sucesso do controle químico de plantas daninhas está na seletividade do produto herbicida na cultura, conceitualmente definida como a capacidade de um determinado herbicida em eliminar as plantas daninhas na cultura sem reduzir a produtividade e a qualidade do produto obtido (VELINI et al., 1992; OLIVEIRA Jr., 2001). Desta forma, entre os fatores que determinam a seletividade em relação ao produto está a dose do mesmo, a formulação e a localização espacial ou temporal do herbicida em relação à planta. Já em relação à planta está a sua idade, a cultivar, e a capacidade de translocação e metabolização do herbicida (OLIVEIRA JR., 2001).

### **3.2.1. Aplicação de herbicidas em pós-emergência na cultura da soja**

A absorção dos herbicidas aplicados em pós-emergência é limitada pela quantidade que atravessa a cutícula da folha, que é influenciada pelas condições ambientais, pela espécie daninha e as próprias características do herbicida (DEUBER, 1982; ROMAN et al., 2007). Werlang et al. (2003) afirmaram que após o herbicida atingir o alvo, ele está sujeito a escorrer, ser lixiviado por ocorrência de chuva, secar e formar substância amorfa, cristalizar após a evaporação do solvente, ou ainda, penetrar e ficar retido na cutícula, não sendo translocado. Desta forma, apesar do glyphosate apresentar amplo espectro de ação de plantas daninhas, o uso isolado deste herbicida em soja RR pode apresentar limitações (CORREIA; DURIGAN e ESPANHOL, 2011). Além de doses mais elevadas ou aplicação sequencial, algumas espécies pode requerer a adição de outros herbicidas para um controle eficaz (ATEH e HARVEY, 1999).

Os produtos herbicidas de pós-emergência são utilizados com sucesso no controle de plantas daninhas na cultura da soja (RIZZARDI e FLECK, 2004). Entre eles, os herbicidas

clorimurrom-etílico e cloransulan-metil se destacam entre as alternativas de herbicidas para entrar em mistura em tanque com o glyphosate, aumentando a eficiência e possuindo relativa atividade residual no solo (VALENTE e CAVAZZANA, 2000; ROMAN, 2002; CARVALHO et al., 2002). Procópio et al. (2007) relataram a importância da associação de glyphosate ao clorimuron-ethyl devido este último apresentar ação no solo, e assim realizar apenas uma única aplicação em pós-emergência na cultura da soja.

A vantagem da aplicação em pós-emergência está em permitir a identificação das espécies daninhas na área, assim aplicados onde houver real presença do mato (DEVLIN et al., 1991). Produtos utilizados em pós-emergência costumam causar fitotoxicidade na cultura da soja, principalmente os pertencentes a grupo dos inibidores da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX), dentre estes se destaca o lactofen. Isso tem causado preocupações aos agricultores quanto ao efeito visual, embora não existam dados de que isso afete significativamente a produção (EMBRAPA, 2000). Os sintomas de fitointoxicação aparecem nas folhas podendo manifestar-se em forma de cloroses, bronzeamentos, pontos ou tecidos necróticos, enrugamento dos trifólios (WICHERT e TALBERT, 1993) ou enrugamento da borda das folhas novas (TAYLOR, 1985). Segundo Vargas et al. (2004) os sintomas de fitointoxicação nas plantas variam de acordo com o mecanismo de ação de cada herbicida.

Segunda Barroso et al. (2008), é necessário o estudo da seletividade dos produtos e associações de herbicidas para evitar a fitointoxicação das plantas de interesse agrícola. Souza et al. (2002) constataram fitotoxicidade e redução de altura na cultura da soja submetida a aplicação de lactofen isolado e associado com bentazon e chlorimuron-ethyl, causando injúrias visíveis, as quais desaparecem até os 20 DAA (dias após aplicação). No entanto, os autores também mencionaram que a redução na altura pode persistir até os 40 DAA.

Em relação à seletividade dos herbicidas inibidores da enzima ALS (Aceto Lactato Sintase) em algumas culturas, como a soja, por exemplo, é baseada principalmente na habilidade das plantas em metabolizar o herbicida rapidamente em formas não-tóxicas (SWEESTER et al., 1982). Nelson et al. (2007) relataram que a seletividade varia em função da dose e época de aplicação do herbicida.

### **3.3. glyphosate**

O glyphosate é o herbicida mais utilizado no mundo para o controle de plantas daninhas anuais ou perenes em diversos sistemas de produção, sendo atualmente utilizado nas

mais diferentes culturas geneticamente modificadas resistentes ao glyphosate (BLACKSHAW e HARKER, 2002; DUKE e POWLES, 2009). Além disso, também é considerado um produto biologicamente seguro devido à baixa toxicidade e rápida degradação (CERDEIRA e DUKE, 2006). Esse herbicida apresenta como característica não ser seletivo, e atuar inibindo a enzima 5-enolpiruvilchiquimato 3-fosfato sintase (EPSPs), a qual participa na rota de biossíntese dos aminoácidos aromáticos fenilalanina, tirosina e triptofano (PLINE-SRNIC, 2006). Segundo Boudet et al. (1985), essa rota metabólica ainda é responsável pela formação dos compostos fenólicos, que podem representar até 35% da biomassa vegetal.

O glyphosate aplicado nas folhas penetra através da cutícula, seguindo a absorção pela rota simplástica e translocação no sentido fonte-dreno, com acúmulo nas raízes, pontos de crescimento e regiões meristemáticas, sendo que a duração desse processo é variável de acordo com a espécie e idade da planta, condições ambientais e concentração (CASELEY & COUPLAND, 1985; RUITNER e MEINEN, 1998; MONQUERO et al., 2004). Reduzindo o volume de aplicação e aumentando a concentração desse herbicida na calda de pulverização, normalmente sua absorção é aumentada (TOWNSON & BUTLER, 1990). A sua eficácia depende da retenção da molécula na superfície da folha, da penetração e translocação na planta até o sítio de ação, e inibição da EPSPs (KIRKWOOD e MCKAY, 1994).

Segundo Vargas (2003), os sintomas iniciais que ocorrem nas plantas não resistentes, incluem inibição do crescimento, amarelecimento dos meristemas e das folhas jovens que progride para necrose generalizada. As folhas das plantas ficam estriadas e/ou avermelhadas e apresentam um alongamento do limbo foliar. O período da aplicação até a morte da planta é de 4 a 20 dias. A aplicação de glyphosate está relacionada com a imobilização de nutrientes no solo e nas plantas (BERNARDS et al., 2005) e com o surgimento de doenças (JOHAL e HUBER, 2009; BOHM & ROMBALDI, 2010).

Em relação aos sintomas nas plantas de soja resistente ao glyphosate, pode-se ocorrer o amarelecimento das folhas após a aplicação, originando o sintoma denominado de “*yellow flashing*”. No entanto, o nível dos sintomas podem ser variáveis, dependendo da cultivar, dose, formulação de glyphosate e fatores ambientais (ZOBIOLE et al., 2010). Correia e Durigan (2010) observaram que uma única aplicação ou sequencial de glyphosate não reduziram a produtividade da cultura da soja nos cultivares CD 214 RR e M-SOY 8008 RR.

A molécula glyphosate quando encontrada disponível na solução do solo é degradada rapidamente pelos microorganismos a ácido aminometilfosfônico (AMPA) e CO<sub>2</sub>

(REGITANO, 2009), ao contrário das plantas onde o AMPA é minimamente metabolizado (DUKE, 1988). Segundo Cox (1998), o AMPA é mais persistente no solo do que o glyphosate, pois a sua degradação é mais lenta. Entretanto, embora o AMPA seja considerado menos ativo do que o glyphosate nas plantas, pode ser fitotóxico a algumas espécies (HOAGLAND, 1980; FRANZ et al., 1997).

Duke et al. (2003) encontraram o AMPA como metabólito principal em sementes de soja resistentes ao glyphosate tratadas com o herbicida. Arregui et al. (2003) detectaram em folhas e sementes de soja resistente ao glyphosate resíduos de AMPA, tratada com o herbicida na dose recomendada, indicando o metabolismo do glyphosate na soja RR<sup>®</sup>. Portanto, após a aplicação de glyphosate em soja RR<sup>®</sup>, também é detectado AMPA, sugerindo que a glyphosate oxidoreductase (GOX) ou um tipo de enzima semelhante, catalise esta conversão (REDDY et al., 2008). Reddy et al. (2004) relataram que a soja transgênica e a convencional são igualmente sensíveis ao AMPA, e que algumas leguminosas são mais tolerantes do que outras, sendo que o baixo nível de tolerância pode ser devido a diferença na atividade da GOX, com rápida detoxificação do glyphosate.

Velini et al. (2012) relata que ainda não está claro como é afetada a regulação da rota do ácido chiquímico pela aplicação do glyphosate nas plantas, e se os sistemas de controle nas várias espécies de plantas e microorganismos são similares, apesar de algumas pesquisas indicarem que não. Por outro lado, Duke e Hoagland (1985) relataram redução nos teores de fenilalanina e tirosina após aplicação de glyphosate.

### **3.4. lactofen**

Denominado quimicamente de 1' – (carboetoxi) etil 5 [(2-cloro-4-trifluorometil) fenoxi] – 2 – Nitrobenzoato (TAYLOR, 1985; THOMSON, 1983; BRITO, 1994), o herbicida lactofen pertence ao grupo químico dos difenil-éter, e como mecanismo de ação a inibição da enzima protoporphorinogeneo oxidase (PROTOX), sendo seletivo quando aplicado em pós-emergência da cultura da soja, para o controle de espécies eudicotiledôneas anuais. Esse produto apresenta a particularidade de ser rapidamente absorvido e translocado pela planta, podendo inclusive causar certa fitointoxicação à cultura, sendo caracterizado como produto de contato. A cultura da soja exibe tolerância aos difeniléteres, mas podem ocorrer injúrias localizadas e temporárias (RODRIGUES e ALMEIDA, 2011).



Vários pesquisadores já estudaram a fitotoxicidade do herbicida lactofen, aplicado em pós-emergência na cultura da soja, dentre estes, Hovestad e Lueschen (1985), Durigan; Pereira e Leite (1986), Santos; Melo e Silva (1986), Espinoza Neira (1991), Franzen; O'Barr e Zollinger (2003) e Rizzardi et al. (2003). Warren e Hess (1990) relataram que os sintomas de fitointoxicação do lactofen caracterizam-se por necrose foliar iniciada quatro a seis horas após a aplicação e sob presença de luz. Os sintomas iniciam-se com aparência de embebição de água, seguidas por necrose dos tecidos. Essa aparência evidencia a ocorrência de dano na membrana celular com perda das substâncias celulares para os espaços intercelulares.

Os sintomas podem ser manifestados em forma de cloroses, bronzeamentos, pontos ou tecidos necróticos, enrugamento dos trifólios (GAZZIERO & NEUMAIER, 1985; TAYLOR, 1985; KAPUSTA; JACKSON & MASON, 1986; WICHERT & TALBERT, 1993) ou enrugamento da borda das folhas novas (TAYLOR, 1985). Com o decorrer do desenvolvimento da planta, ocorre uma rápida recuperação da cultura (ALMEIDA & RODRIGUES, 1988; KAPUSTA & MADSON, 1986).

De acordo com Souza et al. (2002), o lactofen isolado atingiu valores intermediários de fitointoxicação na cultura da soja, ocasionando necrose e deformação de folhas e brotos para as maiores doses. Nas menores doses os sintomas ainda apresentavam-se visíveis com forte descoloração e deformação, mas não apresentando necrose, e a partir de 20 DAA, os sintomas desapareceram por completo.

Damião Filho et al. (1992) relataram expressivas alterações morfológicas externas e internas nas folhas nos locais depositados, e que na maior dose aplicada ( $0,36 \text{ kg ha}^{-1}$ ) acentuou os efeitos do produto na planta. Heiffig (2006) relatou que a aplicação de lactofen no estágio fenológico V5 da soja causou intoxicação nas folhas, resultando em menor altura final das plantas de soja, cultivar MG/BR 46 (Conquista).

Apesar de alguns pesquisadores não terem encontrado redução de produtividade em tratamento com lactofen, Souza et al. (2002) verificaram redução nas maiores doses testadas. Suwanketnikon e Panyakit (1995) também observaram redução de produtividade quanto a tolerância da soja ao lactofen, na dose de  $0,125$  a  $0,5 \text{ kg i.a. ha}^{-1}$ .

De forma geral, os herbicidas inibidores da enzima PROTOX têm proporcionado reação inibitória para as doenças de raiz e haste da soja, sendo os difeniléteres e as triazolinonas os dois principais grupos químicos que possuem este mecanismo de ação (ADEGAS; GAZZIEIRO e VOLL, 2010). Reafirmando a ideia, Rizzardi et al. (2003), ressalta

que embora os difeniléteres inibam a PROTOX, eles produzem formas reativas de oxigênio, causando a fitotoxicidade das plantas, aumentando os níveis de diversos compostos secundários, alguns desses responsáveis por mediar a ativação de genes de defesa a patógenos, podendo gerar uma menor severidade de doenças.

O uso de herbicidas do grupo químico dos difeniléteres, ao qual pertence o lactofen, influencia negativamente a severidade de doenças (LYDON e DUKE, 1989; DEVINE et al., 1993; NELSON et al., 2002; DUKE et al., 2006). Em condições de campo, Dann et al. (1999) verificaram que o herbicida lactofen reduziu o diâmetro das lesões da podridão branca da haste e aumentou os níveis de gliceolina em folhas de soja. Recentemente, Arruda (2014) observou em condições de laboratório o incremento expressivo de fitoalexina em cotilédones de soja submetida à aplicação do herbicida bentazon, assim como em trabalho a campo, observou que bentazon (240 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e lactofen (480 g i.a. ha<sup>-1</sup>) destacaram-se no controle do mofo-branco, com eficiências de 60,5% e 52,3%, respectivamente.

Nos Estados Unidos, a consistência dos resultados de eficiência do lactofen na inibição de *Sclerotinia sclerotiorum* fez com que a empresa indicasse no rótulo do produto comercial Cobra™ a indicação do uso desse herbicida para o controle do mofo branco na cultura da soja (Duke et al., 2006).

### **3.5. chlorimuron-ethyl**

O princípio ativo chlorimuron é um herbicida inibidor da enzima ALS, inserido no grupo químico das sulfonilureias. A enzima ALS é a primeira da rota de síntese dos aminoácidos de cadeia ramificada (valina, leucina e isoleucina). E a inibição da síntese desses aminoácidos interrompe a divisão celular e paralisa o crescimento, assim, após a planta absorver esses herbicidas, são translocados para a área de crescimento ativo, inibindo o desenvolvimento da planta (PINTO et al., 2006). Assim, as plantas acabam morrendo devido à incapacidade de produção de aminoácidos essenciais (OLIVEIRA Jr., 2001).

Esses herbicidas tem ganhado espaço no mercado devido à eficácia no controle de várias espécies de plantas daninhas, às baixas doses recomendadas, à baixa toxicidade aos mamíferos e à seletividade a várias culturas (MONQUEIRO et al., 2000). Ainda, possui atividade residual no solo, o que pode ser benéfico quando se pretende fazer apenas uma aplicação em pós-emergência (VANLIESHOUT e LOUX, 2000). Fialho et al. (2011) relatam

que o chlorimuron-ethyl é recomendado essencialmente para o controle de eudicotiledôneas na cultura da soja.

Maciel et al. (2009) ressaltaram a eficiência da mistura em tanque de glyphosate em combinação com chlorimuron-ethyl. Hydrick e Shaw (1994) também relataram que a associação de glyphosate + chlorimuron proporciona controle das plantas daninhas, igual ou melhor que glyphosate isolado. Starke e Oliver (1998) destaca a mistura em tanque de glyphosate + chlorimuron-ethyl como efeito sinérgico para o controle de várias espécies daninhas. Entretanto, a mistura de glyphosate com chlorimuron resulta em sintomas leves de fitointoxicação na soja, com recuperação das plantas nos primeiros dias (CORREIA & LEITE, 2006). Valente & Stradiotto (2006) observaram que misturas de glyphosate e chlorimuron foram mais seletivas, quando aplicadas em estádios mais avançados da soja RR<sup>®</sup>.

Procópio et al. (2007) observaram que combinação de 10 g ha<sup>-1</sup> de chlorimuron-ethyl com a maior dose de glyphosate ocorreu os maiores níveis de injúrias às plantas de soja, atingindo níveis superiores a 30% aos 13 dias após a aplicação, contudo, não relataram diferenças na produtividade de grãos. Marengo et al. (1993) relataram que aplicação de chlorimuron reduziu o número e massa de nódulos da soja, assim diminuindo a capacidade de fixação de nitrogênio atmosférico pelo rizóbio em simbiose com a cultura.

Segundo Garcia et al. (2013), o herbicida chlorimuron reduz em 79,4% e 84,1% o crescimento micelial do mofo-branco em placa de Petri, provenientes de duas localidades. Por outro lado, em condições de campo, Dann et al. (1999) constataram que o chlorimuron não apresentou controle satisfatório da podridão branca da haste.

### **3.6. cloransulam-methyl**

O herbicida cloransulam pertence ao grupo químico das sulfonanilida, sendo registrado para a cultura da soja no controle em pós-emergência de espécies de infestantes de folhas largas. Ele atua inibindo a enzima ALS (acetolactato sintase), que bloqueia a síntese dos aminoácidos valina, leucina e isoleucina. Possui ação sistêmica, com absorção principalmente pelas folhas, e translocação tanto pelo xilema como pelo floema (SILVA e SILVA, 2007). Esse herbicida possui metabolismo rápido em espécies tolerantes como a cultura da soja (EMBRAPA, 2006; ROMAN et al., 2007). Segundo segundo Roman et al. (2007) e Alonso (2008), os sintomas da aplicação da mistura em tanque de glyphosate com

cloransulam são clorose internerval em mosaico e encarquilhamento generalizado dos folíolos, podendo ou não evoluir para necrose.

Nicolodi et al. (2012) observaram o surgimento de sintomas visuais de fitointoxicação em duas cultivares de soja em forma de amarelecimento nas folhas à medida em que aumentava a dose do produto, mas sem ocorrer diferenças significativas na produtividade. Corrigan e Harvey (2000) mencionaram injúrias visuais da soja inferiores a 5% aos 38 DAA nos estádios de desenvolvimento V2 e V4, quando utilizado glyphosate (420 e 630 g ha<sup>-1</sup>) em mistura com cloransulam (35 g ha<sup>-1</sup>).

### **3.7. bentazon**

Pertencente à classe das benzotiadiazinonas, a molécula bentazon é um herbicida indicado para aplicação em pós-emergência seletivo para a cultura da soja, sendo recomendado para o controle de diversas plantas daninhas eudicotiledôneas (SANTOS; SILVA e BARICCATTI, 2013). No entanto, segundo Roman (2000), a associação com outros herbicidas e adjuvantes pode resultar em injúrias, e com isso, redução de produtividade.

Este herbicida interfere na fotossíntese, nas áreas das folhas tratadas, não é corrosivo e inflamável, pertence à classe toxicológica I (extremamente tóxico) e a classe Ambiental III (perigoso ao meio ambiente), por apresentar grande potencial de deslocamento no solo, podendo atingir principalmente águas subterrâneas (BASF, 2009).

Em plantas sensíveis provoca manchas cloróticas nas folhas, seguidas de necrose e morte das plantas, inibindo o transporte de elétrons no fotossistema II (CORRÊA, 2009).

Segundo Lehner et al. (2014), a concentração de 1000 mg L<sup>-1</sup> de bentazon *in vitro* reduziu o diâmetro de colônia em 58% de *Sclerotinia sclerotiorum* coletados em feijoeiro e em 87% de *Sclerotium rolfsii* coletados em batata. Já em condições de campo, Arruda (2014) foi obtido controle de 51,3% da incidência e 60,5% da severidade do mofo branco ao utilizar o herbicida bentazon. Esse alto valor de eficiência de controle confirma ser um potente indutor da síntese de fitoalexinas.

### **3.8. Interação herbicida x doenças**

A aplicação de herbicidas pode ter efeito direto sobre o patógeno e indireto em respostas medidas pelas plantas (DEVINE et al., 1993). O efeito do herbicida pode ser de supressão ou aumento da incidência e severidade de doenças, sendo isso de maneira direta. O

efeito dos herbicidas no controle de doenças também pode ser de forma indireta, através do controle de plantas daninhas, o que elimina hospedeiros alternativos e altera o próprio microclima (LÉVESQUE e RAHE, 1992).

Algumas interações herbicidas e fitopatógenos podem causar incrementos significativos de doenças, enquanto em outras podem promover a redução na quantidade de doença (EL-SHANSOURY et al., 1995). Caulder et al. (1987) relataram aumento significativo na severidade de quatro fitopatógenos após a aplicação de 12 herbicidas, com perdas elevadas ocasionadas pelo mesmo.

Cohen et al. (1996) observaram redução ou controle de doença, como no caso de murcha causada por *Fusarium oxysporum* em plantas de meloeiro com a aplicação de acetolachlor. Redução da severidade de doenças na cultura da soja e arroz com a aplicação de glufosinato também foram relatadas por SANOGO et al. (2000) e PLINE et al. (2001). Entretanto, ainda são desconhecidos os efeitos dos herbicidas sobre as doenças, e seus agentes causais, porém os efeitos podem ser benéficos (diminuindo a severidade de uma doença) ou negativo (causar vazios biológicos em solos) (ROSA et al., 2010).

De acordo com Nelson et al. (2002), o glyphosate pode aumentar a incidência de mofo-branco em cultivares de soja RR<sup>®</sup>. Já Rizzardi et al. (2003) mencionaram ainda existir divergência entre os resultados associados ao glyphosate causar aumento de patógenos na soja RR<sup>®</sup>, não sendo ainda possível afirmar uma relação causa-efeito. No entanto, os autores consideram existir a hipótese que esse aumento pode estar relacionado com a inibição da produção de fitoalexinas quando a cultura é submetida a aplicação de glyphosate. Segundo Lévesque e Rahe (1992), esse efeito também pode estar relacionado a inibição de lignina.

Kremer e Means (2009) sugeriram que o glyphosate estimula a infecção de patógenos em plantas, sendo considerado como “um modo de ação secundário” desse herbicida para o controle das plantas. Da mesma forma, Johal e Huber (2009) afirmaram que o desenvolvimento de patógenos no solo, como *Fusarium*, *Pythium*, *Phytophthora* e *Rhizoctonia*, está relacionado às causas da morte de plantas submetidas a aplicação de glyphosate.

### **3.9. Oídio**

Cerca de 50 doenças causadas por fungos, bactérias, nematóides e vírus foram identificadas no Brasil na cultura da soja (TAMM et al., 2006). Entre as mais importantes se destaca o oídio (*Erysiphe difusa* U. Braun & S. Takam) (EMBRAPA, 2011), uma vez que

pode provocar quedas de até 40% na produção, quando favorecida por temperaturas amenas (GONÇALVES; CENTURION e Di MAURO, 2009). Segundo Reis (2004) a temperatura favorável ao oídio varia entre 18 a 22°C, sendo que a baixa umidade relativa do ar (clima seco) também pode favorecer o patógeno. De forma contrária, o molhamento foliar e precipitações intensas inibem o desenvolvimento e estabelecimento desse fungo (BALARDIN, 2002).

A ocorrência dessa doença inicia-se quando o esporo (conídio ou ascósporo) atinge a superfície das folhas, germinando e produzindo uma teia de micélio que se espalha pela superfície da planta, onde o micélio penetra nas células epidérmicas por meio de haustórios intracelulares, nutrindo-se do conteúdo das células (BECKER, 2005). Essa doença forma colônias esbranquiçadas na superfície da planta (SARTORATO e YORINORI, 2001), e dependendo da cultivar, os sintomas podem variar de pequenas circunferências brancas a clorose, ilhas verdes, manchas ferruginosas, desfolha acentuada ou combinações desses sintomas (YORINORI e HIROMOTO, 1997; SARTORATO e YORINORI, 2001). Segundo Picinini e Fernandes (1998) cada ciclo do patógeno, em condições favoráveis à mesma, dura cerca de sete a dez dias.

Diversos surtos epidêmicos de oídio tem sido relatado desde a safra de 1996/97, desde o Sul até as regiões Sudeste e Centro Oeste do Brasil (REIS et al., 1997; SAWADA e AZEVEDO, 1997; MICHEL et al., 1998). O patógeno é um parasita biotrófico obrigatório, desenvolvendo-se em toda parte aérea da cultura, inclusive haste, pecíolo e vagem (raramente observada), apesar de ser mais visível nas folhas (YORINORI, 1986; YORINORI et al., 1993). Segundo Tsumanuma et al. (2010), as doenças foliares diminuem a quantidade de tecido foliar sadio e a atividade fotossintética das folhas, ocasionando redução de rendimento.

Normalmente o controle de oídio é realizado através de aplicações preventivas com fungicidas. No entanto, na prática a campo, o controle é realizado de forma curativa, com a intensidade da doença quantificada através da severidade (TOIGO et al., 2008). Nesse sentido, é importante ressaltar que o uso repetitivo pode gerar resistência por parte do fungo e predispor a planta a uma maior incidência da doença (GHINI e KIMATI, 2000). Blum et al. (2002) descreveram o enxofre elementar, carbendazim, difenocoazole, tiofanato metílico e tebuconazole como os fungicidas tradicionalmente utilizados para o controle de oídio. De acordo com Hoffmann et al. (2004) as recomendações de entrada no controle é inicializado quando a doença atinge nível de 20% de severidade foliar. Para isso, Bergamin Filho (1995)

relata a importância da utilização de modelos matemáticos e curvas de progresso da doença no monitoramento de doenças, por meio de avaliações da severidade no tempo.

### **3.10. Reguladores vegetais**

Os hormônios vegetais são compostos orgânicos de ocorrência natural na planta, não nutriente, que atuam em pequenas concentrações, influenciando na germinação, crescimento vegetativo, frutificação, senescência e abscisão (VIEIRA et al., 2010). Produzidos em um local da planta e translocados para outro em pequenas concentrações, as quais desencadeiam respostas fisiológicas específicas, relacionadas com a regulação do crescimento e defesa das plantas (LESSENGER, 2006). Eles estão envolvidos em cada aspecto do crescimento e desenvolvimento das plantas (CAMPOS; ONO e RODRIGUES, 2009). Isso ocorre devido ao fato de produzirem efeitos amplificados (DAVIES, 1995; RAVEN et al., 2001).

Os reguladores vegetais desempenham funções similares aos hormônios vegetais ao serem aplicados exogenamente, sendo necessárias pequenas quantidades para promover, inibir ou modificar os processos fisiológicos da planta (PESSARAKLI, 2001). Segundo Colli (2008), os reguladores vegetais são agrupados em cinco categorias: giberelinas, citocininas, auxinas, etileno e ácido abscísico. neste grupo atualmente inclui-se o ácido salicílico, os jasmonatos, brassinosteróides, poliaminas e as oligossacarinas (TAIZ e ZEIGER, 2013), podendo atuar nas diferentes fases do desenvolvimento das plantas (MULLINS et al., 1992).

Esses reguladores vegetais podem ser naturais ou sintéticos, e quando aplicado diretamente nas plantas (folhas, frutos e sementes) provocam alterações nos processos vitais e estruturais, com intuito de aumentar a produção, melhorar a qualidade e facilitar a colheita (VIEIRA e CASTRO, 2003). Os reguladores vegetais têm sido frequentemente utilizados para aumentar ou proporcionar o enraizamento de espécies de difícil enraizamento (ALCANTARA et al., 2010), assim como para minimizar a ocorrência do acamamento de plantas (SOUZA et al., 2013) e proporcionar maior teor de clorofilas (ONO, 2002).

Podem ser aplicados isolados, em combinações entre si ou em associação com outros compostos de natureza bioquímica (CASTRO e VIEIRA, 2001), por meio de pulverização foliar, tratamentos de sementes ou estacas, assim como diretamente no solo, de forma que as substâncias sejam absorvidas e possam exercer sua atividade (CASTRO e MELOTTO, 1989).

### 3.10.1. Ácido salicílico

O ácido salicílico (AS) é um composto sinalizador e amplificador de sinais, que induz a expressão de genes de resistência nas plantas. Seus efeitos envolvem a resistência de doenças provocadas por patógenos biotróficos (VELINI et al., 2009), assim como também existem evidências de ter relação com a expressão de alguns genes envolvidos na defesa e sinalização das respostas a estresses hídricos (KERBAUY, 2008; YASUDA et al., 2008).

Raskin (1992) relata que o AS é produzido no metabolismo secundário vegetal, sendo moderadamente solúvel em água e altamente solúvel em solventes polares orgânicos. O AS (ácido orto-hidroxibenzóico, ácido 2-hidroxibenzóico) possui estado físico sólido cristalino, de cor incolor a branco, pH 2,4 em solução aquosa (2g/100mL), sendo levemente solúvel em água e facilmente biodegradável (FISPQ, 2004).

A produção de AS para as plantas é de extrema importância devido promover o decréscimo na produção e ação de etileno, e na taxa de respiração, além de ajudar na prevenção de estresses oxidativos (ASGHARI e AGHDAM, 2010). Além disso, segundo Mazzuchelli et al. (2014), o AS pode induzir efeitos de proteção (adaptação e resistência) em plantas sob estresse hídrico, sendo um hormônio vegetal de natureza fenólica, que pode exercer diferentes funções regulatórias no metabolismo das plantas.

Gonçalves (2013) relata que a aplicação exógena de AS muitas vezes pode ter um resultado contraditório, sendo que geralmente a deficiência ou o alto nível de AS aumenta a susceptibilidade da planta ao estresse. Isso ocorreria devido principalmente ao incremento do  $H_2O_2$  favorecido pela inibição de enzimas que o detoxificam, e pela ativação da enzima superóxido dismutase (HARFOUCHE et al., 2008; PALMA et al., 2009). Segundo BORSANI et al. (2001), esse efeito duplo de deficiência ou alto nível de AS, provoca um estresse oxidativo transitório em plantas, aumentando a capacidade antioxidante.

A aplicação exógena de AS pode agir como indutor de tolerância aos diferentes estresses, elevando ou regulando a atividade de enzimas de desintoxicação celular, como peroxidases e superóxido-dismutases, que estão especialmente envolvidas na degradação de radicais ativos oxigenados (CARVALHO et al., 2007). Segundo Kerbauy (2008), o AS está envolvido na ativação da resposta de defesa das plantas em condições de estresse, sobretudo os causados por patógenos. Silva (2015) menciona o ácido salicílico sendo capaz de promover a indução de tolerância ao estresse hídrico.



Outro aspecto importante sobre o AS, é que de acordo com Velini et al. (2010), a principal associação ao ácido salicílico é a PAL (fenilalanina amônia-liase), enzima chave para a produção de fenil-propanóides, incluindo fitoalexinas, o próprio SA (e o MeSA) e os monômeros que dão origem à lignina. Nesse sentido, a lignina é fundamental para a contenção da infecção por patógeno e para resistência a estresses abióticos. O aumento da síntese de compostos fenólicos com o acúmulo de lignina é importante para que as plantas desenvolvam resistência aos patógenos. Entretanto, sabe-se que a aplicação de glyphosate pode reduzir a síntese de lignina (VELINI et al., 2009).

Segundo Gomes et al. (2014) tem sido bastante discutido a relação do glyphosate com ácido salicílico, em função do mesmo induzir a resistência a patógenos, por ser o principal composto sinalizador envolvido no acionamento de genes de resistência a patógenos biotróficos. Essa relação do glyphosate com a ocorrência de doenças e a síntese do ácido salicílico e fitoalexinas é complicada, e torna-se necessárias mais informações do que as que apresentam-se disponíveis para serem compreendidas (VELINI et al., 2012). Meschede et al. (2012) relataram que doses baixas de glyphosate podem inibir a síntese de ácido salicílico e aumentar a suscetibilidade de plantas a doenças.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEGAS, F.S.; GAZZIEIRO, D.L.P.; VOLL, E. Herbicidas e a incidência de doenças radiculares e de hastes. In: RODRIGUES, A. M.; SEIXAS, C. D. S. **Soja: doenças radiculares e de hastes e inter-relações com o manejo de solo e da cultura**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. p. 345-374.

ALBRECHT, A.J.P. **Comportamento da soja RR em distintos ambientes de produção, submetida a diferentes manejos, formulações e doses de glyphosate**. 2014. 105f. Dissertação (Mestrado em Ciências-Fitotecnia) – Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

ALCANTARA, G.B.; OLIVEIRA, Y.; LIMA, D. M.; FOGAÇA, L.A.; PINTO, F.; BIASI, L.A. Efeito dos ácidos naftaleno e indolbutírico no enraizamento de estacas de jambolão [*Syzygium cumini* (L.) Skeels]. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.12, n.3, p.317-321. 2010.

ALMEIDA, F.S.; RODRIGUES, B.N. **Guia de herbicidas: contribuição para o uso adequado de planio direto e convencional**. 2.ed. Londrina: IAPAR, 1988. 503 p.

ALONSO, D.G. **Seletividade de glyphosate isolado ou em mistura para soja RR**. 2008. 82f. Dissertação (Mestrado em agronomia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

ANTONIOU, M.; BRACK, P.; CARRASCO, A.; FAGAN, J.; HABIB, M.; KAGEYAMA, P.; LEIFERT, C.; NODARI, R.O.; PENGUE, W. **Soja transgênica: sustentável? responsável?** 2010. Disponível em: < [http://www.gmwatch.org/files/GMsoy\\_Sust\\_Respons\\_FULL\\_POR\\_v2.pdf](http://www.gmwatch.org/files/GMsoy_Sust_Respons_FULL_POR_v2.pdf) >. Acesso em: 30 jun. 2015.

ARREGUI, M.C.; LENARDON, A.; SANCHEZ, D.; MAITRE, M.I.; SCOTTA, R.; ENRIQUE, S. Monitoring glyphosate residues in transgenic glyphosate-resistant soybean. **Pest Management Science**, v.60, n.2, p.163-166, 2003.

ARRUDA, J.H. **Ação de agroquímicos no controle de mofo branco em soja**. 2014. 58f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco.

ASGHARI, M.; AGHDAM, M.S. Impact of salicylic acid in post-harvest physiology of horticultural crops. **Trends in Food Science & Technology**, v.21, p.502-509, 2010.

ATEH, C.A.; HARVEY, R.G. Annual weed control by glyphosate in glyphosate-resistant soybean (*Glycine max*). **Weed Technology**, Champaign, v.13, n.2, p.394-398, 1999.

BALARDIN, R.S. Bases para manejo da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*). In: BALARDIN, R.S. **Doenças da soja**. Santa Maria: UFSM, 2002.

BASF. **Ficha de dados de segurança Basagran® 600**. Basf S.A., São Paulo, 2009.

BARROSO, A.L.L.; SHIMOHIRO, A.K.; DAN, H.A.; DAN, L.G.M.; ALMEIDA JÚNIOR, J.J.; PROCÓPOI, S.O.; BRAZ, G.B.P. Seletividade de associações herbicidas pós-emergentes em variedade de soja precoce. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Maringá, v.7, n.2, p.36-42, 2008.

BECKER, A. **Controle de doenças de final de ciclo e oídio da soja por extratos aquosos de *Cymbopogon citratus*, *Rosmarinus officinalis* e *Cúrcuma longa* e solução de curcumina**. 2005. 7f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2005.

BERGAMIN FILHO, A. Curvas de progresso da doença. In: BERGAMIN FILHO, A. et al. (Eds.). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 3.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v.1, cap.30, p.602-626.

BERNARDS, M.L.; THELEN, K.; PENNER, D. Glyphosate efficacy is antagonized by manganese. **Weed Technology**, Lacombe, v.19, n.1, p.27-34, 2005.

BLACKSHAW, R.E.; HARKER, K.N. Selective weed control with glyphosate in glyphosate-resistant spring wheat (*Triticum aestivum*). **Weed Technology**, Lacombe, v.16, p.885-892, 2002.

BLUM, L.E.B.; REIS, E.F.; PRADE, A.G.; TAVELA, V.J. Fungicidas e misturas de fungicidas no controle do oídio da soja. **Fitopatologia Brasileira**, v.27, n.2, p.316-318, 2002.

BÖHM, 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**, v.40, n.1, p.213-221, 2010.

BORSANI, O.; VALPUESTA, V.; BOTELLA, M.A. Evidence for a role of salicylic acid in the oxidative damage generated by NaCl and osmotic stress in *Arabidopsis* seedlings. **Plant Physiology**, v.126, p.1024-1030, 2001.

BOUDET, A.M., GRAZIANA, A., RANJEVA, R. Recent advances in the regulation of the prearomatic pathway. In: Van Sumere, C.F., Lea, P.J. (Eds.), **Annual Proceedings of the Phytochemical Society of Europe**, 25. Clarendon Press, Oxford, p.135-159, 1985.

BRADSHAW, L.D.; PADGETTE, S.R.; KIMBALL, S.L.; WELLS, B.H. Perspectives on glyphosate resistance. **Weed Technology**, Weed Society of America, Champaign, v.11, n.1, p.189-190, 1997.

BRITO, C.H. **Tolerância de cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) ao lactofen, sob condições de inverno e verão**. 1994. 53f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1994.

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

CARVALHO, F.T.; PEREIRA, F.A.R.; PERUCHI, M.; PALAZZO, R.R.B. Manejo químico das plantas daninhas *Euphorbia heterophylla* e *Bidens pilosa* em sistema de plantio direto da cultura de soja. **Planta Daninha**, v.21, n.1, p.145-150, 2003.

CARVALHO, P.R.; MACHADO NETO, N.B.; CUSTÓDIO, C.C. Ácido salicílico em sementes de calêndula (*Calendula officinalis* L.) sob diferentes estresses. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.29, n.1, p.114-124, 2007.

CASELEY, J.C.; COUPLAND, D. Environmental and plant factors affecting glifosato uptake movement and acidity. In: GROSSBARD, E.; ATKINSON, D.A. (Ed.). **The herbicide glyphosate**. London: Butterworth's, 1985. p.92-123.

CASTRO, P.R.C.; MELOTTO, E. Bioestimulantes e hormônios aplicados via foliar. In: BOARETO, A.E.; ROSOLEM, C.A. (Ed.). **Adubação foliar**. Campinas: Fundação Cargill, 1989. v.1, cap.8, p.191-235.

CASTRO, P.R.C.; VIEIRA, E.L. 2001. **Aplicação de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Editora Agropecuária, Guaíba, Brasil, 131p.

CAULDER, J.D.; GOTLEIB, A.R.; STOWELL, L.; WATSON, A.K. Herbicidal compositions comprising microbial herbicides and chemical herbicides or plant growth regulators. **European Patent Applied**, v.80, n.1, p.39- 46, 1987.

CERDEIRA, A.L.; DUKE, S.O. The current status and environmental impacts of glyphosate-resistant crops: A review. **Journal Environmental Quality**, Madison, v.35, n.5, p.1633-1658, 2006.

COHEN, R.; BLAIER, B.; SCHAFFER, A.A.; KATAN, J. Effect of acetochlor treatment on *Fusarium* wilt and sugar content in melon seedlings. **European Journal of Plant Pathology**, v.102, n.1, p.45-50, 1996.

COLLI, S. Outros reguladores: brassinosteróides, poliaminas, ácidos jasmônico e salicílico. In: KERBAUY, G.B. **Fisiologia vegetal**. 2.ed. Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 2008. p. 296-302.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, v.1, n.12, p.106-111 - Safra 2013/14 - Décimo Segundo levantamento, Brasília. 2014. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14\\_09\\_10\\_14\\_35\\_09\\_boletim\\_graos\\_s\\_eteembro\\_2014.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_09_10_14_35_09_boletim_graos_s_eteembro_2014.pdf)>. Acesso 02 jan. 2015.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, v. 2, n.11 p. 78-81 – Safra 2014/15 – Décimo primeiro levantamento, Brasília. 2015. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_08\\_18\\_10\\_30\\_18\\_boletim\\_graos\\_a\\_gosto\\_2015.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_08_18_10_30_18_boletim_graos_a_gosto_2015.pdf)>. Acesso 29 ago. 2015.

CORRÊA, M.J.P. **Eficácia e seletividade de herbicidas aplicados em pós-emergência em soja convencional e transgênica**. 2009. 87p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias., Jaboticabal.

CORREIA, N.M.; DURIGAN, J.C. Controle de plantas daninhas na cultura de soja resistente ao glyphosate. **Bragantia**, Campinas, v.69, n.2, p.319-329, 2010.

CORREIA, N.M.; DURIGAN, J.C.; ESPANHOL, M. Manejo de plantas daninhas em soja geneticamente modificada tolerante ao glyphosate. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia, v.41, n.2, p.242-247, 2011.

CORREIA, N.M.; GAZZIERO, D.L.P. **Manejo de Plantas Daninhas em Culturas Anuais - Manejo de plantas daninhas na cultura da soja: uma filosofia de trabalho**. In: Manejo de Plantas Daninhas em Culturas Agrícolas, MOQUEIRO P.A. (ed.). São Carlos: RiMa Editora, 2014. p.31-41.

CORREIA, N.M.; TAMBELINI, M.V.; LEITE, G.J. Seletividade de soja tolerante a glyphosate a diferentes herbicidas aplicados isolados e em misturas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 25., Brasília, 2006. **Resumos...** Brasília: SBCPD/UNB/Embrapa Cerrados, 2006. p.181.

CORRIGAN, K.A.; HARVEY, G. Glyphosate with and without residual herbicides in no-till glyphosate-resistant soybean (*Glycine max*). **Weed Technology**, Champaign, v.14, p.569-577, 2000.

- COX, C. Glyphosate (Roundup). **Journal of Pesticide Reform**, Fall, v.18, n.3, 1998.
- DAMIAO FILHO, C.F.; CORSO, G.M.; ANDRADE, V.M.M. Efeitos do herbicida lactofen sobre tres cultivares de soja. **Planta Daninha**, v.10, n.1-2, p.17-24, 1992.
- DANN, E.K.; DIERS, B.W.; HAMMERSCHMIDT, R. Suppression of *Sclerotinia* stem rot of soybean by lactofen herbicide treatment. **Phytopathology**, v.89, n.7, p.598-602, 1999.
- DAVIES, P.J. The plant hormones: their nature, occurrence, and functions. In: DAVIES P.J. 2 Ed. **Plant hormones: physiology, biochemistry and molecular biology**. London, Kluwer Academic Publishers. p.1-13, 1995.
- DEUBER, R. **Ciência das plantas daninhas: fundamentos**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. v. 1. 431 p.
- DEUBER, R. **Ciência das plantas infestantes: manejo**. Campinas: [s.n.], 1997. v.2, 285 p.
- DEUBER, R. Controle de plantas daninhas na cultura da soja. In: FUNDAÇÃO CARGIL. **A soja no Brasil Central**. 2. ed. Campinas: CARGIL, p.367-392, 1982.
- DEVINE, M.; DUKE, S.O.; FEDTKE, C. Oxygen toxicity and herbicidal action; Secondary physiological effects of herbicides. In: **Physiology of herbicide action**. New Jersey: Prentice-Hall, 1993. cap.9, cap.16, p.177-188.
- DEVLIN, D.L.; LONG, J.H.; MADDUX, L.D. Using reduced rates of postemergence herbicides in soybeans (*Glycine max*). **Weed Technology**, v.5, p.834-840, 1991.
- DUKE, S.O.; CERDEIRA, A.L.; MATALLO, M.B. Uso de herbicidas e seus efeitos em doenças vegetais. **Informações agrônômicas**, n.115, p.1-4, 2006.
- DUKE, S. O.; HOAGLAND, R. E. Effects of glyphosate on metabolism of phenolic compounds. In: GROSSBARD, E.; ATKINSON, D. (Ed.). **The herbicide glyphosate**. London: Butterworth, 1985. p. 92-123.
- DUKE, S.O.; RIMANDO, A.M.; PACE, P.F.; REDDY, K.N.; SMEDA, R.J. Isoflavone, glyphosate, and aminomethylphosphonic acid levels in seeds of glyphosate-treated, glyphosate-resistant soybean. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.51, n.1, p. 340-344, 2003.
- DUKE, S.O. Glyphosate. In: KEARNEY, P.C.; KAUFMAN, D.D. **Herbicides: Chemistry, degradation, and mode of action**. Dekker: New York, v.3, p.1-70, 1988.
- DUKE, S.O.; CEDEIRA, A.L.; MATALLO, M.B. Uso de herbicidas e seus efeitos sobre doenças vegetais. **Informações Agrônômicas**, n.115, p.1-4., 2006.
- DUKE, S.O.; POWLES, S.B. Glyphosate-resistant crops and weeds: now and in the future. **AgBioForum**, v.12, n.3 e 4, p.346-357, 2009.

DURIGAN, J.C.; PEREIRA, W.S.P.; LEITE, G.J. Controle químico de plantas daninhas, com herbicidas aplicados em pós-emergência, na cultura da soja (*Glycine max*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 16., 1986. Campo Grande. **Resumos...** Campo Grande, 1986. p.52.

EL-SHANSHOURY, A.; EL-RAHEEM, R.; ABU EL-SOUOUD, S.M.; AWADALLA, O. A.; EL-BANDY, N.B. Formation of tomatine in tomato plants infected with *Streptomyces* species and treated with herbicides, correlated with reduction of *Pseudomonas solanacearum* and *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici*. **Acta Microbiologica Polonica**, v.44, n.1, p. 255-266, 1995.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA – Comissão nacional de pesquisa em soja - CNPSO. **Tecnologias de Produção de Soja – Região Central do Brasil 2012 e 2013**. Londrina- PR, 2011. 261p. (Sistemas de Produção, 15).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA SOJA. **Recomendações técnicas para a cultura da soja no Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2000. 255p. (EMBRAPA SOJA. Documentos, 145).

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. rev. Brasília, DF; Rio de Janeiro, RJ: EMBRAPA-SPI; EMBRAPA-CNPS, 2006. 306p.

ESPINOZA NEIRA, N.C. **Tolerância da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) ao herbicida Lactofen**. 1991. 72p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1991.

FERREIRA, M.; SANTOS, C.M.; FERNANDES, R.A.S. Fontes de crescimento das exportações brasileiras de soja em grão: uma análise de Constant Market Share. In: XXXIV REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA, 34., 2014, Londrina. **Resumos expandidos...** Londrina: Embrapa 2014. p.21 a 23.

FIALHO, C.M.T.; SANTOS, J.B.; FREITAS, M.A.M.; FRANÇA, A.C.; SILVA, A.A.; SANTOS, E.A. Fitossociologia da comunidade de plantas daninhas na cultura da soja transgênica sob dois sistemas de preparo do solo. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.12, n.1, p. 009-017, 2011.

FRANZ, J.E.; MAO, M.K.; SIKORSKI, J.A. **Glyphosate: a unique global herbicide**. American Chemical Society, 1997.

FRANZEN, D.W.; O'BARR, J.H.; ZOLLINGER, R.K. Interaction of a foliar application of iron HEDTA and three postemergence broadleaf herbicides with soybeans stressed from chlorosis. **Journal of Plant Nutrition**, London, v.26, n.12, p.2365-2374, 2003.

GARCIA, R.A.; JULIATTI, F.C.; BARBOSA, K.A.G. Efeito de fungicidas e herbicidas no controle de *Sclerotinia sclerotiorum*. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.29, n.6, p.1989-1996, 2013.

GAZZIERO, D.L.P.; MACIEL, C.D.G.; SOUZA, R.T.; VELINI, E.D.; PRETE, C.E.C.; OLIVEIRA NETO, W. Deposição de glyphosate aplicado para controle de plantas daninhas em soja transgênica. **Planta Daninha**, Viçosa, v.24, p.173-181, 2006.

GAZZIERO, D.L.P.; NEUMAIER, N. Sintomas e diagnose de fitotoxicidade de herbicidas na cultura da soja. Londrina: EMBRAPA/CNPSo, 1985. 56 p. (Documento, 13).

GHINI, R.; KIMATI, H. **Resistência de fungos a fungicidas**. 1ª ed. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. 78p.

GIOLO, F.P.; GRUTZMACHER, A.D.; PROCÓPIO, S.O.; MANZONI, C.G.; LIMA, C.A.B.; NORBERG, S.D. Seletividade de formulações de glifosato a *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Planta Daninha**, Viçosa, v.23, n.33, p.457-462, 2005.

GOMES, G.L.G.C. **Caracterização bioquímica e morfofisiológica de populações de buva (*Conyza spp.*) resistente ao glyphosate**. 2014. 112f. Tese (doutorado). – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu. Botucatu.

GONÇALVES, E.C.P.; CENTURION, M.A.P.C.; Di MAURO, A.O. Avaliação da reação de genótipos de soja ao oídio em diferentes condições. **Summa Phytopathologica**, v.35, n.2, p.151-153, 2009.

GONÇALVES, K.S. **Aplicação de reguladores vegetais e de fosfito de potássio em mudas de eucalipto submetidas à deficiência hídrica**. 2013. 66f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas. Botucatu.

HARFOUCHE, A.L.; RUGINI, E.; MENCARELLI, F.; BOTONDI, R.; MULEO, R. Salicylic acid induces H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> production and endochitinase gene expression but not ethylene biosynthesis in *Castanea sativa* in vitro model system. **Journal of Plant Physiology**, Stuttgart, v.165, n.7, p.734-744, 2008.

HEIFFIG, L.S. **Interação herbicida pós-emergente lactofen e micronutrientes Co e Mo aplicados via foliar na cultura da soja**. 2006. 92p. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de Sao Paulo, Piracicaba, 2006.

HIRAKURI, M.H.; LAZZAROTTO, J.J. Evolução e perspectivas de desempenho econômico associadas com a produção de soja nos contextos mundial e brasileiro. **Embrapa Soja**. Documentos 319. Londrina, PR. 2011.

HOAGLAND, R.E. Effects of glyphosate on metabolism of phenolic compounds: VI. Effects of glyphosine and glyphosate metabolites on phenylalanine ammonia-lyase activity, growth, and protein, chlorophyll, and anthocyanin in soybean (*Glycine max*). **Weed Science**, Lawrence, v.28, n.4, p.393-400, 1980.

HOFFMANN, L.L.; REIS, E.M.; FORCELINI, C.A.; PANISSON, E.; MENDES, C.S.; CASA, R.T. Efeito da rotação de cultura, de cultivares e da aplicação de fungicida sobre o rendimento de grãos e doenças foliares em soja. **Fitopatologia Brasileira**, v.29, n.3, p.245-251, 2004.

HOVESTAD, J.R.; LUESCHEN, W.E. Influence of postemergence soybean herbicides and additives on weed control and soybean injury. In: NORTH CENTRAL CONTROL CONFERENCE, 40., 1985. St. Louis. **Proceedings...** St. Louis, s. ed., 1985. p.69.

HYDRICK, D.E.; SHAW, D.R. Effects of tank-mixture combinations of non-selective foliar and selective foliar-applied herbicides on three weed species. **Weed Technology**, Washington, v.8, p.129-133, 1994.

ISAAA. **Report on global status of Biotech/GM crops**. Disponível em: <<http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/43/pptslides/default.asp>>. Acesso em: 21 maio 2015.

JOHAL, G.S.; HUBER, D.M. Glyphosate effects on diseases of plants. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v.31, n.3, p.144-152, 2009.

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

KERBAUY, G.B. **Fisiologia vegetal**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. p.452.

KIRKWOOD, R.C.; MCKAY, I. Accumulation and elimination of herbicides in select crop and weed species. **Pesticide Science**, London, v.42, n.3, p.241-249, 1994.

KREMER, R.J.; MEANS, N.E. Glyphosate and glyphosate-resistant crop interactions with rhizosphere microorganisms. **Journal of Environmental Analytical Chemistry**, v.85, p.1165-1174, 2009.

LAZZAROTTO, J.J.; HIRAKURI, M.H. Evolução e Perspectivas de Desempenho Econômico Associadas com a Produção de Soja nos Contextos Mundial e Brasileiro. **Embrapa Soja**. Documentos 319. Londrina, PR. dez. 2009.

LEHNER, M.S.; PAULA JÚNIOR, T.J.; VIEIRA, R.F.; LIMA, R.C.; SILVA, R.A.; SOARES, B.A.; NASCIMENTO, M.; CARNEIRO, J.E.S. Potencial de herbicidas para o controle de patógenos de solo do feijão. **Planta Daninha**, Viçosa, v.32, n.1, jan./mar. 2014.

LEITÃO, F.O.; MEDEIROS, J.X.; THOMÉ, K.M.; CARVALHO, J.M.; BRISOLA, M.V. Cultivo de soja transgênica no estado de Mato Grosso: fatores propulsores e limitativos. **Revista de Economia Agrícola**, São Paulo, v.57, n.1, p.61-74, 2010.

LESSENGER, J.E. **Agricultural medicine: A practical guide**. Porterville: Springer, 2006. 541p.



- LÉVESQUE, C.A.; RAHE, J.E. Herbicide interaction with fungal root pathogens, with special reference to glyphosate. **Annual Review Phytopathology**, Palo Alto, v.30, p.579-602, 1992.
- LUDWIG, M.P.; DUTRA, L.M.C.; FILHO, O.A.L.; ZABOT, L.; UHRY, D.; LISBOA, J.I. Produtividade de grãos da soja em função do manejo de herbicidas e fungicidas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.7, jul, 2010.
- LYDON, J.; DUKE, S.O. Pesticide effects on secondary metabolism of higher plants. **Pesticide Science**, London, v.25, n.4, p.361-373, 1989.
- MACIEL, C.D.G.; AMSTALDEN, S.L.; RAIMONDI, M.A.; LIMA, G.R.G.; OLIVEIRA NETO, A.M.; ARTUZI, J.P. Seletividade de cultivares de soja RR submetidos a misturas em tanque de glyphosate + Chlorimuron-ethyl associadas a óleo mineral e inseticidas. **Planta Daninha**, v.27, n.4, p.755-768, 2009.
- MARENCO, R.A.; LOPES, N.F.; MOSQUIM, P.R. Nodulation and nitrogen fixation in soybeans treated with herbicides. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.5, n.2, p.121-126, 1993.
- MAZZUCHELLI, E.H.L.; SOUZA, G.M.; PACHECO, A.C. Rustificação de mudas de eucalipto via aplicação de ácido salicílico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.44, n.4, p.443-450, out./dez. 2014.
- MESCHEDE, D.K.; VELINI, E.D.; TONIN, F.G.; CARBONARI, C.A. Alterações no metabolismo da cana-de-açúcar em função da aplicação de maturadores. **Planta Daninha**, v.30, n.1, p.113-119, 2012.
- MICHEL, C.A.; REIS, E.M.; VIEIRA, R. Controle químico do oídio na cultura da soja. *Fitopatologia Brasileira*, 23:259. 1998. (Resumo).
- MONQUEIRO, P.A.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; DIAS, C.T.S. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas inibidores da ALS na cultura da soja (*Glycine max*). **Planta Daninha**, v.18, n.3, p.419-425, 2000.
- MONQUERO, P.A.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; OSUNA, M.D.; PRADO, R.A. Absorção, translocação e metabolismo do glifosato por plantas tolerantes e suscetíveis a este herbicida. **Planta Daninha**, Viçosa, v.22, n.3, p.445-451, 2004.
- MONQUERO, P.A. Plantas transgênicas resistentes aos herbicidas: situação e perspectivas. **Bragantia**, v.64, n.4, p.517-531, 2005.
- MONSANTO. **Monsanto em campo: boletins informativos**. 2011. Disponível em: <<http://www.monsanto.com.br/monsanto/brasil/newsletter/geral>>. Acesso em: 10 jul. 2014.
- MULLINS, M.G.; BOUQUET, A.; WILLIAMS, L.E. **Biology of the Grapevine**. Cambridge University Press, 1992.

MUNDSTOCK, C.M.; THOMAS, A.L. **Soja: fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos**. Porto Alegre: Departamento de Plantas de Lavoura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Evangraf, 2005. 31p.

NELSON, K.A. et al. Effect of lactofen application timing on yield and isoflavone concentration in soybean seed. **Agronomic Journal**, v.99, n.1, p.645-649, 2007.

NELSON, K.A.; RENNER, K.A.; HAMMERSCHMIDT, R. Cultivar and herbicide selection affects soybean development and the incidence of *Sclerotinia* stem rot. **Agronomy Journal**, Madison, v.94, p.1270-1281, 2002.

NETO, M.E.F.; PITELLI, R.A.; BASILE, E.A.G.; TIMOSSO, P.C. Seletividade de herbicidas pós-emergentes aplicados na soja geneticamente modificada. **Planta Daninha**, Viçosa, v.27, n.2, p.345-352, 2009.

NICOLODI, F.; BONETTI, L.P.; SPERLING, S. Avaliação da fitotoxicidade do herbicida cloransulam-methyl (pacto) em duas cultivares de soja. In: XVI Seminário interinstitucional de ensino, pesquisa e extensão XIV mostra de iniciação científica e IX mostra de extensão. 2012, Cruz Alta. **Resumo....** Cruz Alta: Universidade de Cruz Alta, UNICRUZ.

NORRIS, J.L.; SHAW, D.R.; SNIPES, C.E. Weed control from herbicide combinations with three formulations of glyphosate. **Weed Technology**, Champaign, v.15, p.552-558, 2001.

OLIVEIRA JR., R.S. Mecanismos de ação de herbicidas. In: OLIVEIRA Jr., R.S.; CONSTANTIN, J. (Coord.). **Plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba: Agropecuária, 2001. p.209-260.

OLIVEIRA JR., R.S. Seletividade de herbicidas para culturas e plantas daninhas. In: OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J. **Plantas daninhas e seu manejo**. 1.ed. Guaíba: Agropecuária, 2001. p.291-313.

ONO, E. O. **Reguladores vegetais sobre o desenvolvimento de plantas de alfafa (*Medicago sativa* L.)**. 2002. 143 f. Tese (Livre docência em Fisiologia Vegetal) - Instituto de Biociências, UNESP, Botucatu.

PADGETTE, S.R.; KOLACZ, K.H.; DELANNAY, X.; RE, B.D.; LA VALLE, B.J.; TINIUS, C.N.; OTERO, Y.I.; BARRY, G.F.; EICHHOLTZ, D.A.; PESCHKE, V.M.; NIDA, D.L. Development, identification, and characterization of a glyphosate-tolerant soybean line. **Crop Science**, Madison, v.35, p.1451-1461, 1995.

PADGETTE, S.R.; TAYLOR, N.B.; NIDA, D.L.; BAILEY, M.R.; MacDONALD, J.; HOLDEN, L.R.; FUCHS, R.L. The composition of glyphosate-tolerant soybean seeds is equivalent to that of conventional soybeans. **Journal of Plant Nutrition**, v.126, n.3, p.702-716, 1996.

PALMA, F.; LLUCH, C.; IRIBARNE, C.; GARCÍA-GARRIDO, J.M.; GARCÍA, N.A.T. Combined effect of salicylic acid and salinity on some antioxidant activities, oxidative stress

and metabolite accumulation in *Phaseolus vulgaris*. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v.58, p.307-316, 2009.

PESSARAKLI, M. **Handbook of Plant and Crop Physiology**. 2nd edition revised and expanded. New York : Marcel Dekker, Inc, 2001. 997p.

PICININI, E.C.; FERNANDES, J.M. Doenças da soja: diagnose, epidemiologia e controle. Passo Fundo, EMBRAPA-Trigo, 1998.

PLINE, W.A.; LACY, G.H.; STROMBERG, V.; HATZIOS, K.K. Antibacterial activity of the herbicide glufosinate on *Pseudomonas syringae* pathovar *glycina*. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v.71, n.1, p.48-55, 2001.

PLINE-SRNIC, W. Physiological mechanisms of glyphosate resistance. **Weed Technology**, v.20, n.2, p.290-300, 2006.

PINTO, J.J.O.; ZANATTA, J.F.; FONTANA, L.C.; NOLDIN, J.A.; GALON, L.; ROSENTHAL, M.D; NEVES, R. Resistência de picão-preto encontrada em lavoura de soja na metade sul do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Passo Fundo, n.2, p.37-44, 2006.

PROCÓPIO, S.O.; MENEZES, C.C.E.; BETTA, L.; BETTA, M. Utilização de chlorimuron-ethyl e imazethapyr na cultura da soja Roundup Ready®. **Planta Daninha**, Viçosa, v.25, n.2, p.365-373, 2007.

RASKIN, I. Role of salicylic acid in plants. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.43, p.439-463, 1992.

RAVEN P.H.; EVERT R.F.; EICHHORN S.E. Regulando o crescimento e o desenvolvimento: Os hormônios vegetais. In: RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S. E. (6 Ed) **Biologia Vegetal**. Guanabara, KOGAN S.A. p.649-674, 2001.

REDDY, K.N.; RIMANDO, A.M.; DUKE, S.O.; NANDULA, V.K. Aminomethylphosphonic acid accumulation in plant species treated with glyphosate. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.56, n.6, p.2125-2130, 2008.

REDDY, K.N.; RIMANDO, A.M.; DUKE, S.O. Aminomethylphosphonic acid, a metabolite of glyphosate causes injury in glyphosate-treated, glyphosate-resistant soybean. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.52, n.16, p.5139-5143, 2004.

REGITANO, J.B. Sorção e dessorção do glyphosate no solo. In: VELINI, E.D. et al. **Glyphosate**. Fepaf: Botucatu, 493p., 2009.

REIS, E.M.; MEDEIROS, C.A.; CASA, R.T. Epidemia de oídio da soja, causada por *Microsphaera diffusa*, na safra 1996/97, RS. **Fitopatologia Brasileira**, 22:300-301. 1997. (Resumo).

REIS, E.M. **Doenças na Cultura da Soja**. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, 2004.

RIZZARDI, M.A.; FLECK, N.G.; AGOSTINETTO, D.; BALBINOT JR., A.A. Ação de herbicidas sobre mecanismos de defesa das plantas aos patógenos. **Ciência Rural**, v.33, n.5, p.957-965, 2003.

RIZZARDI, M.A.; FLECK, N.G. Dose econômica ótima de acifluorfen + bentazon para controle de picão-preto e guanxuma em soja. **Planta Daninha**, Viçosa, v.22, n.1, p.117-125, 2004.

ROMAN, E.S.; BECKIE, H.; VARGAS, L.; HALL, L.; RIZZARDI, M.A.; WOLF, T.M. **Como funcionam os herbicidas: da biologia à aplicação**. Passo Fundo: Berthier, 2007. 158p.

ROMAN, E.S. Eficácia de herbicidas na dessecação e no controle residual de plantas daninhas no sistema desseque e plante. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.3, n.1, p.45-49, 2002.

ROMAN, E. S. Estresses ocasionados por fitotoxicidade de herbicidas. In: BONATO, E. R. (ed.). **Estresses em soja**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, p.123-126, 2000.

ROCHA, R.S. **Avaliação de variedades e linhagens de soja em condições de baixa latitude**. 2009. 59f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal do PiauÍ - UFPI, Teresina.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**. Londrina: IAPAR, 2011. 697p.

ROSA, D.D.; BASSETO, M.A.; CAVARIANI, C.C.; FURTADO, E.L. Efeitos de herbicidas sobre agentes fitopatogênicos. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v.32, n.3, p.379-383, 2010.

RUITNER, H.; MEINEN, E. Influence of water stress and surfactant on the efficacy, absorption, and translocation of glyphosate. **Weed Science**, Lawrence, v.46, n.3, p.289-296, 1998.

SANOGO, S.; YANG, X.B.; SCHERM, H. Effects of herbicide on *Fusarium solani* f. sp. *glycines* and development of sudden death syndrome in glyphosate-tolerant soybean. **Phytopathology**, Saint Paul, v.90, n.1, p.57-66, 2000.

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

SANTOS, J.F.; MELO, J.C.; SILVA, J.F. Competição de graminicidas, visando testar a eficiência no controle de plantas daninhas da cultura da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS. 16., 1986. Campo Grande. **Resumos...** Campo Grande, 1986. p.75-76.

SANTOS, K.A.; SILVA, E.A.; BARICCATTI, R.A. Remoção do herbicida bentazon de soluções aquosas utilizando adsorventes. **Engvista**, v.15, n.3, p.242-247, 2013.

SARTORATO, A; YORINORI, J.T (2001). Oídios de Leguminosas: Feijoeiro e Soja. In: Sadnik, MJ; Rivera, MC Oídios. Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente, 484p.

SAWADA, E.; AZEVEDO, L.A.S. Avaliação de fungicidas no controle do oídio (*Erysiphe polygoni* DC.) da soja. **Fitopatologia Brasileira** 22:306. 1997. (Resumo).

SEDIYAMA, T. (Ed.). **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Mecnas.309p.

SILVA, A.C. **Ácido salicílico como atenuador de estresse hídrico nas fases de germinação e crescimento inicial em gergelim**. 2015. 81f. Dissertação (Pós-Graduação em Ciências Agrárias) – Universidade Estadual da Paraíba, Paraíba.

SILVA, A.A.; SILVA, J.F. **Tópicos em manejo integrado de plantas daninhas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007. 367p.

SINCLAIR, J.B.; BACKMAN, P.A. **Compendium of soybean disease**. 3 ed. St Paul: APS Press, 106p, 1999.

SOUZA, C.A.; FIGUEIREDO, B.P.; COELHO, C.M.M.; CASA, R.T.; SANGOI. Arquitetura de plantas e produtividade da soja decorrente do uso de redutores de crescimento. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.29, n.3, p. 634-643, 2013.

SOUZA, R.T.de; CONSTANTIN, J; VELINI. E.D.; MONTORIO. G.A.; MACIEL, C.D.G. Seletividade de combinações de herbicidas latifolicidas com lactofen para a cultura de soja. **Scientia Agricola**, v.59, n.1, p.99-106, 2002.

STARKE, R.J.; OLIVER, L.R. Interaction of glyphosate with chlorimuron, fomesafen, imazethapyr and sulfentrazone. **Weed Science**, Lawrence, v.46, n.6, p.652-660, 1998.

SUWANKETNIKON, R.; PANYAKIT, E. Postemergence application of acifluorfen, fomesafen and lactofen for broadleaf weed control in soybean. In: ASIAN-PACIFIC WEED SCIENCE SOCIETY CONFERENCE, 15., Tsukuba, 1995. **Proceedings 1 (B)**. Tsukuba: APWSS, 1995. p.884-887.

SWEETSER, P.B., SCHOW, G.S., HUTCHISON, J.M. Metabolism of chlorsulfuron by plants: biological basis for selectivity of a new herbicide for cereals. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v.17, p.18-23, 1982.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2013.

TAMM, L.; AMSLER, T.; SCHARER, H.; REFARDT, H.M. Efficacy of Armicarb (potassium bicarbonate) against scab and sooty blotch on apples. **Proceedings of the 12th International Conference on cultivation technique and phytopathological problems in organic fruit-growing**, ed. (FÖKO and Weinsberg) 87-92, 2006.

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

TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO DE SOJA. **Região central do Brasil**, 2014. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 265p. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 16).

THOMSON, W.T. **Agricultural chemicals**: herbicides. Fresno: Thomson, 1983. 285p.

TOIGO, S.; SANTOS, I.; CARNIELETTO, C.E. MAZARO, S.M. Controle químico do oídio na cultura da soja. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.9, n.4, p.491-496, 2008.

TOWNSON, J.K.; BUTLER, R. Uptake, translocation and phytotoxicity of imazapyr and glyphosate in *Imperata cylindrica*: effect of herbicide concentration, position of deposit and two methods of direct contact application. **Weed Research**, v.30, n.4, p.235-243, 1990.

TSUMANUMA, G.M.; SOARES, A.R.; FANCELLI, A.L.; RODRIGUES, M.A.T.; BEGLIOMINI, E. Efeito de herbicidas e fungicidas nas curvas de progresso e quantificação de danos causados pela ferrugem asiática da soja. **Ciência Rural**, v.40, n.7, p.1485-1491, 2010.

VALDES, C.; ASH, M. Economic impacts of biotech soybeans in Brazil on agricultura markets. In: In: MOSCARDI, F. et al. (Ed.). **World soybean research conference**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. p.341. (Embrapa Soja. Documentos, 228).

VALENTE, T.O.; CAVAZZANA, M.A. Efeito residual de chlorimuron-ethyl aplicado em mistura com glyphosate na dessecação de plantas daninhas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.1, n.2, p.173-178, 2000.

VALENTE, T.O.; SOUSA, F.; STRADIOTTO, A. Tolerância da soja geneticamente modificada a mistura de herbicidas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 25., 2006, Brasília. **Resumos...** Brasília: SBCPD/UNB/Embrapa Cerrados, 2006. p.180.

VANLIESHOUT, L.A.; LOUX, M.M. Interactions of glyphosate with residual herbicides in no-till soybean (*Glycine max*) production. **Weed Technology**, Champaign, v.14, p.480-487, 2000.

VARGAS, L.; ROMAN, E.S. **Manual de Manejo e Controle de Plantas Daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. 652p.

VARGAS, L. **Sintomas e diagnose de toxicidade herbicida na cultura da maçã**. Bento Gonçalves: EMBRAPA, 2003. 7p.

VELINI, E.D. et al. **Modo de ação do glyphosate**. In: VELINI, E.D. et al. Glyphosate: uso sustentável. Fepaf: Botucatu, 2012. 213p.

VELINI, E.D.; FREDERICO, L.A.; MORELLI, J.L.; MARUBAYASHI, O.M. Avaliação dos efeitos do herbicida clomazone, aplicado em pós-emergência inicial, sobre o crescimento e produtividade de soqueira de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* cv. SP 71-1406). **STAB Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v.10, p.13-16, 1992.

VELINI, E.D.; MESCHEDE, D.K.; CARBONARI, C.A.; TRINDADE, M.L.B. **Glyphosate**. Botucatu: FEPAF, 2009. 493p.

VELINI, E.D.; TRINDADE, M.L.B.; DUKE, S.O.; JOHNSON, R.D. Efeitos do glyphosate e do ácido salicílico sobre a síntese de lignina em milho. In: Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 27., 2010, São Paulo. **Resumo...** Ribeirão Preto: 2010. p.2989-2993.

VIDAL, R.A., MEROTTO JR.; A. **Herbicidologia**. 1. ed. Porto Alegre: [s.n.], p. 37-46, 2001.

VIEIRA E.L.; CASTRO P.R.C. (2003) Ação de bioestimulante na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L). In: VIEIRA L.; CASTRO P. R. C. (1 Ed) Feijão Irrigado Tecnologia & Produtividade. Cosmópolis, STOLLER. p.73-100.

VIEIRA, E.L.; SOUZA, G.S, de.; SANTOS, A.R. dos.; SANTOS SILVA, J. dos. **Manual de fisiologia vegetal**, São Luís, MA: EDUFMA, 2010, 230p.

WARREN, G.F.; HESS, F.D. Diphenylethers and oxadiazon. In: PURDUE UNIVERSITY. **Herbicide action course**. Indiana: West Lafayette, 1990. p.97-111.

WERLANG, R.C.; SILVA, A.A.; FERREIRA, L.R.; MIRANDA, G.V. Efeitos da chuva na eficiência de formulações e doses de glyphosate no controle de *Brachiaria decumbens*. **Planta Daninha**, Viçosa, v.21, n.1, p.121-130, 2003.

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

YASUDA, M.; ISHIKAWA, A.; JIKUMARU, Y.; SEKI, M.; UMEZAWA, T.; ASAMI, T.; MARUYAMA-NAKASHITA, A.; KUDO, T.; SHINOZAKI, K.; YOSHIDA, S.; NAKASHITA, H. Antagonistic interaction between systemic acquired resistance and the abscisic acid-mediated abiotic stress response in *Arabidopsis*. **The Plant Cell**, v.20, p.1678-1692, 2008.

YORINORI, J.T.; CHARCHAR, M.J. D'AVILA; NASSER, L.C.B.; HENNING, A.A. Doenças da soja e seu controle. In: ARANTES, N.E.; SOUZA, P.I.M de. **Cultura da Soja nos Cerrados**, Piracicaba: POTAFOS, 1993. p.337-397.

YORINORI, J.T. Doenças da soja no Brasil. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Soja no Brasil Central**. 3. ed. Campinas, 1986. p.301-363.

YORINORI, J.T.; HIROMOTO, D.M. Determinação de perdas em soja causadas por doenças fúngicas. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Resultados de pesquisa da Embrapa Soja**. Londrina, p.112-14, 1997 (Documentos, 118).

ZANCOPE, G.J.; NASSER, J.M. **O Brasil que deu certo**: a saga da soja brasileira. Curitiba: Tríade, 2005. p.279.

ZOBIOLE, L.H.S.; OLIVEIRA JR, R.S.; KREMER, R.J.; MUNIZ, A.S.; OLIVEIRA JR, A. Nutrient accumulation and photosynthesis in glyphosate resistant soybeans is reduced under glyphosate use. **Journal Plant Nutrition**, Philadelphia, v.33, n.12-14, p.1860-1873, 2010.

## 5. CAPÍTULO 1

### RESUMO

SILVA, André Augusto Pazinato da. **Associação de glyphosate e outros herbicidas com ácido salicílico na ocorrência de oídio e comportamento na soja RR<sup>®</sup>**. Guarapuava: UNICENTRO, 2016. 91f. (Dissertação - Mestrado em Produção Vegetal).

O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a associação de glyphosate + lactofen e de outros herbicidas com ácido salicílico na supressão vegetativa da soja RR<sup>®</sup> e ocorrência de oídio na região de Guarapuava - PR. Dois experimentos foram conduzidos em campo na região de Guarapuava - PR durante os anos agrícolas de 2013-14 e 2014-15. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com 16 tratamentos e cinco repetições. Nos experimentos utilizou-se como tratamentos (g i.a. ha<sup>-1</sup>): glyphosate (RR) a (960), salicilato de sódio (AS) (256), lactofen (30; 60 e 120), RR + lactofen + AS (960 + 30 + 256; 960 + 60 + 256 e 960 + 120 + 256), RR + chlorimuron (960 + 12,5), RR + chlorimuron + AS (960 + 12,5 + 256), RR + cloransulan (960 + 30,2), RR + cloransulan + AS (960 + 30,2 + 256), RR + bentazon (960 + 480), RR + bentazon + AS (960 + 480 + 256) e uma testemunha sem aplicação. Lactofen isolado e as associações de glyphosate + lactofen + ácido salicílico e os tratamentos envolvendo os herbicidas glyphosate associados com chlorimuron, cloransulam e bentazon, na presença ou ausência do ácido salicílico reduziram o teor de clorofila inicial das plantas de soja, assim como promoveram supressão vegetativa na cultura, com melhor desempenho para a cultivar BMX Apolo RR. Lactofen (120 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e RR + lactofen + AS (960 + 120 + 320 g i.a. ha<sup>-1</sup>) reduziram significativamente as características número de vagens por planta, grãos por vagens, peso de 100 sementes e produtividade, não apresentando viabilidade para utilização para as cultivares de soja estudadas. Todos os tratamentos estudados reduziram significativamente a incidência e severidade do oídio da soja, sendo uma opção complementar do manejo de doenças.

**Palavras-Chave:** *Glycine max*, fitointoxicação, mistura em tanque, *Erysiphe difusa*.



## ABSTRACT

SILVA, André Augusto Pazinato da. **Glyphosate + lactofen association and other herbicides with salicylic acid on occurrence of oidium and behavior soybean RR<sup>TM</sup> crop.** Guarapuava: UNICENTRO, 2015. 91f. (Dissertation - Master in Plant Production).

The work was performed with the objective of evaluating glyphosate + lactofen association and other herbicides with salicylic acid in soybean RR<sup>®</sup> vegetative suppression and occurrence of oidium at the region of Guarapuava, Paraná, State. Two experiments were conducted in field conditions at Guarapuava Country, during 2013-14 and 2014-15. Treatments were disposed in randomized complete blocks, with 16 treatments and five replications. In the experiments the following treatments were used (g a.i. ha<sup>-1</sup>): glyphosate (RR) (960), sodium salicylate (SA) (256), lactofen (30; 60 and 120), RR + lactofen + SA (960 + 30 + 256; 960 + 60 + 256 and 960 + 120 + 256), RR + chlorimuron (960 + 12,5), RR + chlorimuron + SA (960 + 12,5 + 256), RR + cloransulan (960 + 30,2), RR + cloransulan + SA (960 + 30,2 + 256), RR + bentazon (960 + 480), RR + bentazon + SA (960 + 480 + 256) and a check without application. In studies conducted in field conditions results indicate that injuries caused by glyphosate + lactofen + SA associations were superior than isolated lactofen, being the increased lactofen dose responsible for increasing the intensity of phytotoxic effects on BMX Apollo RR (exp. 1) and BMX Vanguarda IPRO cultivars (exp. 2). Glyphosate + chlorimuron and glyphosate + cloransulan, associated to SA, showed lower toxic effect on soybean crop. Lactofen isolated and glyphosate + lactofen + SA and treatments involving glyphosate herbicide associated to chlorimuron, cloransulam and bentazon in the presence or absence of SA reduced soybean plants initial chlorophyll, as well as promoted suppression of crop height, with better performance for BMX Apolo RR cultivar. Lactofen (120 g a.i. ha<sup>-1</sup>) and RR + lactofen + SA (960 + 120 + 256 g a.i. ha<sup>-1</sup>) reduced significantly the following characteristics number of pods per plant, grains per pod, weight of a 100 seeds and grain yield, did not showing viability for using soybean studied cultivars. All studied treatments significantly reduced the incidence and severity of soybean oidium, being a complementary option for diseases management.

**Keywords:** *Glycine max*, phytotoxicity, tank mixture, *Erysiphe difusa*.

## 5.1. INTRODUÇÃO

Com grande importância no cenário mundial, tanto no âmbito alimentar quanto econômico, a cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] atende o mercado de produção de óleos, farinhas, farelos, bebidas à base de soja, entre outros (OLIVERA et al., 2015). Segundo maior produtor de soja, o Brasil obteve na safra 2014/2015 mais de 96,0 milhões de toneladas de grãos, com uma área plantada de 31,9 milhões de hectares, estando atrás apenas dos Estados Unidos (CONAB, 2015).

A soja geneticamente modificada para a resistência ao herbicida glyphosate (RR<sup>®</sup>) mudou o cenário nacional do controle químico de plantas daninhas, promovendo rápida adoção de cultivares transgênicas pelos produtores. No entanto, Procópio et al. (2007) mencionaram que a aplicação sucessiva do herbicida glyphosate resulta na seleção de algumas espécies daninhas tolerantes, como *Spermacoce latifolia*, *Commelina benghalensis*, *Tridax procumbens* e *Synedrellopsis grisebachii*. Além disso, no Brasil também já foram registrados biótipos de *Lolium multiflorum*, *Digitaria insularis*, *Conyza canadensis*, *C. sumatrensis*, *C. bonariensis*, *Chloris elata* e *Amaranthus palmer*, resistentes ao glyphosate (ROMAN et al., 2004; VARGAS et al., 2004; HEAP, 2014; SANTOS et al., 2014; HRAC, 2015; ANDRADE JUNIOR, 2015). Portanto, o uso exclusivo de glyphosate como prática de manejo fica cada vez mais limitado, devido ao aumento dos casos de espécies resistentes a este herbicida, onde na maioria das vezes ainda há aumento de custo e menor garantia da mesma eficiência.

Segundo Gazziero (2015), as misturas em tanque podem apresentar vantagens em comparação à aplicação de um único composto devido ao aumento da eficiência contra os organismos alvo e à diminuição das quantidades aplicadas e dos custos. Ainda assim, é importante ressaltar que as misturas em tanque podem resultar em efeitos sinérgicos, aditivos ou antagônicos. Nesse contexto, vários resultados de pesquisa têm demonstrado que glyphosate associado a outros herbicidas, latifolicidas aplicados em soja, aumentam o espectro e a eficácia de controle de plantas daninhas eudicotiledôneas com tolerância e/ou resistência à ação do glyphosate isolado (MONQUERO et al., 2001; VIDRINE et al., 2002; JOHNSON et al., 2002; CARVALHO et al., 2003; NORSWORTHY e GREY, 2004; PROCÓPIO et al., 2007; RAMIRES et al., 2010; MACIEL et al., 2011).

Além do sucesso no controle de plantas daninhas, os herbicidas também necessitam ser seletivos para as culturas em questão, e assim, quanto mais tolerante a cultura em relação ao manejo de plantas daninhas, maior segurança da aplicação (OLIVEIRA Jr., 2001).

Segundo Takano et al. (2015), em função do metabolismo de herbicidas envolver gasto de energia, os sintomas de fitointoxicação caracterizam um segundo gasto energético que não deve ser visualizado como resposta fisiológica natural da planta, podendo resultar em reduções no rendimento da soja. Nesse contexto, os resultados de pesquisa sobre a seletividade de mistura em tanque de glyphosate com herbicidas latifolicidas aplicados em pós-emergência são contraditórios, onde em alguns casos indicam a fitointoxicação afetar significativamente a produtividade da cultura da soja (CORREIA & DURIGAN, 2008; ALONSO et al., 2010; 2011) e outros não (MACIEL et al., 2011; TAKANO et al., 2015).

Além da eficiência e seletividade das associações dos herbicidas, a ação sobre doenças é outro fator importante na produção da cultura da soja. Normalmente, o controle de doenças é realizado com fungicidas de forma preventiva (GUINI & KIMATI, 2000). Para Tsumanuma et al. (2010), as doenças foliares podem diminuir a área sadia da folha, proporcionando redução de rendimento devido a menor atividade fotossintética. Adegas et al. (2010), mencionaram que os herbicidas podem influenciar a incidência de doenças em plantas de soja, tanto de forma direta, afetando especificamente o patógeno, ou indireta, com o herbicida atuando sobre as características da cultura.

Na região centro-oeste do estado do Paraná, é prática comum dos agricultores a aplicação em pós-emergência da mistura em tanque de glyphosate + lactofen na soja RR<sup>®</sup>, visando a supressão e menor adensamento da parte aérea da cultura, e indiretamente, a redução da incidência de doenças como o mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*). Recentemente, o oídio se destaca entre as principais doenças na cultura da soja (*Erysiphe difusa* U. Braun & S. Takam) (EMBRAPA, 2011). Duke et al. (2006) mencionaram que os níveis subtóxicos de herbicidas podem aumentar ou diminuir indiretamente a resistência das plantas às doenças. Os inibidores de protoporphyrinogen oxidase (PROTOX), tais como o lactofen em doses subletais, causam estresse oxidativo suficiente para induzir a produção de fitoalexinas, tais como a gliceolina, protegendo a cultura contra a *S. sclerotiorum* (KÖMIVES e CASIDA, 1983; DANN et al., 1999; NELSON et al., 2002). O próprio rótulo do herbicida lactofen (Cobra<sup>®</sup>) comercializado nos Estados Unidos, indica que o mesmo pode ser utilizado para supressão do mofo branco (DUKE et al., 2006).

A aplicação exógena de ácido salicílico (AS) também pode elevar ou regular a atividade de enzimas de desintoxicação celular, servindo como indutor de tolerância aos diferentes estresses (CARVALHO et al., 2007). Ou seja, o ácido salicílico está envolvido na

ativação da resposta de defesa das plantas em condições de estresse, sobretudo os causados por patógenos (KERBAUY, 2008). Por esse motivo, atualmente, a associação de glyphosate com ácido salicílico tem sido bastante discutido (GOMES et al., 2014). Para Velini et al. (2012), todo esse contexto é complexo, tornando-se necessárias mais informações do que as que apresentam-se disponíveis para serem compreendidas.

O uso de indutores de resistência como é o caso do ácido salicílico, vem ganhando relevância no controle de doenças de plantas. Segundo Lamb e Dixon (1997) e Yahia et al. (1998), os indutores de resistência induz a ativação de genes que codificam para a biossíntese de enzimas relacionadas à produção de fitoalexinas, que são compostos tóxicos aos patógenos, possibilitando aumento da resistência das plantas. Nesse sentido, o melhor entendimento do controle complementar de doenças foliares em nível de campo com herbicidas pode determinar uma alternativa de manejo para redução dos custos de produção, assim como do impacto dos agrotóxicos sobre o meio ambiente.

Desta forma, o trabalho teve como objetivo avaliar a associação de glyphosate e outros herbicidas com ácido salicílico na ocorrência de oídio e comportamento na soja RR<sup>®</sup>, na região de Guarapuava/PR.

## 5.2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado a campo, por meio de dois experimentos, sendo o primeiro desenvolvido na safra 2013/14 na fazenda Três Marias, localizada no distrito de Palmeirinha - PR, nas coordenadas S 25°19'53,0'', W 051°33'39,4'' e a 1049 m de altitude, e o segundo conduzido durante a safra 2014/15, na propriedade Vassoural, localizada no município de Guarapuava-PR, nas coordenadas S 25°23'59,6'', W 051°31'54,5'' e 1045 m de altitude. O clima da região é classificado como Cfb subtropical mesotérmico úmido (KÖPPEN, 1948), com verões frescos, invernos com ocorrência de geadas severas e frequentes, não apresentando estação seca. A temperatura média máxima anual é de 23,5°C e a temperatura média mínima anual é de 12,7°C (IAPAR, 2015). Na Figura 1, verificam-se os dados meteorológicos referentes ao período de execução do trabalho.

Os solos das áreas experimentais são classificados como LATOSSOLO Bruno distrófico Típico, textura argilosa (EMBRAPA, 2013). O solo na semeadura do experimento nas propriedades Três Marias e Vassoural apresentavam-se, respectivamente, das seguintes formas: pH em CaCl de 5,5 e 5,5; teor de H + Al<sup>+3</sup> de 4,3 e 4,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, Ca<sup>+2</sup> de 5,2 e 5,4

cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, Mg<sup>+2</sup> de 0,9 e 1,5 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, K<sup>+</sup> de 3,1 e 0,3 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, P de 16,0 e 9,3 mg dm<sup>-3</sup> (Mehlich), com 38,9 g e 40,3 dm<sup>-3</sup> de C, assim com argila de 530 e 500 g kg<sup>-1</sup>, silte de 325 e 300 g kg<sup>-1</sup>, e areia total de 175 e 200 g kg<sup>-1</sup>.

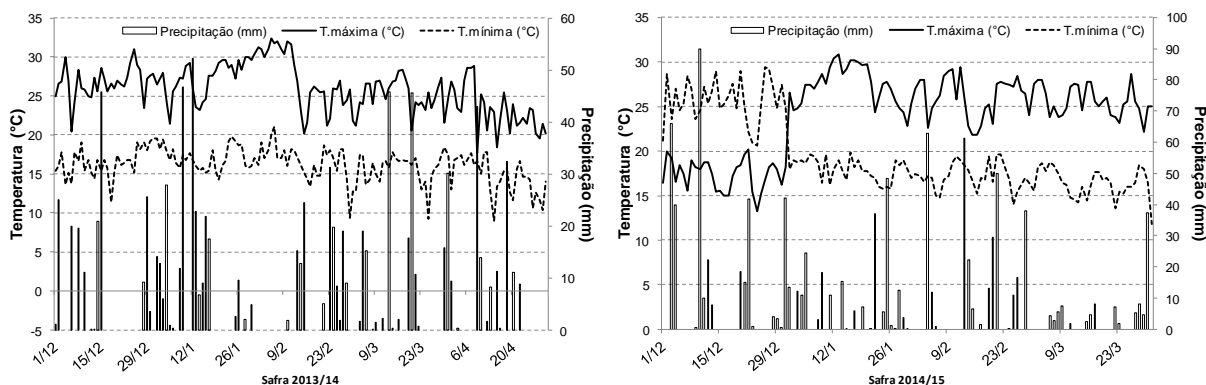


Figura 1. Dados meteorológicos referentes ao período de desenvolvimento das avaliações na cultura da soja nas safras 2013/14 e 2014/15. Guarapuava, PR - 2016.

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com dezesseis tratamentos e cinco repetições, conforme demonstrado na Tabela 1. As unidades experimentais foram representadas por parcelar com área total de 15,0 m<sup>2</sup> (3,0 x 5,0 m), sendo utilizado como as linhas centrais, e desconsiderado 0,5 m das extremidades e as linhas laterais das parcelas.

**Tabela 1.** Tratamentos estudados em soja RR<sup>®</sup>, em relação a dinâmica da seletividade e eficiência sobre o controle de oídio, utilizando associações de herbicidas com ou sem ácido salicílico. UNICENTRO/UNESP - Guarapuava-PR, Safras 2013/14 e 2014/15.

Tratamentos		Dose g i.a. ha <sup>-1</sup>	Dose mL ou g pc ha <sup>-1</sup>
1.	glyphosate RR <sup>1/</sup> *	960	2000
2.	salicilato de sódio AS <sup>2/</sup> *	256	320
3.	GRR + AS*	960 + 256	2000 + 320
4.	lactofen <sup>3/</sup>	30	125
5.	lactofen	60	250
6.	lactofen	120	500
7.	GRR <sup>1/</sup> + lactofen + AS <sup>2/</sup>	960 + 30 + 256	2000 + 125 + 320
8.	GRR + lactofen + AS	960 + 60 + 256	2000 + 250 + 320
9.	GRR + lactofen + AS	960 + 120 + 256	2000 + 500 + 320
10.	GRR + chorimuron <sup>4/</sup> *	960 + 12,5	2000 + 50
11.	GRR + chorimuron <sup>4/</sup> + AS*	960 + 12,5 + 256	2000 + 50 + 320
12.	GRR + cloransulam <sup>5/</sup> *	960 + 30,24	2000 + 36
13.	GRR + cloransulam <sup>5/</sup> + AS*	960 + 30,24 + 256	2000 + 36 + 320
14.	GRR + bentazon <sup>6/</sup> *	960 + 480	2000 + 800
15.	GRR + bentazon <sup>6/</sup> + AS*	960 + 480 + 256	2000 + 800 + 320
16.	testemunha capinada e sem aplicação		-

Obs.: <sup>1/</sup>Glyphosate Roundup Ready<sup>®</sup> (GRR) =; <sup>2/</sup>salicilato de sódio = ácido salicílico (AS); <sup>3/</sup>Cobra<sup>®</sup> = lactofen<sup>®</sup> (LAC); <sup>4/</sup>Classic<sup>®</sup> = chlorimuron (CHO); <sup>5/</sup>Pacto<sup>®</sup> = cloransulam (CLO); <sup>6/</sup>Basagran<sup>®</sup> = bentazon (BEN); \*Assist<sup>®</sup> a 0,25% v/v.

As sementeiras dos experimentos foram realizadas no mês de dezembro nas safras 2013/14 e 2014/15, utilizando espaçamento entre linhas de 0,45 m, população de 300 e 280 mil plantas ha<sup>-1</sup>, assim como adubação de base de 280 e 300 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 02-20-18 (NPK) para as cultivares BMX Apolo RR<sup>®</sup> (ciclo superprecoce, grupo de maturação 5.5 e crescimento indeterminado) e BMX Vanguarda IPRO<sup>®</sup> (ciclo precoce, grupo de maturação 6.0 e crescimento indeterminado), respectivamente.

As aplicações dos tratamentos herbicidas em pós-emergência ocorreram em 22/01/2014 e 13/01/2015 quando a cultura da soja BMX Apolo RR e BMX Vanguarda IPRO apresentavam estádios fenológico de V5-V6 e V4-V5, respectivamente. As aplicações foram realizadas utilizando um pulverizador costal pressurizado a CO<sub>2</sub>, equipado com quatro pontas TTI 110.15 (fabricante Teejet<sup>®</sup>), espaçadas entre si em 0,5 m e a 0,5 m de altura da parte aérea das plantas, em pressão de 2,1 kgf cm<sup>-2</sup>, constituindo taxa de aplicação de 200 L ha<sup>-1</sup>. As condições meteorológicas no momento das aplicações nas fazendas Três Marias (safra 2013/14 - início às 09h00min e término às 10h30min) e Vassoural (safra 2014/15 - início às 17h00min e término às 18h00min) no momento das aplicações foram monitoradas por um termo-anemômetro digital portátil, onde foram respectivamente registradas temperatura inicial de 24 e 23°C e final de 28 e 22°C, com umidade relativa de 75,7 e 62% no início e 65,4 e 61% no final, e velocidade do vento no inicial de 0,3 e 1,2 kmh<sup>-1</sup> e 0,8 e 2,3 kmh<sup>-1</sup> no final.

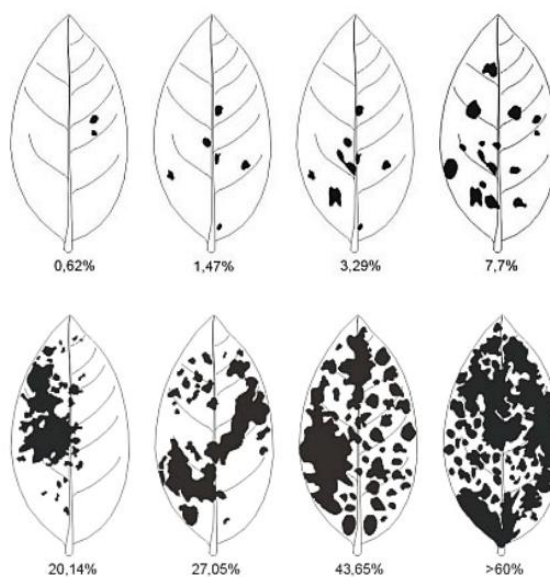
Durante todo o período de condução dos experimentos, independentemente da ação dos tratamentos sobre as plantas daninhas, as unidades experimentais foram periodicamente capinadas, evitando-se assim a interferência da infestação. Não foram utilizadas aplicações curativas ou preventivas de fungicidas, em virtude de um dos objetivos ser avaliar a incidência e severidade de doenças, tais como o oídio da soja, a qual foi a única doença que ocorreu nas duas safras. Realizou-se apenas o monitoramento de pragas, sendo adotadas as medidas de controle sempre que necessário, sendo que a escolha dos inseticidas, bem como a suas doses foram definidas seguindo as recomendações técnicas para a cultura da soja (Tecnologias, 2011).

As características avaliadas no trabalho foram: a porcentagem de fitointoxicação da cultura aos 7, 14, 21, 28, 35 e 50 DAA (dias após aplicação) dos tratamentos, por meio de escala de notas visuais segundo critérios da SBCPD (1995), onde 0% corresponde à ausência de injúria e 100% à morte das plantas; o teor de clorofila das folhas da cultura da soja, com auxílio de clorofilômetro portátil, modelo Minolta SPAD-502 (índice SPAD), utilizando oito

plantas amostradas por parcela aos 7, 14, 21 e 28 DAA; a altura de plantas, em três pontos por parcela com auxílio de régua graduada de madeira (altura do solo até a inserção da última folha completamente expandida) aos 7, 14, 21, 35 e 50 DAA.

A incidência da doença oídio (*Erysiphe difusa*) foi avaliada em 20 plantas por parcela, dando nota de presença ou ausência da doença em porcentagem, utilizando-se média das 20 plantas. Para severidade da doença oídio avaliou-se ao acaso dez folhas por parcela, posicionados no terço inferior da planta aos 21, 28 e 35 DAA, sendo as notas de severidade atribuídas em porcentagem de área foliar com sintomas da doença, utilizando-se escala diagramática ilustrada na Figura 2 (Mattiuzzi, 2003), onde 0% significou ausência de sintomas e 100% toda área foliar com sintomas. É importante salientar que o único local de ocorrência da doença foi no terço inferior das plantas, assim como o início de desenvolvimento da doença foi após os 14 e 35 DAA, onde ocorreram chuvas fortes que limpavam a área, devido o clima não ter favorecido ao patógeno.

Assim, como as informações do estágio fenológico da cultura (Yorinor, 1996) e da severidade da doença foram efetuados os cálculos da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), de acordo com a seguinte fórmula:  $AACPD = \sum_{i=1}^{n-1} [(Y_{i+1} + Y_i) * 0,5] * (T_{i+1} - T_i)$ , onde n representará o número de observações, y a severidade da doença e t é o intervalo de tempo entre duas avaliações consecutivas (SHANER e FINNEY, 1977; CAMPBELL e MADDEN, 1990). Em complemento, calculou-se a eficiência de controle do oídio (%), utilizando-se os dados da AACPD e a fórmula de Abbott (ABBOTT, 1925).



**Figura 2.** Ilustração da escala diagramática para severidade do oídio da soja (*Erysiphe difusa*), utilizada como parâmetro de avaliação. Fonte: Mattiuzzi (2003).

Na maturação da cultura foram realizadas avaliações dos componentes de produção número de vagens por planta (NVA), utilizando 10 plantas escolhidas aleatoriamente na área útil de cada parcela; o número de grãos por vagem (GVA), utilizando 10 vagens escolhidas aleatoriamente na área útil de cada parcela, assim como determinado a massa de 100 grãos (P100), por meio da pesagem em balança de precisão. A colheita foi realizada nas quatro linhas centrais das unidades experimentais, e os grãos foram pesados em balança de precisão, para obtenção da produtividade (PROD - kg ha<sup>-1</sup>), corrigida a umidade dos grãos para 13%.

Os dados foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade, assim como analisados pelo teste F quanto a variância, sendo as médias comparadas pelo teste de agrupamento de médias de Scott-Knott, a 5,0% de probabilidade, utilizado o software estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

### **5.3. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Para a característica fitointoxicação, observou-se que a intensidade de injúrias foram mais expressivas para os tratamentos com as associações de glyphosate + lactofen + ácido salicílico (960 + 30 + 256; 960 + 60 + 256 e 960 + 120 + 256 g i.a. ha<sup>-1</sup>), e lactofen isolado (30; 60 e 120 g i.a. ha<sup>-1</sup>), os quais nas duas cultivares superaram significativamente todos os demais tratamentos até os 50 DAA (Tabelas 2 e 3; Figura 3). As injúrias causadas pelas associações de glyphosate + lactofen + ácido salicílico foram significativamente superiores ao lactofen isolado, sendo o aumento da dose de lactofen responsável pelo aumento da intensidade dos efeitos fitotóxicos, e os sintomas constituídos por intenso necrosamento, bronzeamento e encarquilhamento das folhas, e redução do adensamento da parte aérea das plantas até aproximadamente 28 DAA (Figura 3). Desta forma, o ácido salicílico promoveu aumento da fitointoxicação nas cultivares de soja BMX Apolo RR (exp. 1) e BMX Vanguarda IPRO (exp. 2) quando associado ao glyphosate + lactofen, ao contrário de quando associado ao chlorimuron e cloransulan, onde os resultados indicaram redução significativa da fitointoxicação, quando associado ao ácido salicílico até os 21 DAA.

De forma geral, a aplicação de ácido salicílico isolado não causou efeito fitotóxico a cultura da soja, ao contrário de sua associação ao glyphosate que proporcionou a cultivar BMX Apolo RR leves sintomas visuais de injúrias até os 35 DAA, fato que pode estar relacionado ao adjuvante utilizado no tratamento, o qual pode ter aumentado a absorção de



AS especificamente para essa cultivar. Para a associação de glyphosate aos inibidores de ALS chlorimuron e cloransulam, os sintomas de fitointoxicação apresentaram na forma de leves injúrias, caracterizadas como clorose, com rápida recuperação, corroborando com Vidrine et al. (2002) e Neto et al. (2009).

Para o teor de clorofila nas folhas, constatou-se que de forma geral a cultivar de soja BMX Vanguarda IPRO foi mais sensível a interferência dos tratamentos em relação a BMX Apolo RR (Tabelas 4 e 5). No entanto, as reduções mais expressivas para ambas cultivares ocorreram aos 7 DAA, onde quase a totalidade dos tratamentos tiveram redução significativa do teor clorofilas em relação a testemunha sem aplicação. A partir dos 14 DAA, a interferência negativa dos tratamentos foram bem menos expressivas principalmente para teor de clorofila da cultivar BMX Apolo RR, ao contrário da cultivar BMX Vanguarda IPRO, onde foi possível identificar até os 28 DAA redução significativa, sendo a associação de glyphosate + lactofen + ácido salicílico, na dose de 960 + 120 + 256 g i.a. ha<sup>-1</sup>, a que sofreu os maiores níveis de redução.

Segundo Yamada & Castro (2007), para o glyphosate a redução no teor de clorofila pode ser resultado da menor síntese ou da maior degradação da clorofila. Entretanto, existem evidências que o glyphosate causa efeitos deletérios na síntese de ácido aminolevulínico (ALA), um precursor na biossíntese de clorofila (KITCHEN et al., 1981; NILSSON, 1985).

De forma geral, o ácido salicílico aplicado isolado ou associado apenas ao glyphosate não influenciou no teor de clorofila das plantas das duas cultivares de soja. Apesar do ácido salicílico ser um indutor de resistência que atua de forma antagônica a rota bioquímica do etileno (FREDDO et al., 2003), retardando a senescência dos vegetais, não foram caracterizados incrementos do teor de clorofila nas plantas quando utilizado em associação com glyphosate e com os demais herbicidas latifolicidas.

Em relação a altura de plantas, foram constatados comportamentos similares para as cultivares BMX Apolo RR (exp. 1) e BMX Vanguarda IPRO (exp. 2) quanto aos efeitos de supressão do desenvolvimento da parte aérea das plantas, principalmente quando submetidas a aplicação das associações dos herbicidas que envolveram lactofen (Tabelas 6 e 7). Para a cultivar BMX Apolo RR (Tabela 6), somente os tratamentos com glyphosate (960 g i.a. ha<sup>-1</sup>), ácido salicílico (256 g i.a. ha<sup>-1</sup>), glyphosate + ácido salicílico (960 + 256 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e lactofen (30 g i.a. ha<sup>-1</sup>), não diferiram significativamente da testemunha sem aplicação. Todos demais tratamentos proporcionaram a redução significativa da altura e, conseqüentemente, na

diminuição do adensamento da parte aérea das plantas até os 50 DAA. Com exceção das associações de glyphosate + chlorimuron e glyphosate + chlorimuron + ácido salicílico, lactofen isolado (120 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e glyphosate + lactofen + ácido salicílico (960 + 120 + 256 g i.a. ha<sup>-1</sup>) que apresentaram os maiores níveis reduções de altura em relação aos demais, apenas aos 21 DAA. Ressalta-se que todas demais associações envolvendo os herbicidas cloransulam e bentazon também apresentaram supressão da altura das plantas, não diferindo significativamente desses e dos tratamentos compostos por lactofen ou glyphosate + lactofen + ácido salicílico.

Para a cultivar BMX Vanguarda IPRO, o comportamento da supressão da altura das plantas pelos tratamentos foi bastante similar a cultivar BMX Apolo RR até os 21 DAA, visto que os únicos tratamentos que foram efetivos na supressão da altura das plantas foram lactofen isolado, na dose de 120 g i.a. ha<sup>-1</sup>, e glyphosate + lactofen + ácido salicílico, na dose de 960 + 120 + 256 g i.a. ha<sup>-1</sup>, diferindo significativamente de todos os demais tratamentos até os 50 DAA (Tabelas 6 e 7). As demais associações glyphosate + lactofen + ácido salicílico e os tratamentos envolvendo os herbicidas glyphosate + chlorimuron, glyphosate + cloransulam e glyphosate + bentazon, na presença ou ausência de ácido salicílico, apesar de menos efetivas que na cultivar BMX Apolo RR, também apresentaram redução significativa da altura das plantas somente até os 21 DAA. Para as duas cultivares estudadas, o ácido salicílico aplicado isolado ou associado apenas ao glyphosate não foi efetivo na supressão do desenvolvimento das plantas de soja. Lee et al. (2000) mencionaram que o arranjo de planta, tais como o uso de altas densidades e reduzidos espaçamentos entre fileiras torna o microclima mais propenso ao desenvolvimento de patógenos, beneficiando a infecção da cultura. Nesse sentido, Rizzardi et al. (2003) relataram a necessidade de maior cuidado com algumas práticas culturais importantes, como rotação de culturas e o arranjo de plantas, servirem de ferramentas no controle de doenças em culturas.

Outro fator importante da supressão está em evitar o acamamento da cultura da soja, que ocorre devido a fatores como alta densidade de plantas por área, excesso de fornecimento hídrico, ventos fortes e cultivares de porte alto (MARCHIORI et al., 1999; TOURINO et al., 2002; CATO; CASTRO, 2006; LINZMEYER JUNIOR et al., 2008). Segundo COODETEC (2009), locais de elevadas altitudes, como é o caso de Guarapuava/PR, há maior possibilidade de ocorrer o acamamento de plantas. O acamamento é um dos fatores que pode limitar a produção da cultura da soja dependendo da intensidade e do estágio de desenvolvimento da

planta (COBER et al., 2005), além de prejudicar a qualidade dos grãos e a eficiência da colheita mecanizada (CATO; CASTRO, 2006; SILVA et al., 2008).

Para o número de vagens por planta, a cultivar BMX Apolo RR sofreu os maiores níveis de redução desta variável apenas quando submetida a aplicação das associações de glyphosate + lactofen + ácido salicílico, glyphosate + chlorimuron e glyphosate + chlorimuron + ácido salicílico, assim como de lactofen isolado (Tabela 8). Este fato pode ser justificado devido a associação dos fatores que caracterizam a cultivar apresentar crescimento indeterminado, e a semeadura ter sido tardia. Com isso, existe a possibilidade de ter ocorrido o florescimento precoce da cultivar, coincidindo do estágio V5-V6 da aplicação ficar mais próximo do estágio R1, o que pode ter levado a redução no número de flores e, conseqüentemente, no número de vagens por planta. Para a cultivar BMX Vanguarda IPRO a redução do número de vagens por planta ocorreu apenas para a aplicação de glyphosate + lactofen + ácido salicílico, nas doses de 480 + 60 + 256 g i.a. ha<sup>-1</sup> e 480 + 120 + 256 g i.a. ha<sup>-1</sup>, assim como de lactofen isolado, nas doses de 60 e 120 g i.a. ha<sup>-1</sup> (Tabela 8). Em complemento, ressalta-se que para essa cultivar a redução do número de vagens por planta para o tratamento com glyphosate + lactofen + ácido salicílico (480 + 120 + 256 g i.a. ha<sup>-1</sup>) coincidiu com redução significativa de produtividade.

Para o número de grão por vagens e peso de 100 grãos, não foram constatadas diferenças entre os tratamentos para a cultivar BMX Vanguarda IPRO (Tabela 9), ao contrário da cultivar BMX Apolo RR (Tabela 8), a qual apresentou para essas características pequenas mas significativas diferenças quanto ao número de grão por vagens para todos os tratamentos em relação a testemunha sem aplicação, sendo os menores valores obtidos com glyphosate + lactofen + ácido salicílico e lactofen isolado nas maiores doses. Isso pode ter ocorrido em função da aplicação ter ocorrido muito próximo do florescimento, que pode ter afetado a fecundação adequada das plantas.

Para o peso de 100 grãos da cultivar BMX Apolo RR, apenas os tratamentos com lactofen (120 g i.a. ha<sup>-1</sup>), glyphosate + lactofen + ácido salicílico e glyphosate + chlorimuron os tratamentos que apresentaram diferenças apesar de pequenas, mas significativamente inferiores a testemunha e aos demais tratamentos. Novamente constatou-se que entre os tratamentos que reduziram conjuntamente o número de vagens e peso de 100 grãos, tais como glyphosate + lactofen + ácido salicílico e glyphosate + chlorimuron, apresentam redução significativa de produtividade da cultivar BMX Apolo RR. Nesse sentido, pode-se constatar

que o glyphosate + chlorimuron associado ao ácido salicílico não sofreu redução de rendimento, demonstrando eficiência dessa associação para essa cultivar, mesmo com aplicação tardia. Outros autores também mencionaram altos níveis de fitointoxicação e redução de produtividade da cultura de soja RR utilizando a associação de glyphosate + lactofen ou mesmo lactofen isolado (SOUZA et al., 2002; CORREIA, DURIGAN e LEITE, 2008; ALONSO et al., 2010; 2011).

De forma geral, a aplicação de ácido salicílico isolada ou associada ao glyphosate, e as misturas de glyphosate + chlorimuron, glyphosate + cloransulan e glyphosate + bentazon não diferiram significativamente da testemunha e/ou mesmo do glyphosate isolado, em relação as características culturais número de vagens, grãos por vagem, peso de 100 grãos e produtividade das duas cultivares de soja. Esses resultados sugerem segurança na aplicação com os referidos herbicidas e associações com o ácido salicílico, mesmo tendo sido caracterizado apenas vantagens técnica para associação com glyphosate + chlorimuron, evitando a redução do número de vagens, peso de 100 grãos e a produtividade de grão da cultivar de soja BMX Apolo RR. Esse efeito protetor do ácido salicílico sobre a associação de glyphosate + chlorimuron, especificamente para a cultivar BMX Apolo RR, é difícil de explicar a razão. Entretanto, esse resultado pode ter ocorrido devido a uma possível interação físico-química antagônica entre a formulação do chlorimuron e o ácido salicílico, assim como por uma ação sinérgica direta dessa mistura no metabolismo da soja, que proporcionou desintoxicação do efeito herbicida.

Os resultados de porcentagem de incidência e, principalmente, de severidade do oídio na soja indicaram que todos os tratamentos apresentaram redução significativa em relação a testemunha para as cultivares BMX Apolo RR e BMX Vanguarda IPRO, nas [avaliações](#) de 21, 28 e 35 DAA (Tabelas 10 e 11; Figuras 4 e 5). Segundo Oliveira (2014) quando uma substância, como os herbicidas, ativa fitoalexinas ou sintetizam outras enzimas em vegetais, como a gliceolina, está substância recebe o nome de eliciadora. Essa atividade do agente indutor/eliciador não é uma ação antipatógeno, e sim um ativamento dos mecanismos de defesa estruturais e bioquímicos da planta em resposta a presença de um patógeno (PASCHOLATI, 2010).

Para ambas as cultivares constatou-se que todas as doses de lactofen isolado e glyphosate + lactofen + ácido salicílico apresentaram elevado efeito supressor da incidência e severidade dessa doença, assim como da AACPD, não diferindo significativamente entre si, e

constituindo alto nível de controle, com valores entre 86,9% a 92,5%. Em estudo com *Sclerotinia sclerotiorum*, o controle dos inibidores da PROTOX em relação a essa doença é explicado pelo acúmulo de gliceolina, uma importante fitoalexina responsável pelo mecanismo de defesa das plantas de soja (DANN et al., 1999).

O ácido salicílico isolado ou glyphosate + ácido salicílico, assim como as associações de glyphosate ao chlorimuron (12,5 g i.a. ha<sup>-1</sup>), cloransulan (30,2 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e bentazon (480 g i.a. ha<sup>-1</sup>), com ou sem ácido salicílico, também foram altamente eficientes na supressão da incidência e severidade do oídio, e de forma semelhante ao lactofen, constituíram alto nível de controle, com valores entre 76,0% a 91,4% (Tabelas 10 e 11; Figuras 4 e 5). De acordo com CIA et al. (2007), compostos derivados de ácido benzóico, tal como o ácido salicílico podem promover indução a resistência contra patógenos. Kessmann et al. (1994) mencionaram que a aplicação exógena de ácido salicílico induz a expressão de genes de PR-proteínas, não somente no local da aplicação, mas de forma sistêmica, sugerindo que o ácido salicílico pode atuar na resistência sistêmica adquirida (SAR), que é uma forma de resistência induzida, que aumenta a resistência de plantas contra infecções subsequentes e ataques de fitopatógenos.

O glyphosate isolado, apesar de também ter apresentado bom efeito supressor da incidência e severidade do oídio, apresentou menor AACPD em relação a todos os demais tratamentos aplicados, mas constituiu índices de controle de 75,7 e 63,0 para as cultivares BMX Apolo RR e BMX Vanguarda IPRO, respectivamente. Segundo Rizzardi et al. (2003) e Poweel e Swanton (2008), plantas intoxicadas com baixas doses de glyphosate apresentam menores níveis de resistência a doenças fúngicas.

Para Buchanan et al. (2000) e Srivastava (2001), o mecanismo de ação do glyphosate interfere na rota do ácido chiquímico, o qual apresenta papel de precursor e esta envolvido na defesa de plantas a patógenos, destacando-se: taninos, antocianinas, ácido salicílico, lignina, flavonas, isoflavonas e cumarinas. Após a introdução de cultivares transgênicas resistentes ao glyphosate, tem-se discutido muito a possível ação deste produto sobre fitopatógenos (SOARES et al., 2008). Desta forma, Johal e Huber (2009) apresentaram duas hipóteses para essa menor resistência, sendo a primeira que o nível de ingrediente ativo aplicado nas plantas excederia a capacidade da enzima transgênica de tolerá-lo em determinadas situações, e a segunda é que sob estresse, a atividade transcricional da enzima transgênica não seria compatível com a mesma atividade da enzima original.

Desta forma, a possível explicação do glyphosate ter reduzido a incidência e severidade do oídio, mesmo que com níveis superiores em relação aos demais herbicidas aplicados, pode estar no controle direto herbicida x patógeno, que segundo Arcuri et al. (2004), a via metabólica do ácido chiquímico também está presente em fungos. Nesse mesmo sentido, Kruse, Trezzi e Vidal (2000) relataram que a enzima EPSPs é codificada no núcleo e desempenha sua ação catalítica no cloroplasto, sendo fortemente inibida em fungos também, e não apenas em plantas, sendo apenas os animais não apresentando essa enzima.

A aplicação dos herbicidas e ácido salicílico em relação ao patógeno proporcionou bons resultados de ação fungistática na cultura da soja, demonstrando que pode ser utilizado como controle complementar para oídio da soja. No entanto, ainda é importante ressaltar que aos 35 DAA, a incidência da doença na área foi reduzida devido às condições climáticas de alta umidade, que não são favoráveis a continuidade de desenvolvimento do patógeno.

Os resultados desse estudo indicam ainda haver a necessidade de novos trabalhos a campo sobre os efeitos dos herbicidas associados ou não a elicitores como o ácido salicílico nas culturas e na indução de resistência a patógenos, para que assim possa ser segura a recomendação dessa prática como manejo complementar para o controle de doenças. Essa confirmação com novos trabalhos a campo poderá indicar futuramente se o manejo de plantas daninhas com herbicidas é também uma ferramenta auxiliar na redução da incidência e severidade de doenças, desde que não afete a produtividade e qualidade das culturas.

**Tabela 2 - Fitointoxicação (%) da soja BMX Apolo RR (exp.1) aos 7, 14, 21, 28, 35 e 50 dias após a aplicação (DAA) submetidas a aplicação em pós-emergência de lactofen e outros herbicidas isolados ou associados ao ácido salicílico. Guarapuava - PR, 2013/14.**

Tratamentos	Doses g i.a. ou e.a. ha <sup>-1</sup>	Fitointoxicação (%)					
		7 <sup>DAA</sup>	14 <sup>DAA</sup>	21 <sup>DAA</sup>	28 <sup>DAA</sup>	35 <sup>DAA</sup>	50 <sup>DAA</sup>
1. GRR <sup>1/*</sup>	960	0,0 H	0,0 I	0,0 G	0,0 F	0,0 G	0,0
2. AS <sup>2/*</sup>	256	0,0 H	0,0 I	0,0 G	0,0 F	0,0 G	0,0
3. GRR + AS*	960 + 256	11,6 F	7,8 F	5,2 D	3,4 D	1,8 F	0,0
4. LAC <sup>3/</sup>	30	20,2 D	11,6 E	9,6 C	5,2 C	4,4 D	0,6
5. LAC	60	26,0 C	15,6 D	11,4 B	6,2 C	5,2 D	0,6
6. LAC	120	28,8 C	18,6 C	14,2 A	8,8 B	6,2 C	1,6
7. GRR <sup>1/</sup> + LAC + AS <sup>2/</sup>	960 + 30 + 256	35,0 B	19,2 C	11,0 B	8,8 B	7,4 B	1,6
8. GRR + LAC + AS	960 + 60 + 256	35,0 B	24,0 B	12,2 B	8,8 B	9,2 A	3,8
9. GRR + LAC + AS	960 + 120 + 256	40,0 A	27,8 A	13,8 A	10,4 A	9,2 A	4,8
10. GRR + CHO <sup>4/*</sup>	960 + 12,5	18,0 D	10,4 E	5,6 D	3,0 D	3,0 E	0,0
11. GRR + CHO <sup>4/</sup> + AS*	960 + 12,5 + 256	14,6 E	5,6 G	3,4 F	3,0 D	3,0 E	0,0
12. GRR + CLO <sup>5/*</sup>	960 + 30,24	5,4 G	3,0 H	3,0 F	0,0 F	0,0 G	0,0
13. GRR + CLO + AS*	960 + 30,24 + 256	3,4 G	0,0 I	0,0 G	0,0 F	0,0 G	0,0
14. GRR + BEN <sup>6/*</sup>	960 + 480	12,0 F	6,8 F	3,0 F	0,6 F	0,0 G	0,0
15. GRR + BEN + AS *	960 + 480 + 256	15,6 E	4,6 G	3,0 F	1,8 E	0,0 G	0,0
16. testemunha capinada sem aplicação		0,0 H	0,0 I	0,0 G	0,0 F	0,0 G	0,0
F <sub>cal</sub>	-	165,623*	215,034*	68,030*	72,706*	57,920*	-
CV <sup>(5%)</sup>	-	13,92	14,18	23,83	26,42	32,74	-

Obs.: <sup>1</sup> Obs.: <sup>1</sup> glyphosate = Glyphosate Roundup Ready<sup>®</sup> (GRR); <sup>2</sup> ácido salicílico = salicilato de sódio (AS); <sup>3</sup> lactofen<sup>®</sup> = Cobra<sup>®</sup> (LAC); <sup>4</sup> chlorimuron-ethyl = Classic<sup>®</sup> (CHO); <sup>5</sup> cloransulam-methyl = Pacto<sup>®</sup>; <sup>6</sup> bentazon = Basagran<sup>®</sup> (BEN); \* Assist<sup>®</sup> a 0,25% v/v. - Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo agrupamento do teste de Scott-Knott (p<0,05) \* = significativo; NS = não significativo.

**Tabela 3 - Fitointoxicação (%) da soja BMX Vanguarda IPRO (exp. 2) aos 7, 14, 21, 28, 35 e 50 dias após a aplicação (DAA) submetidas a aplicação em pós-emergência de lactofen e outros herbicidas isolados ou associados ao ácido salicílico. Guarapuava - PR, 2014/15.**

Tratamentos	Doses g i.a. ou e.a. ha <sup>-1</sup>	Fitointoxicação (%)					
		7 <sup>DAA</sup>	14 <sup>DAA</sup>	21 <sup>DAA</sup>	28 <sup>DAA</sup>	35 <sup>DAA</sup>	50 <sup>DAA</sup>
1. GRR <sup>1/*</sup>	960	3,0 H	0,0 G	0,0 F	0,0 E	0,0 D	0,0
2. AS <sup>2/*</sup>	256	0,0 I	0,0 G	0,0 F	0,0 E	0,0 D	0,0
3. GRR + AS*	960 + 256	3,0 H	0,0 G	0,0 F	0,0 E	0,0 D	0,0
4. LAC <sup>3/</sup>	30	11,8 F	3,8 F	0,0 F	0,0 E	0,0 D	0,0
5. LAC	60	14,6 E	6,2 E	3,4 E	0,0 E	0,0 D	0,0
6. LAC	120	21,2 D	11,2 D	6,8 D	4,2 D	1,8 C	0,0
7. GRR <sup>1/</sup> + LAC + AS <sup>2/</sup>	960 + 30 + 256	24,6 C	15,2 C	11,8 C	7,4 C	2,6 C	0,0
8. GRR + LAC + AS	960 + 60 + 256	34,2 B	23,2 B	17,8 B	13,2 B	7,8 B	1,4
9. GRR + LAC + AS	960 + 120 + 256	39,8 A	29,8 A	22,2 A	16,2 A	9,8 A	3,0
10. GRR + CHO <sup>4/*</sup>	960 + 12,5	5,0 G	3,0 F	0,0 F	0,0 E	0,0 D	0,0
11. GRR + CHO <sup>4/</sup> + AS*	960 + 12,5 + 256	3,0 H	0,0 G	0,0 F	0,0 E	0,0 D	0,0
12. GRR + CLO <sup>5/*</sup>	960 + 30,24	5,0 G	3,0 F	0,0 F	0,0 E	0,0 D	0,0
13. GRR + CLO + AS*	960 + 30,24 + 256	3,0 H	0,0 G	0,0 F	0,0 E	0,0 D	0,0
14. GRR + BEN <sup>6/*</sup>	960 + 480	5,0 G	3,4 F	0,0 F	0,0 E	0,0 D	0,0
15. GRR + BEN + AS *	960 + 480 + 256	3,0 H	3,0 F	0,0 F	0,0 E	0,0 D	0,0
16. testemunha capinada sem aplicação		0,0 I	0,0 G	0,0 F	0,0 E	0,0 D	0,0
F <sub>cal</sub>	-	959,130*	334,537*	285,730*	219,277*	48,818*	-
CV <sup>(5%)</sup>	-	8,19	17,37	24,40	30,58	70,25	-

Obs.: <sup>1</sup> Obs.: <sup>1</sup> glyphosate = Glyphosate Roundup Ready<sup>®</sup> (GRR); <sup>2</sup> ácido salicílico = salicilato de sódio (AS); <sup>3</sup> lactofen<sup>®</sup> = Cobra<sup>®</sup> (LAC); <sup>4</sup> chlorimuron-ethyl = Classic<sup>®</sup> (CHO); <sup>5</sup> cloransulam-methyl = Pacto<sup>®</sup>; <sup>6</sup> bentazon = Basagran<sup>®</sup> (BEN); \* Assist<sup>®</sup> a 0,25% v/v. - Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo agrupamento do teste de Scott-Knott (p<0,05) \* = significativo; NS = não significativo.

**Tabela 4** - Teor de clorofila (SPAD) da soja BMX Apolo RR (exp.1) aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA) submetidas a aplicação em pós-emergência de lactofen e outros herbicidas isolados ou associados ao ácido salicílico. Guarapuava - PR, 2013/14.

Tratamentos	Doses g i.a. ou e.a. ha <sup>-1</sup>	Teor de clorofila (SPAD)			
		7 <sup>DAA</sup>	14 <sup>DAA</sup>	21 <sup>DAA</sup>	28 <sup>DAA</sup>
1. GRR <sup>1/*</sup>	960	31,2 A	33,0 B	33,8	33,3
2. AS <sup>2/*</sup>	256	30,2 B	33,1 A	33,3	33,6
3. GRR + AS*	960 + 256	32,9 A	33,6 A	33,4	33,3
4. LAC <sup>3/</sup>	30	29,5 B	33,9 A	33,8	33,3
5. LAC	60	29,9 B	33,3 A	32,9	33,0
6. LAC	120	29,1 B	32,9 B	32,7	33,0
7. GRR <sup>1/</sup> + LAC + AS <sup>2/</sup>	960 + 30 + 256	30,1 B	33,3 A	33,0	33,3
8. GRR + LAC + AS	960 + 60 + 256	29,8 B	33,2 A	33,4	33,1
9. GRR + LAC + AS	960 + 120 + 256	28,9 B	32,8 B	33,2	33,1
10. GRR + CHO <sup>4/*</sup>	960 + 12,5	28,3 B	32,1 B	33,7	33,3
11. GRR + CHO <sup>4/</sup> + AS*	960 + 12,5 + 256	29,7 B	32,4 B	33,7	33,1
12. GRR + CLO <sup>5/*</sup>	960 + 30,24	29,1 B	32,7 B	33,3	33,3
13. GRR + CLO + AS*	960 + 30,24 + 256	29,9 B	33,8 A	33,6	33,4
14. GRR + BEN <sup>6/*</sup>	960 + 480	30,0 B	33,0 B	33,9	33,1
15. GRR + BEN + AS *	960 + 480 + 256	28,9 B	32,6 B	33,0	33,2
16. testemunha capinada sem aplicação		32,5 A	33,3 A	33,6	33,4
F <sub>cal</sub>	-	1,963*	3,395*	0,620 <sup>NS</sup>	1,124 <sup>NS</sup>
CV <sup>(5%)</sup>	-	6,59	1,79	3,06	1,09

Obs.: <sup>1</sup> glyphosate = Glyphosate Roundup Ready<sup>®</sup> (GRR); <sup>2</sup> ácido salicílico = salicilato de sódio (AS); <sup>3</sup> lactofen<sup>®</sup> = Cobra<sup>®</sup> (LAC); <sup>4</sup> chlorimuron-ethyl = Classic<sup>®</sup> (CHO); <sup>5</sup> cloransulam-methyl = Pacto<sup>®</sup>; <sup>6</sup> bentazon = Basagran<sup>®</sup> (BEN); \* Assist<sup>®</sup> a 0,25% v/v. - Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo agrupamento do teste de Scott-Knott (p<0,05) \* = significativo; NS = não significativo.

**Tabela 5** - Teor de clorofila (SPAD) da soja BMX Vanguarda IPRO (exp. 2) aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA) submetidas a aplicação em pós-emergência de lactofen e outros herbicidas isolados ou associados ao ácido salicílico. Guarapuava - PR, 2014/15.

Tratamentos	Doses g i.a. ou e.a. ha <sup>-1</sup>	Teor de clorofila (SPAD)			
		7 <sup>DAA</sup>	14 <sup>DAA</sup>	21 <sup>DAA</sup>	28 <sup>DAA</sup>
1. GRR <sup>1/*</sup>	960	31,6 D	32,3 A	31,9 B	32,1 B
2. AS <sup>2/*</sup>	320	33,5 B	32,5 A	32,4 B	32,2 B
3. GRR + AS*	960 + 256	32,3 C	33,1 A	32,2 B	31,7 C
4. LAC <sup>3/</sup>	30	31,0 E	32,5 A	31,4 B	32,3 B
5. LAC	60	31,0 E	32,5 A	31,1 B	31,7 C
6. LAC	120	30,3 F	29,6 B	30,1 C	31,2 C
7. GRR <sup>1/</sup> + LAC + AS <sup>2/</sup>	960 + 30 + 256	29,5 G	32,6 A	30,1 C	31,4 C
8. GRR + LAC + AS	960 + 60 + 256	29,0 G	32,9 A	29,7 C	31,6 C
9. GRR + LAC + AS	960 + 120 + 256	27,7 H	28,1 B	28,3 D	30,1 D
10. GRR + CHO <sup>4/*</sup>	960 + 12,5	30,6 E	33,3 A	32,1 B	31,8 C
11. GRR + CHO <sup>4/</sup> + AS*	960 + 12,5 + 256	31,0 E	33,3 A	32,1 B	31,7 C
12. GRR + CLO <sup>5/*</sup>	960 + 30,24	31,5 D	33,2 A	32,2 B	31,7 C
13. GRR + CLO + AS*	960 + 30,24 + 256	31,1 E	33,1 A	31,9 B	31,2 C
14. GRR + BEN <sup>6/*</sup>	960 + 480	31,3 D	33,0 A	32,6 B	31,3 C
15. GRR + BEN + AS *	960 + 480 + 256	32,0 C	32,9 A	32,3 B	31,4 C
16. testemunha capinada sem aplicação		34,1 A	34,3 A	33,9 A	33,3 A
F <sub>cal</sub>	-	75,402*	3,841*	12,827*	5,639*
CV <sup>(5%)</sup>	-	1,29	5,33	2,71	2,00

Obs.: <sup>1</sup> glyphosate = Glyphosate Roundup Ready<sup>®</sup> (GRR); <sup>2</sup> ácido salicílico = salicilato de sódio (AS); <sup>3</sup> lactofen<sup>®</sup> = Cobra<sup>®</sup> (LAC); <sup>4</sup> chlorimuron-ethyl = Classic<sup>®</sup> (CHO); <sup>5</sup> cloransulam-methyl = Pacto<sup>®</sup>; <sup>6</sup> bentazon = Basagran<sup>®</sup> (BEN); \* Assist<sup>®</sup> a 0,25% v/v. - Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo agrupamento do teste de Scott-Knott (p<0,05) \* = significativo; NS = não significativo.



**Tabela 6** - Altura (cm) da soja BMX Apolo RR (exp.1) aos 7, 14, 21, 35 e 50 dias após a aplicação (DAA) submetidas a aplicação em pós-emergência de lactofen e outros herbicidas isolados ou associados ao ácido salicílico. Guarapuava - PR, 2013/14.

Tratamentos	Doses g i.a. ou e.a. ha <sup>-1</sup>	Altura (cm)				
		7 <sup>DAA</sup>	14 <sup>DAA</sup>	21 <sup>DAA</sup>	35 <sup>DAA</sup>	50 <sup>DAA</sup>
1. GRR <sup>1/*</sup>	960	56,9 A	78,1 A	81,2 A	82,8 A	83,5 A
2. AS <sup>2/*</sup>	320	57,5 A	78,5 A	81,3 A	83,8 A	83,4 A
3. GRR + AS*	960 + 256	56,3 A	78,6 A	80,7 A	83,7 A	84,0 A
4. LAC <sup>3/</sup>	30	56,1 A	78,9 A	81,7 A	83,5 A	81,4 A
5. LAC	60	52,9 B	74,5 B	76,5 B	77,9 B	75,9 B
6. LAC	120	53,7 B	71,7 B	73,1 C	75,2 B	73,8 B
7. GRR <sup>1/</sup> + LAC + AS <sup>2/</sup>	960 + 30 + 256	53,7 B	75,4 B	77,2 B	76,4 B	76,3 B
8. GRR + LAC + AS	960 + 60 + 256	54,3 B	73,8 B	78,0 B	77,3 B	77,2 B
9. GRR + LAC + AS	960 + 120 + 256	53,3 B	73,5 B	73,9 C	75,3 B	75,0 B
10. GRR + CHO <sup>4/*</sup>	960 + 12,5	53,3 B	72,1 B	74,1 C	74,7 B	77,7 B
11. GRR + CHO <sup>4/</sup> + AS*	960 + 12,5 + 256	53,1 B	73,5 B	75,3 C	73,6 B	79,7 B
12. GRR + CLO <sup>5/*</sup>	960 + 30,24	54,1 B	73,4 B	76,9 B	78,2 B	78,2 B
13. GRR + CLO + AS*	960 + 30,24 + 256	53,5 B	75,2 B	78,3 B	77,1 B	78,9 B
14. GRR + BEN <sup>6/*</sup>	960 + 480	55,2 B	73,3 B	77,4 B	75,9 B	78,3 B
15. GRR + BEN + AS *	960 + 480 + 256	54,5 B	74,3 B	77,9 B	77,9 B	78,2 B
16. testemunha capinada sem aplicação		57,6 A	78,3 A	81,4 A	84,4 A	84,9 A
F <sub>cal</sub>	-	2,771*	3,737*	5,302*	6,288*	6,586*
CV <sub>(5%)</sub>	-	3,78	3,81	3,55	4,22	3,74

Obs.: <sup>1</sup> Obs.: <sup>1</sup> glyphosate = Glyphosate Roundup Ready<sup>®</sup> (GRR); <sup>2</sup> ácido salicílico = salicilato de sódio (AS); <sup>3</sup> lactofen<sup>®</sup> = Cobra<sup>®</sup> (LAC); <sup>4</sup> chlorimuron-ethyl = Classic<sup>®</sup> (CHO); <sup>5</sup> cloransulam-methyl = Pacto<sup>®</sup>; <sup>6</sup> bentazon = Basagran<sup>®</sup> (BEN); \* Assist<sup>®</sup> a 0,25% v/v. - Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo agrupamento do teste de Scott-Knott (p<0,05) \* = significativo; NS = não significativo.

**Tabela 7** - Altura (cm) da soja BMX Vanguarda IPRO (exp. 2) aos 7, 14, 21, 35 e 50 dias após a aplicação (DAA) submetidas a aplicação em pós-emergência de lactofen e outros herbicidas isolados ou associados ao ácido salicílico. Guarapuava - PR, 2014/15.

Tratamentos	Doses g i.a. ou e.a. ha <sup>-1</sup>	Altura (cm)				
		7 <sup>DAA</sup>	14 <sup>DAA</sup>	21 <sup>DAA</sup>	35 <sup>DAA</sup>	50 <sup>DAA</sup>
1. GRR <sup>1/*</sup>	960	40,2 B	48,1 A	59,6 A	81,6 A	101,5 A
2. AS <sup>2/*</sup>	320	39,8 B	47,9 A	59,1 A	82,4 A	100,2 A
3. GRR + AS*	960 + 256	39,2 C	48,0 A	58,9 A	82,3 A	101,7 A
4. LAC <sup>3/</sup>	30	34,9 F	46,7 B	57,2 B	82,9 A	102,1 A
5. LAC	60	35,4 F	45,8 B	56,0 C	81,3 A	100,4 A
6. LAC	120	32,2 H	43,9 D	55,7 C	70,6 C	91,0 C
7. GRR <sup>1/</sup> + LAC + AS <sup>2/</sup>	960 + 30 + 256	35,1 F	45,9 B	56,1 C	83,2 A	100,7 A
8. GRR + LAC + AS	960 + 60 + 256	35,2 F	45,3 C	56,1 C	83,0 A	100,4 A
9. GRR + LAC + AS	960 + 120 + 256	33,9 G	42,7 D	54,7 D	73,7 B	95,3 B
10. GRR + CHO <sup>4/*</sup>	960 + 12,5	37,0 E	46,8 B	57,2 B	82,8 A	101,1 A
11. GRR + CHO <sup>4/</sup> + AS*	960 + 12,5 + 256	37,4 E	46,7 B	57,1 B	83,0 A	101,9 A
12. GRR + CLO <sup>5/*</sup>	960 + 30,24	37,3 E	46,4 B	57,3 B	82,5 A	101,6 A
13. GRR + CLO + AS*	960 + 30,24 + 256	37,4 E	47,1 A	57,5 B	83,4 A	100,6 A
14. GRR + BEN <sup>6/*</sup>	960 + 480	38,0 D	46,3 B	57,3 B	82,9 A	100,6 A
15. GRR + BEN + AS *	960 + 480 + 256	37,9 D	47,6 A	56,9 B	83,6 A	99,8 A
16. testemunha capinada sem aplicação		41,1 A	48,8 A	59,5 A	84,0 A	100,1 A
F <sub>cal</sub>	-	101,31*	11,73*	14,951*	46,578*	13,725*
CV <sub>(5%)</sub>	-	1,44	2,23	1,43	1,51	1,72

Obs.: <sup>1</sup> Obs.: <sup>1</sup> glyphosate = Glyphosate Roundup Ready<sup>®</sup> (GRR); <sup>2</sup> ácido salicílico = salicilato de sódio (AS); <sup>3</sup> lactofen<sup>®</sup> = Cobra<sup>®</sup> (LAC); <sup>4</sup> chlorimuron-ethyl = Classic<sup>®</sup> (CHO); <sup>5</sup> cloransulam-methyl = Pacto<sup>®</sup>; <sup>6</sup> bentazon = Basagran<sup>®</sup> (BEN); \* Assist<sup>®</sup> a 0,25% v/v. - Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo agrupamento do teste de Scott-Knott (p<0,05) \* = significativo; NS = não significativo.

**Tabela 8** - Características número de vagens/planta (NVA), grãos/vagem (GVA), peso de 100 grãos (P100) e produtividade (PROD - kg ha<sup>-1</sup>) da soja BMX Apolo RR (exp.1) submetida a aplicação de lactofen e outros herbicidas isolados ou associados ao ácido salicílico. Guarapuava - PR, 2013/14.

Tratamentos	g i.a. ou e.a. ha <sup>-1</sup>	NVA	GVA	P100	PROD
1. GRR <sup>1/*</sup>	960	77,0 A	2,8 B	17,4 A	5490 A
2. AS <sup>2/*</sup>	256	77,1 A	2,8 B	17,2 A	5599 A
3. GRR + AS*	960 + 256	76,1 A	2,8 B	17,4 A	5287 A
4. LAC <sup>3/</sup>	30	63,2 B	2,8 B	17,4 A	5261 A
5. LAC	60	64,6 B	2,8 B	17,7 A	5380 A
6. LAC	120	55,4 D	2,7 C	16,0 C	5242 A
7. GRR <sup>1/</sup> + LAC + AS <sup>2/</sup>	960 + 30 + 256	66,4 B	2,8 B	17,0 B	4711 B
8. GRR + LAC + AS	960 + 60 + 256	62,8 B	2,8 B	16,9 B	4669 B
9. GRR + LAC + AS	960 + 120 + 256	52,9 D	2,7 C	16,0 C	3978 C
10. GRR + CHO <sup>4/*</sup>	960 + 12,5	53,3 D	2,8 B	16,9 B	4906 B
11. GRR + CHO <sup>4/</sup> + AS*	960 + 12,5 + 256	59,0 C	2,8 B	17,9 A	5332 A
12. GRR + CLO <sup>5/*</sup>	960 + 30,24	77,0 A	2,8 B	18,1 A	5413 A
13. GRR + CLO + AS*	960 + 30,24 + 256	80,5 A	2,8 B	18,3 A	5522 A
14. GRR + BEN <sup>6/*</sup>	960 + 480	79,6 A	2,8 B	17,7 A	5397 A
15. GRR + BEN + AS *	960 + 480 + 256	79,1 A	2,8 B	17,8 A	5629 A
16. testemunha capinada sem aplicação		79,4 A	2,9 A	17,9 A	5502 A
F <sub>cal</sub>	-	58,855*	6,537*	7,946*	10,475*
CV <sub>(5%)</sub>	-	4,34	1,66	3,00	5,80

Obs.: <sup>1/</sup> glyphosate = Glyphosate Roundup Ready<sup>®</sup> (GRR); <sup>2/</sup> ácido salicílico = salicilato de sódio (AS); <sup>3/</sup> lactofen<sup>®</sup> = Cobra<sup>®</sup> (LAC); <sup>4/</sup> chlorimuron-ethyl = Classic<sup>®</sup> (CHO); <sup>5/</sup> cloransulam-methyl = Pacto<sup>®</sup>; <sup>6/</sup> bentazon = Basagran<sup>®</sup> (BEN); \* Assist<sup>®</sup> a 0,25% v/v. - Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo agrupamento do teste de Scott-Knott (p<0,05) \* = significativo; NS = não significativo.

**Tabela 9** - Características número de vagens/planta (NVA), grãos/vagem (GVA), peso de 100 grãos (P100) e produtividade (PROD - kg ha<sup>-1</sup>) da soja BMX Vanguarda IPRO (exp.2) submetida a aplicação de lactofen e outros herbicidas isolados ou associados ao ácido salicílico. Guarapuava - PR, 2014/15.

Tratamentos	g i.a. ou e.a. ha <sup>-1</sup>	NVA	GVA	P100	PROD
1. GRR <sup>1/*</sup>	960	62,5 A	2,9	16,1	5586 A
2. AS <sup>2/*</sup>	320	65,1 A	3,0	16,1	5633 A
3. GRR + AS*	960 + 256	64,4 A	3,0	16,0	5619 A
4. LAC <sup>3/</sup>	30	60,6 A	3,0	16,1	5553 A
5. LAC	60	56,1 B	3,0	16,1	5589 A
6. LAC	120	56,8 B	3,0	16,1	5354 A
7. GRR <sup>1/</sup> + LAC + AS <sup>2/</sup>	960 + 30 + 256	60,9 A	3,0	16,1	5630 A
8. GRR + LAC + AS	960 + 60 + 256	59,3 B	3,0	16,1	5604 A
9. GRR + LAC + AS	960 + 120 + 256	53,5 B	3,0	16,0	4396 B
10. GRR + CHO <sup>4/*</sup>	960 + 12,5	61,6 A	3,0	16,1	5673 A
11. GRR + CHO <sup>4/</sup> + AS*	960 + 12,5 + 256	63,0 A	3,0	16,3	5593 A
12. GRR + CLO <sup>5/*</sup>	960 + 30,24	62,3 A	3,0	16,1	5577 A
13. GRR + CLO + AS*	960 + 30,24 + 256	64,2 A	3,0	16,3	5578 A
14. GRR + BEN <sup>6/*</sup>	960 + 480	61,2 A	3,0	16,0	5573 A
15. GRR + BEN + AS *	960 + 480 + 256	62,4 A	3,0	16,1	5587 A
16. testemunha capinada sem aplicação		66,6 A	3,0	16,3	5638 A
F <sub>cal</sub>	-	5,777*	0,843 <sup>NS</sup>	0,757 <sup>NS</sup>	6,792*
CV <sub>(5%)</sub>	-	5,26	1,40	1,75	4,75

Obs.: <sup>1/</sup> glyphosate = Glyphosate Roundup Ready<sup>®</sup> (GRR); <sup>2/</sup> ácido salicílico = salicilato de sódio (AS); <sup>3/</sup> lactofen<sup>®</sup> = Cobra<sup>®</sup> (LAC); <sup>4/</sup> chlorimuron-ethyl = Classic<sup>®</sup> (CHO); <sup>5/</sup> cloransulam-methyl = Pacto<sup>®</sup>; <sup>6/</sup> bentazon = Basagran<sup>®</sup> (BEN); \* Assist<sup>®</sup> a 0,25% v/v. - Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo agrupamento do teste de Scott-Knott (p<0,05) \* = significativo; NS = não significativo.

**Tabela 10** - Incidência, severidade, AACPD e controle da doença oídio na cultivar BMX Apolo RR (exp.1) aos 21, 28 e 35 dias após a aplicação (DAA) submetidas ao lactofen e outros herbicidas isolados ou associados ao ácido salicílico. Guarapuava - PR, 2013/14.

Tratamentos	g i.a. ou e.a. ha <sup>-1</sup>	Incidência (%)			Severidade (%)			AACPD	Controle (%)
		21 <sup>DAA</sup>	28 <sup>DAA</sup>	35 <sup>DAA</sup>	21 <sup>DAA</sup>	28 <sup>DAA</sup>	35 <sup>DAA</sup>		
1. GRR <sup>1/*</sup>	960	11,2 B	30,0 B	14,2	8,2 B	11,2 B	4,3	194,6 B	75,7
2. AS <sup>2/*</sup>	256	5,8 C	9,2 C	1,6	3,6 D	4,2 C	0,6	68,5 D	91,4
3. GRR + AS*	960 + 256	6,2 C	9,2 C	3,2	5,6 C	6,2 C	1,4	106,3 C	86,7
4. LAC <sup>3/</sup>	30	5,8 C	5,8 D	4,2	4,8 D	4,7 C	1,2	90,0 C	88,8
5. LAC	60	3,4 D	5,4 D	3,8	2,4 D	4,7 C	1,5	71,7 D	91,0
6. LAC	120	3,4 D	4,8 D	4,2	3,6 D	4,4 C	1,8	81,7 D	89,8
7. GRR <sup>1/</sup> + LAC + AS <sup>2/</sup>	960 + 30 + 256	4,8 C	6,8 D	3,8	4,6 D	3,6 C	1,6	81,9 D	89,8
8. GRR + LAC + AS	960 + 60 + 256	3,4 D	6,2 D	3,2	3,2 D	3,6 C	2,2	76,0 D	90,5
9. GRR + LAC + AS	960 + 120 + 256	3,4 D	4,4 D	2,6	3,7 D	3,7 C	0,9	68,8 D	91,4
10. GRR + CHO <sup>4/*</sup>	960 + 12,5	3,8 D	10,0 C	3,2	4,0 D	3,6 C	0,9	68,6 D	91,4
11. GRR + CHO <sup>4/</sup> + AS*	960 + 12,5 + 256	3,8 D	8,8 C	2,6	5,0 D	4,1 C	1,4	88,4 C	88,9
12. GRR + CLO <sup>5/*</sup>	960 + 30,24	7,4 B	12,0 C	2,6	6,7 C	4,0 C	1,2	98,4 C	87,7
13. GRR + CLO + AS*	960 + 30,24 + 256	4,2 D	6,2 D	2,6	5,7 C	3,3 C	1,0	80,5 D	89,9
14. GRR + BEN <sup>6/*</sup>	960 + 480	3,8 D	8,2 C	2,2	3,9 D	3,9 C	1,2	73,2 D	90,8
15. GRR + BEN + AS *	960 + 480 + 256	3,0 D	4,8 D	2,0	3,8 D	3,7 C	1,1	72,6 D	90,9
16. testemunha capinada sem aplicação		28,2 A	87,0 A	49,0	28,9 A	50,6 A	18,8	799,9 A	0,0
F <sub>cal</sub>	-	79,04*	237,73*	-	159,84*	71,67*	-	479,50*	-
CV <sub>(5%)</sub>	-	24,53	21,71	-	18,05	41,19	-	13,91	-

Obs.: <sup>1</sup> Obs.: <sup>1</sup> glyphosate = Glyphosate Roundup Ready® (GRR); <sup>2</sup> ácido salicílico = salicilato de sódio (AS); <sup>3</sup> lactofen® = Cobra® (LAC); <sup>4</sup> chlorimuron-ethyl = Classic® (CHO); <sup>5</sup> cloransulam-methyl = Pacto®; <sup>6</sup> bentazon = Basagran® (BEN); \* Assist® a 0,25% v/v. - Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo agrupamento do teste de Scott-Knott (p<0,05) \* = significativo; NS = não significativo.

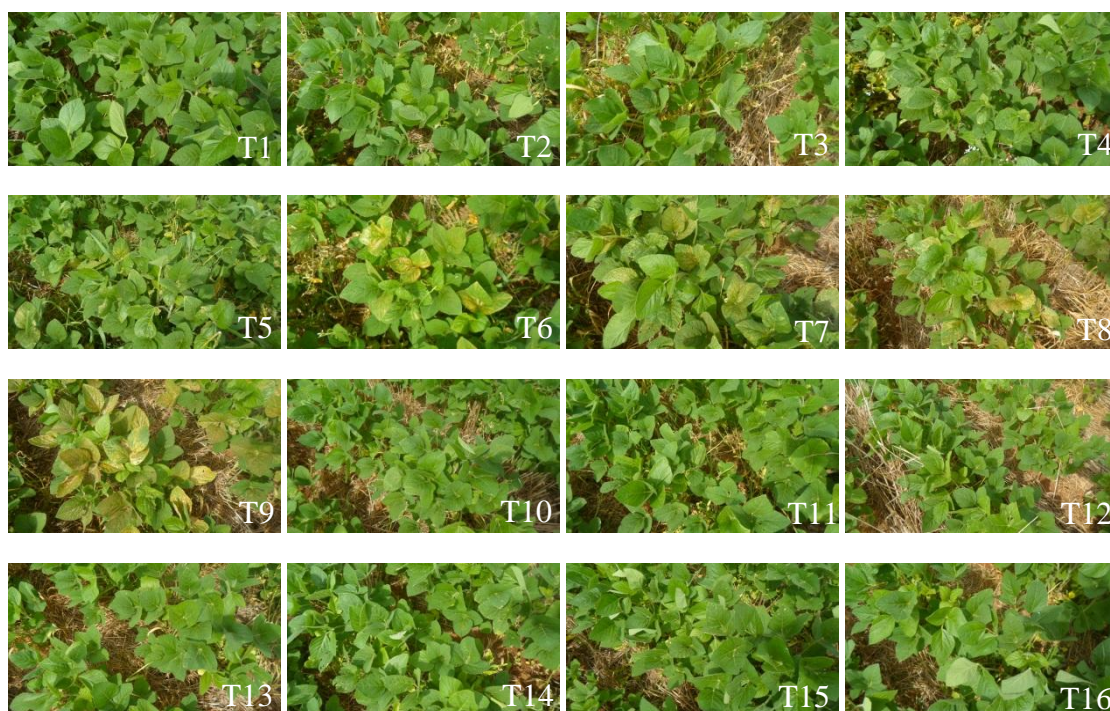
**Tabela 11** - Incidência, severidade, AACPD e controle da doença oídio na cultivar BMX Vanguarda IPRO (exp.2) aos 21, 28 e 35 dias após a aplicação (DAA) submetidas ao lactofen e outros herbicidas isolados ou associados ao ácido salicílico. Guarapuava - PR, 2014/15.

Tratamentos	g i.a. ou e.a. ha <sup>-1</sup>	Incidência (%)			Severidade (%)			AACPD	Controle (%)
		21 <sup>DAA</sup>	28 <sup>DAA</sup>	35 <sup>DAA</sup>	21 <sup>DAA</sup>	28 <sup>DAA</sup>	35 <sup>DAA</sup>		
1. GRR <sup>1/*</sup>	960	20,4 B	7,6 A	0,0	6,3 B	1,9 C	0,0	53,0 B	63,0
2. AS <sup>2/*</sup>	256	4,8 C	6,6 A	0,0	2,1 C	0,9 C	0,0	19,2 D	86,6
3. GRR + AS*	960 + 256	5,2 C	7,2 A	0,0	2,0 C	1,2 C	0,0	22,2 D	84,5
4. LAC <sup>3/</sup>	30	3,8 C	4,2 B	0,0	2,1 C	0,8 C	0,0	18,7 D	86,9
5. LAC	60	3,4 C	3,8 B	0,0	0,9 C	0,6 C	0,0	10,8 E	92,5
6. LAC	120	2,6 C	2,6 B	0,0	1,4 C	0,6 C	0,0	12,5 E	91,3
7. GRR <sup>1/</sup> + LAC + AS <sup>2/</sup>	960 + 30 + 256	2,8 C	3,6 B	0,0	1,0 C	0,6 C	0,0	10,9 E	92,4
8. GRR + LAC + AS	960 + 60 + 256	2,2 C	3,0 B	0,0	0,9 C	0,9 C	0,0	12,6 E	91,2
9. GRR + LAC + AS	960 + 120 + 256	2,8 C	3,2 B	0,0	1,6 C	0,8 C	0,0	16,5 E	88,5
10. GRR + CHO <sup>4/*</sup>	960 + 12,5	4,2 C	9,0 A	0,0	2,0 C	1,8 C	0,0	24,2 D	83,1
11. GRR + CHO <sup>4/</sup> + AS*	960 + 12,5 + 256	2,8 C	4,2 B	0,0	1,3 C	0,7 C	0,0	14,1 E	90,1
12. GRR + CLO <sup>5/*</sup>	960 + 30,24	3,2 C	7,6 A	0,0	0,7 C	2,5 B	0,0	22,2 D	84,5
13. GRR + CLO + AS*	960 + 30,24 + 256	3,4 C	3,0 B	0,0	2,8 C	1,3 C	0,0	26,3 D	81,7
14. GRR + BEN <sup>6/*</sup>	960 + 480	4,2 C	7,0 A	0,0	2,0 C	3,1 B	0,0	34,4 C	76,0
15. GRR + BEN + AS *	960 + 480 + 256	4,8 C	2,0 B	0,0	2,7 C	0,8 C	0,0	24,3 D	83,1
16. testemunha capinada sem aplicação		99,6 A	9,2 A	0,0	16,8 A	5,1 A	0,0	143,4 A	0,0
F <sub>cal</sub>	-	280,57*	3,47*	-	57,60*	8,58*	-	65,14*	-
CV <sub>(5%)</sub>	-	30,25	55,56	-	39,70	63,50	-	30,74	-

Obs.: <sup>1</sup> Obs.: <sup>1</sup> glyphosate = Glyphosate Roundup Ready® (GRR); <sup>2</sup> ácido salicílico = salicilato de sódio (AS); <sup>3</sup> lactofen® = Cobra® (LAC); <sup>4</sup> chlorimuron-ethyl = Classic® (CHO); <sup>5</sup> cloransulam-methyl = Pacto®; <sup>6</sup> bentazon = Basagran® (BEN); \* Assist® a 0,25% v/v. - Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo agrupamento do teste de Scott-Knott (p<0,05) \* = significativo; NS = não significativo.

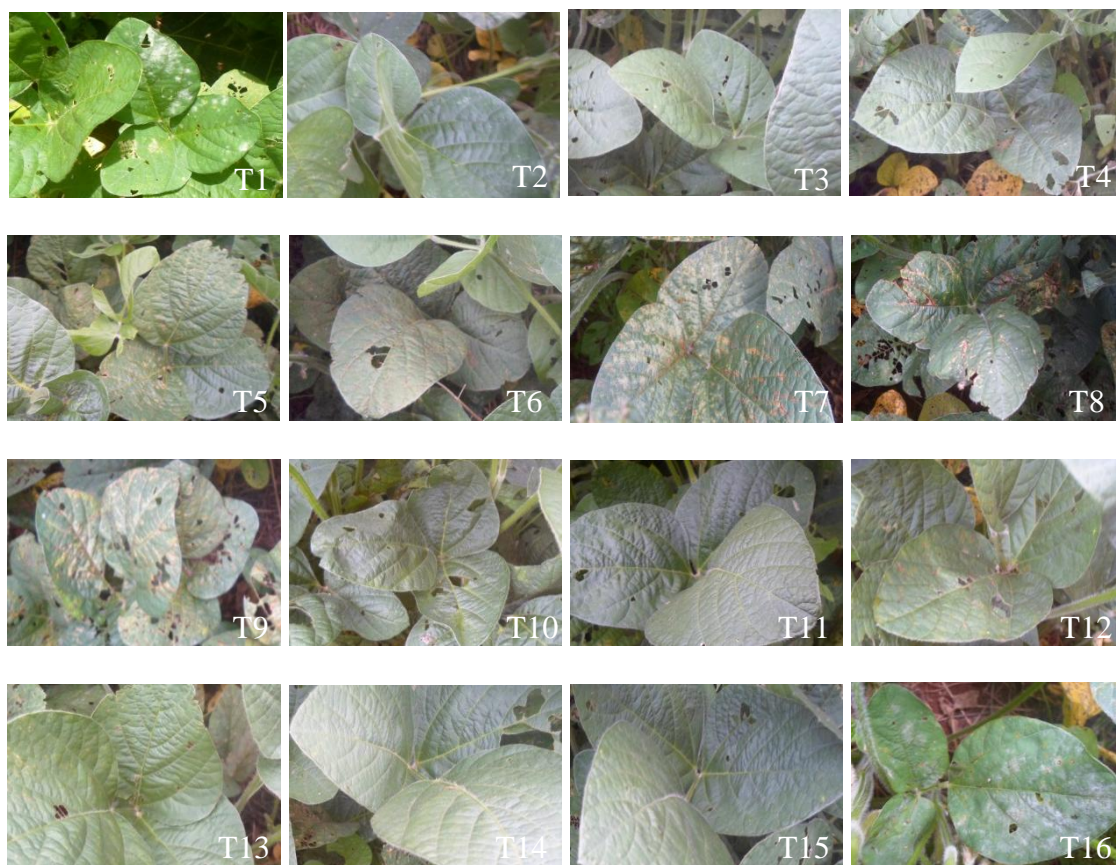


**BMX Apolo RR (exp.1) 7 DAA - safra 2013/14**



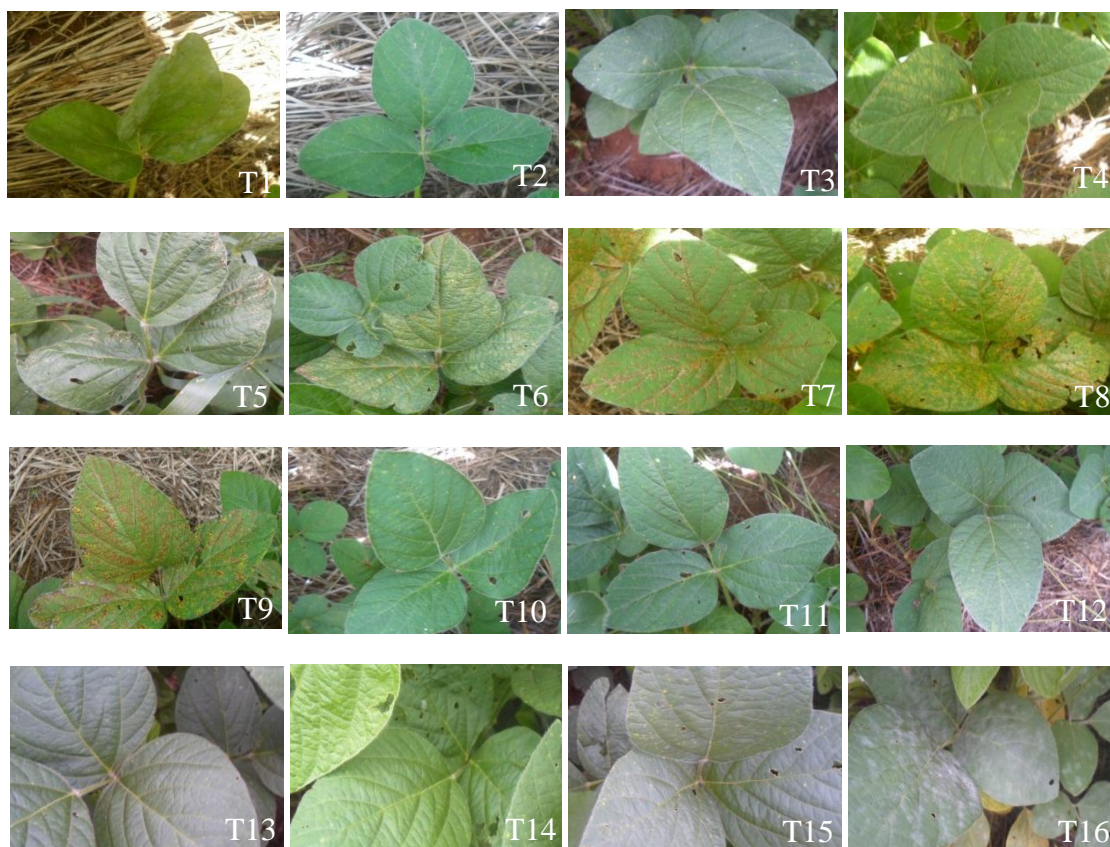
**BMX Vanguarda IPRO (exp.2) 7 DAA - safra 2014/15**

**Figura 3.** Ilustração da fitointoxicação nas cultivares BMX Apolo RR (exp.1) e BMX Vanguarda IPRO (exp.2) aos 7 DAA de lactofen e outros herbicidas isolados ou associados ao ácido salicílico. Guarapuava - PR, 2013/14 e 2014/15.



**BMX Apolo RR (exp.1) 21 DAA - safra 2013/14**

**Figura 4.** Ilustração da incidência de oídio da soja na cultivar BMX Apolo RR aos 21 DAA de lactofen e outros herbicidas isolados ou associados ao ácido salicílico.



**BMX Vanguarda IPRO (exp.2) 21 DAA - safra 2014/15**

**Figura 5.** Ilustração da incidência de oídio da soja na cultivar BMX Vanguarda IPRO aos 21 DAA de lactofen e outros herbicidas isolados ou associados ao ácido salicílico.

#### 5.4 CONCLUSÕES

As associações de ácido salicílico ao glyphosate + lactofen não foram viáveis para reduzir os efeitos de fitointoxicação nas cultivares BMX Apolo RR e BMX Vanguarda IPRO, ao contrário de quando utilizado com glyphosate + chlorimuron e glyphosate + cloransulan, onde houveram indicativos de viabilidade para essa finalidade.

Para cultivar BMX Apolo RR os tratamentos glyphosate + lactofen + ácido salicílico, nas três doses utilizadas do lactofen, e o glyphosate + chlorimuron sem adição de ácido salicílico na mistura em tanque, não foram seletivos para essa cultivar. Enquanto para a cultivar BMX Vanguarda IPRO apenas o tratamento glyphosate + lactofen + ácido salicílico na maior dose utilizada do lactofen ( $120 \text{ g i.a. ha}^{-1}$ ) não foi seletivo.

Os tratamentos lactofen isolado e associado a o ácido salicílico, chlorimuron, cloransulan e bentazon, com e sem ácido salicílico, foram eficientes na supressão vegetativa das cultivares de soja BMX Apolo RR e BMX Vanguarda IPRO.

Todos os tratamentos herbicidas e associações, assim como o ácido salicílico isolado, foram altamente eficientes em reduzir a incidência, a severidade e área abaixo da curva de progresso do oídio da soja (AACPD), constituindo uma importante ferramenta de supressão complementar dessa doença.

## 5.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEGAS, F.S.; GAZZIEIRO, D.L.P.; VOLL, E. Herbicidas e a incidência de doenças radiculares e de hastes. In: RODRIGUES, A. M.; SEIXAS, C.D.S. **Soja: doenças radiculares e de hastes e inter-relações com o manejo de solo e da cultura**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. p. 345-374.

ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Jornal of Economic Entomology**, Lanham, v.18, n.1, p.265-267, 1925.

ANDRADE Jr, E.R.; CAVENAGHI, A. L.; GUIMARÃES, S.C.; CARVALHO, S.J.P. **Primeiro relato de *Amaranthus palmeri* no Brasil em áreas agrícolas no estado de Mato Grosso**. Disponível em: <http://www.hrac-br.com.br/wordpress/wp-content/uploads/2015/06/CircularTecnica19 IMAmt.pdf>. Acesso em: 17/06/2015.

ALONSO, D.G.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA Jr., R.S.; ARANTES, J.G.Z.; CAVALIERI, S.D.; SANTOS, G.; RIOS, F.A.; FRANCHINI, L.H.M. Selectivity of glyphosate tank mixtures for RR soybean. **Planta Daninha**, v.29, n.4, p.929-937, 2011.

ALONSO, D.G.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA Jr., R.S.; BIFFE, D.F.; RAIMONDI, M.A.; GEMELLI, A.; BLAINSKI, E.; CARNEIRO, J.C. Selectivity of glyphosate tank mixtures for RR soybean in sequential applications with mixtures only in the first or second application. **Planta Daninha**, v.28, n.4, p.865-875, 2010.

ARCURI, H.A.; CANDURI, F.; PEREIRA, J.H.; da SILVEIRA, N.J.F.; CAMARA Jr., J.C.; de OLIVEIRA, J.S.; BASSO, L.A.; PALMA, M.S.; SANTOS, D.S.; de AZEVEDO Jr, W.F. Molecular models for shikimate pathway enzymes of *Xylella fastidiosa*. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v.320, p.979, 2004.

BUCHANAN, B. B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. L. **Biochemistry and molecular biology of plants**. 3.ed. Rocjville: American Society of Plant Physiologists, 2000. 1367 p.

CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. **Monitoring epidemics: diseases**. In: Introduction to plant disease epidemiology. New York: J. Wiley, 1990. cap.6, p.107-128.

CARVALHO, F.T.; PEREIRA, F.A.R.; PERUCHI, M.; PALAZZO, R.R.B. Manejo químico das plantas daninhas *Euphorbia heterophylla* e *Bidens pilosa* em sistema de plantio direto da cultura de soja. **Planta Daninha**, Viçosa, v.21, n.1, p.145-150, 2003.

CARVALHO, P.R.; MACHADO NETO, N.B.; CUSTÓDIO, C.C. Ácido salicílico em sementes de calêndula (*Calendula officinalis* L.) sob diferentes estresses. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.1, p.114-124, 2007.

CATO, S. C.; CASTRO, P. R. C. Redução da altura de plantas de soja causada pelo ácido 2,3,5- triiodobenzóico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 3, p. 981-984, 2006.

CIA, P.; PASCHOLATI, S.F.; BENATO, E.A. Indução de resistência no manejo de doenças pós-colheita. P. 245-280. In. RODRIGUES, F.Á.; ROMEIRO, R.S. **Indução de resistência em plantas a patógenos**. Viçosa: ed.UFV, 339p., 2007.

COBER, E. R.; MORRISON, M. J.; MA, B.; BUTLER, G. Genetic improvement rates of short-season soybean increase with plant population. **Crop Science**, Madison, v. 45, n. 3, p. 1029-1034, 2005.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, v.10, n.2, p.78-81 – Safra 2014/15 – Décimo levantamento, Brasília. 2015. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_07\\_09\\_08\\_59\\_32\\_boletim\\_graos\\_julho\\_2015.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_07_09_08_59_32_boletim_graos_julho_2015.pdf)>. Acesso 14 jan. 2015.

COODETEC. **Guia de produtos 2009 Soja Sul**. Cascavel: COODETEC, 2009. 55 p.

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, 2008.

DANN, E.K.; DIERS, B.W.; HAMMERSCHMIDT, D.R. Suppression of Sclerotinia stem roto f soybean by lactofen herbicide treatment. **Phytopathology**, v.89, p.598-602, 1999.  
DUKE, S.O.; CEDERDEIRA, A.L.; MATALLO, M.B. Uso de herbicidas e seus efeitos em doenças vegetais. **Informações agronômicas**, n.115, p.1-4, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA – Comissão nacional de pesquisa em soja - CNPSo. **Tecnologias de Produção de Soja – Região Central do Brasil 2012 e 2013**. Londrina-PR, 2011. 261p. (Sistemas de Produção, 15).

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FREDDO, A.R.; CECHIN, F.E.; MAZARO, S.M. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science**, v.6, n.3, p.87-93, 2013.

GAZZIERO, D.L.P. Misturas de agrotóxicos em tanque nas propriedades agrícolas do Brasil. **Planta daninha**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 83-92, 2015.

GHINI, R.; KIMATI, H. **Resistência de fungos a fungicidas**. 1ª ed. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. 78p.

GOMES, G.L.G.C. **Caracterização bioquímica e morfofisiológica de populações de buva (*Conyza spp.*) resistente ao glyphosate**. 2014. 112f. Tese (doutorado em Agricultura). Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu.



HEAP, I.A. **Criteria for confirmation of the herbicide-resistant weeds**. Disponível em: <http://www.weedscience.org/in.asp>. Acesso em: 25/06/2014.

HRAC-BR - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AÇÃO A RESISTÊNCIA DE PLANTAS AOS HERBICIDAS. Disponível em: <http://www.hrac-br.com.br>. Acesso em: 03/2015.

IAPAR, Instituto Agrônomo do Paraná. **Agrometeorologia**. 2013. Disponível em <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=597/>>. Acesso em: 07 jun. 2015.

JOHAL, G.S.; HUBER, D.M. Glyphosate effects on diseases of plants. **European Journal of Agronomy**, v. 31,n.3, p. 144-152, 2009.

JOHNSON, B.F.; BAILEY, W.A.; WILSON, H.P.; HOLSHOUSER, D.L.; HERBERT JR, D.A.; HINES, T.E. Herbicide effects on visible injury, leaf area, and yield of glyphosate-resistant soybean (*Glycine max*). **Weed Technology**, v.16, n.3, p.554-566, 2002.

KERBAUY, G.B. **Fisiologia vegetal**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. p.452.

KESSMANN, H.; STAUB, T.; HOFMANN, C.; MAETZKE, T.; HERZOG J. Induction of systemic acquired disease resistance in plants by chemicals. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.32, n.1, p.439-59, 1994.

KITCHEN, L.M.; WITT, W.W.; RIECK, C.E. Inhibition of chlorophyll accumulation by glyphosate. **Weed Science**, v. 29, n.4, p. 513-516, 1981.

KRUSE, N.D.; TREZZI, M.M.; VIDAL, R.A. Herbicidas inibidores da EPSPs: Revisão de literatura. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v.1, n.2, 2000.

KÖPPEN, W. **Climatologia: com um estudio de los climas de La tierra**. México: Fondo de Cultura Econômica, 1948. 478p.

LAMB, C., DIXON R.A. (1997) The oxidative burst in plant disease. **Annual Review of Plant Physiology** 48:251-275.

LINZMEYER JUNIOR, R.; GUIMARÃES, V.F.; SANTOS, D.D.; BENCKE, M.H. Influência de retardante vegetal e densidades de plantas sobre o crescimento, acamamento e produtividade da soja. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 3, p. 373-379, 2008.

MACIEL, C.D.G.; POLETINE, J.P.; AMSTALDEN, S.L.; GAZZIERO, D.L.P.; RAIMONDI, M.A.; LIMA, G.R.G.; OLIVEIRA NETO, A.M.; GUERRA, N.; JUSTINIANO, W. Misturas em tanque com glyphosate para o controle de trapoeraba, erva-de-touro e capim-carrapicho em soja RR. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n.1, p. 35-42, 2011.

MARCHIORI, L. F. S.; CÂMARA, G. M. D. S.; PEIXOTO, C. P.; MARTINS, M. C. Desempenho vegetativo de cultivares de soja *Glycinemax* (L.) Merrill em épocas normal e safrinha. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 1, p. 383-390, 1999.

MATTIAZZI, P. **Efeito do oídio (*Microsphaera difusa* Cooke & Peck) na produção e duração da área foliar sadia da soja. 2003.** Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2003.

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

NELSON, K.A.; ROTTINGHAUS, G.E.; NELSON, T.E. Effect of lactofen application timing on yield and isoflavone concentration in soybean seed. **Agronomy Journal**, v. 99, n.3, p.645-649.

NETO, M.E.F.; PITELLI, R.A.; BASILE, E.A.G.; TIMOSSI, P.C. Seletividade de herbicidas pós-emergentes aplicados na soja geneticamente modificada. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 345-352, 2009.

NILSSON, G. Interactions between glyphosate and metals essential for plant growth. In: GROSSBARD, E.; ATKINSON, D. (Ed.). **The herbicide glyphosate**. Chapter 4. London: Butterworths & Co. Ltda., 1985. p. 35-47.

NORSWORTHY, J.K.; GREY, T.L. Addition of nonionic surfactant to glyphosate plus chlorimuron. **Weed Technology**, v.18, n.3, p.588-593, 2004.

OLIVEIRA, A.B. Manejo do mofo branco na cultura da soja pela aplicação de herbicidas. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2014.

OLIVEIRA, C.O.; LAZARINI, E.; TARSITANO, M.A.A.; PINTO, C.C.; SÁ, M.E. Custo e lucratividade da produção de sementes de soja enriquecidas com molibdênio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.45, n.1, p.82-88, 2015.

OLIVEIRA JR., R.S. Seletividade de herbicidas para culturas e plantas daninhas. In: OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J. **Plantas daninhas e seu manejo**. 1. ed. Guaíba: Agropecuária, 2001. p.291-313.

PASCHOLATI, S.; CIA, P. **Mecanismos bioquímicos na resistência de plantas as doenças**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP. Campinas, SP. 2010.

PROCÓPIO, S.O.; MENEZES, C.C.E.; BETTA, L.; BETTA, M. Utilização de chlorimuron-ethyl e imazethapyr na cultura da soja Roundup Ready®. **Planta Daninha**, v.25, n.2, p.365-373, 2007.

POWELL, J. R.; SWANTON, C. J. A critique of studies evaluating glyphosate effects on diseases associated with *Fusarium* spp. **Weed Research**, v.48, n.4, p.307-318, 2008.

RAMIRES, A.C.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR.; GUERRA, N.; ALONSO, D.G.; BIFFE, D.F. Controle de *Euphorbia heterophylla* e *Ipomoea grandifolia* com a utilização de

glyphosate isolado ou em associação com latifolicidas. **Planta Daninha**, v.28, n.3, p.621-629, 2010.

RIZZARDI, M.A.; FLECK, N.G.; AGOSTINETTO, D.; BALBINOT JR., A.A. Ação de herbicidas sobre mecanismos de defesa das plantas aos patógenos. **Ciência Rural**, v.33, n.5, p.957-965, 2003.

ROMAN, E.S.; VARGAS, L.; RIZZARDI, M.A.; MATTEI, R.W. Resistência de Azevém (*Lolium multiflorum*) ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, v.22, n.2, p.301-306, 2004.

SANTOS, G.; OLIVEIRA JÚNIOR, R.S.; CONSTANTIN, J.; FRANCISCHINI, A.C.; OSIPE, J. B. Multiple resistance of *Conyza sumatrensis* to chlorimuron-ethyl and to glifosato. **Planta Daninha**, Viçosa, v.32, n.2, p.409-416, 2014.

SBCPD – Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. 1ªed. Londrina: SBCPD, 1995. 42p.

SHANER, G.; FINNEY, R.E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. **Phytopathology**, St. Paul, v.67, n.8, p.1051-1056, 1977.

SILVA, A.F.; FERREIRA, E.A.; CONCENÇO, G.; FERREIRA, F.A.; ASPIAZU, I.; GALON, L.; SEDIYAMA, T.; SILVA, A.A. Densidades de plantas daninhas e épocas de controle sobre os componentes de produção da soja. **Planta Daninha**, Viçosa, v.26, n.1, p. 65-71, 2008.

SOARES, R.M.; GAZZIERO, D.L.P.; MORITA, D.A.S.; CILIATO, M.L.; FLAUSINO, A.M.; SANTOS, L.C.M.; JANEGITZ, T. Utilização de glifosato para o controle de ferrugem da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.4, p.473-477, abr. 2008.

SOUZA, R. T.; CONSTANTIN, J.; VELINI, E.D.; MONTORIO, G.A.; MACIEL, C.D.G. Seletividade de combinações de herbicidas latifolicidas com lactofen para a cultura de soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.59, n.1, p.99-106, 2002.

SRIVASTAVA, L. M. **Plant growth and development**. Hormones and environment. San Diego, California: Elsevir Science, 2001. 771 p.

TAKANO, H.K.; BRAZ, G.B.P.; OLIVEIRA JUNIOR, R.S.; CONSTANTIN, J.; RIOS, F. A.; GHENO, E.A.; FRANCHINI, L.H.M.; BIFFE, D.F. Influência de fungicidas sobre a seletividade de herbicidas para soja RR. **Global Science and Technology**. v.8, n.1, p.70-78, 2015.

Tecnologias de produção de soja - região central do Brasil 2012 e 2013. Sistemas de produção, n.15. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 261 p.

TSUMANUMA, G.M.; SOARES, A.R.; FANCELLI, A.L.; RODRIGUES, M.A.T.; BEGLIOMINI, E. Efeito de herbicidas e fungicidas nas curvas de progresso e quantificação

de danos causados pela ferrugem asiática da soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.7, 2010.

TOURINO, M. C. C.; REZENDE, P. M.; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agronômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.8, p. 1071-1077, 2002.

VARGAS, L.; ROMAN, E.S.; RIZZARDI, M.A.; SILVA, V.C. Identificação de biótipos de Azevém (*Lolium multiflorum*) resistentes ao herbicida glyphosate em pomares de maçã. **Planta Daninha**, Viçosa, v.22, n.4, p.617-622, 2004.

VELINI, E.D. et al. **Modo de ação do glyphosate**. In: VELINI, E. D. et al. Glyphosate: uso sustentável. Fepaf: Botucatu, 2012. 213p.

VELINI, E.D.; TRINDADE, M.L.B.; DUKE,S.O.; JOHNSON, R.D. Efeitos do glyphosate e do ácido salicílico sobre a síntese de lignina em milho. In: Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 27., 2010, São Paulo. **Resumo...** Ribeirão Preto: 2010. p.2989-2993.

VIDRINE, R.P.; GRIFFIN, J.L.; BLOUIN, D.C. Evaluation of reduced rates of glyphosate and chlorimuron in glyphosate-resistant soybean (*Glycine max*). **Weed Technology**, v.16, n.4, p.731-736, 2002.

YAMADA, T.; CASTRO, P.R.C. Efeitos do glyphosate nas plantas: implicações fisiológicas e agronômicas. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, v.119, p. 1-24, 2007.

YAHIA, A.; KEVERS, C.; GASPAR, T.; CHÉNIEUX, J.C.; RIDEAU, M.; CRÉCHE J. Cytokinins and ethylene stimulate indole alkaloid accumulation in cell suspension cultures of *Catharanthus roseus* by two distinct mechanisms. **Plant Science**, v.133, n.1, p.9-15, 1998.

YORINOR, J.Y. **Cancro da haste da soja**: epidemiologia e controle. Londrina: Embrapa Soja, Circular técnica 14, 1996. 75p.

## 6. CAPÍTULO 2

### RESUMO

SILVA, André Augusto Pazinato da. **Avaliação da associação de glyphosate e outros herbicidas com ácido salicílico na rota do ácido chiquímico na cultura da soja RR<sup>®</sup>**. Guarapuava: UNICENTRO, 2016. 91f. (Dissertação - Mestrado em Produção Vegetal).

O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a associação de glyphosate e outros herbicidas com ácido salicílico na rota do ácido chiquímico na cultura da soja RR. Dois experimentos foram conduzidos em campo na região de Guarapuava - PR e nos laboratórios na Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO) e Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP/FCA), durante os anos agrícolas de 2013-14 e 2014-15. Os tratamentos obedeceram ao delineamento experimental de blocos ao acaso, com 16 tratamentos e cinco repetições. Nos experimentos utilizou-se como tratamentos (g i.a. ha<sup>-1</sup>): glyphosate (RR) a (960), salicilato de sódio (AS) (256), lactofen (30; 60 e 120), RR + lactofen + AS (960 + 30 + 256; 960 + 60 + 256 e 960 + 120 + 256), RR + chlorimuron (960 + 12,5), RR + chlorimuron + AS (960 + 12,5 + 256), RR + cloransulan (960 + 30,2), RR + cloransulan + AS (960 + 30,2 + 256), RR + bentazon (960 + 480), RR + bentazon + AS (960 + 480 + 256) e uma testemunha sem aplicação. Com a metodologia utilizada apenas foi possível detectar os herbicidas glyphosate e bentazon em folhas aplicadas e não aplicadas da cultura da soja RR<sup>®</sup>, indicando que os demais herbicidas apresentaram rápida metabolização ( $\leq 14$  dias). Os resultados indicam haver dependência direta da cultivar de soja RR<sup>®</sup> na dinâmica de translocação de glyphosate das folhas aplicadas para as não aplicadas, sendo esse efeito reduzido para a associação de glyphosate + lactofen + ácido salicílico, principalmente para a cultivar BMX Apolo RR. Os acréscimos de AS recuperado nas folhas das cultivares de soja foram em relação a testemunha de 0,9 a 1,7 vezes quando submetidos aplicações de glyphosate, lactofen, glyphosate + chlorimuron, glyphosate + cloransulan e glyphosate + bentazon. As associações de glyphosate + lactofen + ácido salicílico e chlorimuron com e sem AS, favoreceram a metabolização de AMPA nas folhas de soja RR<sup>®</sup>. A aplicação de glyphosate e glyphosate + ácido salicílico causaram incrementos significativos na concentração de ácido chiquímico, assim como na síntese de aminoácidos de cadeia aromática e ramificada nas folhas de soja RR<sup>®</sup>, assim como decréscimos desses compostos quando

utilizado lactofen e glyphosate + lactofen + ácido salicílico, principalmente para cultivar BMX Vanguarda IPRO.

**Palavras-Chave:** *Glycine max*, mistura em tanque, metabolismo vegetal.

### ABSTRACT

SILVA, André Augusto Pazinato da. **Assessment of glyphosate + lactofen association and other herbicides with salicylic acid in the acid shikimic route compounds in soybean RR<sup>TM</sup> crop.** Guarapuava: UNICENTRO, 2016. 91f. (Dissertation - Master in Plant Production).

The work was performed with the aimed of to assess the association of glyphosate + lactofen and other herbicides with salicylic acid in the dynamics of acid shikimic route compounds in soybean RR crop. Two experiments were conducted in field conditions at Guarapuava Country, Parana State and laboratories belonging to Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO) and Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP/FCA), during 2013-14 and 2014-15 agricultural years. Treatments were disposed in randomized complete blocks, with 16 treatments and five repetitions. In experiments it was used the following treatments (g a.i. ha<sup>-1</sup>): glyphosate (RR) (960), sodium salicylate (SA) (256), lactofen (30; 60 and 120), RR + lactofen + SA (960 + 30 + 256; 960 + 60 + 256 and 960 + 120 + 256), RR + chlorimuron (960 + 12,5), RR + chlorimuron + SA (960 + 12,5 + 256), RR + cloransulan (960 + 30,2), RR + cloransulan + SA (960 + 30,2 + 256), RR + bentazon (960 + 480), RR + bentazon + SA (960 + 480 + 256) and a check without application. With used methodology it was only possible to detect glyphosate and bentazon herbicides in applied and unapplied leaves of soybean RR<sup>®</sup> crop, indicating that other herbicides showed fast metabolism ( $\leq 14$  days). Results indicate occur direct dependency of soybean RR<sup>®</sup> cultivar in the dynamics of glyphosate translocation of leaves applied to theones unapplied, with this effect reduced for the association of glyphosate + lactofen + salicylic acid. The additions of recovered SS in leaves of soybean RR<sup>®</sup> cultivars were about 0.9 to 1.7 times in relation to the check when submitted to applications of glyphosate, lactofen, glyphosate, glyphosate + chlorimurum + cloransulam and glyphosate + bentazon.

Associations of glyphosate with lactofen and chlorimurum, both with AS, favored the metabolizing of AMPA in soybean leaves. The application of glyphosate and glyphosate + salicylic acid caused significant increments in shikimic acid concentration, as well as in the synthesis of chain aromatic amino acids and and branched in soybean RR<sup>®</sup> leaves, as well as decreases of these compounds when used lactofen and glyphosate+lactofen+salicylic acid, mainly to BMX Vanguarda IPRO cultivar.

**Keywords:** *Glycine max*, tank mixture, plant metabolism.

## 6.1. INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é considerada uma das culturas de maior destaque pela importância econômica para o nosso país, sendo cultivada em todo o território nacional (SCHONINGER et al., 2010), devido seu alto teor de proteína e óleo (HOFMANN, 2012). Um dos fatores que podem afetar a produção dessa cultura são as plantas daninhas, que segundo Aguiar et al. (2015) o controle se restringe ao uso de herbicidas, sendo essa cultura considerada possuir alto consumo desses agroquímicos.

Os herbicidas atuam sobre sistemas enzimáticos ou proteínas específicas, alterando a funcionalidade das plantas, sendo que seu bloqueio pode paralisar o crescimento ou promover a morte das plantas. Entretanto, um bloqueio parcial dessas rotas pode ter implicações importantes como a alteração do balanço de processos metabólitos nas plantas (MESCHÉDE; VELINI e CARBONARI, 2008).

Com o advento da soja Roundup Ready<sup>®</sup> (RR<sup>®</sup>) tolerante ao glyphosate, pela introdução da sequência CP4 EPSPS no genoma de cultivares comerciais, onde é produzida a proteína CP4 enolpiruvilxiquimato-3-fosfato-sintase (EPSPS), a qual participa da biossíntese de aminoácidos aromáticos (GRIS et al., 2013), permitindo utilizar esse herbicida em pós-emergência na cultura devido a contínua síntese dos aminoácidos aromáticos tirosina, fenilalanina e triptofano. Apesar da resistência de glyphosate em cultivares de soja RR<sup>®</sup>, essas cultivares apresentam sensibilidade semelhante ao AMPA (ácido aminometilfosfônico) comparado com cultivares convencionais (REDDY et al., 2008). Arregui et al. (2003) detectaram em folhas e sementes de soja resistente ao glyphosate resíduos de AMPA em plantas tratadas com o herbicida, indicando o metabolismo do glyphosate na soja RR<sup>®</sup>.

Outros problemas secundários também pode ocorrer na cultura da soja RR<sup>®</sup> (LYDON e DUKE, 1989), com influência sobre o metabolismo do AIA (ácido indol-3-acético) (LEE, 1982), na produção de fitoalexinas (KEEN et al., 1982), na rizosfera (KREMER et al., 2005), na nutrição mineral (ZOBIOLE et al., 2009), na fotossíntese, uso da água e biomassa (ZOBIOLE et al., 2009; ZOBIOLE et al., 2010), assim como na produção de metabólitos com potencial de injúria (REDDY et al., 2004), entre outros fatores. No caso de plantas sensíveis ao glyphosate, a inibição das referidas enzimas impede a produção de aminoácidos para a síntese de proteínas (PADGETTE et al., 1995). Além disso, alguns outros metabólitos secundários também são produzidos, como os alcaloides, cumarinas, flavanoides, lignina, ácidos benzoicos, vitaminas K e E e homônios, o que ocasiona o acúmulo de um composto



intermediário, denominado chiquimato (TREZZI et al., 2001; AMARANTE JUNIOR et al., 2002; VIDAL, 1997).

Algumas outras implicações fisiológicas resultantes do bloqueio da rota do chiquimato pela ação do glyphosate, levando as plantas ao acúmulo de ácido chiquímico (COLE e CERDEIRA, 1982), também pode resultar em síntese de alguns hormônios vegetais, na síntese de clorofila, fitoalexinas e lignina, entre outros processos (DUKE e HOAGLAND, 1985; BECERRIL et al., 1989). Os reguladores vegetais podem promover, inibir ou modificar os processos fisiológicos (RAMOS et al., 2015). Segundo Martins e Castro (1997), essas substâncias podem alterar diferentes órgãos das plantas, modificando a morfologia, afetando a produção de matéria seca e, conseqüentemente, a produtividade. Cada vez mais se tem realizado aplicação de reguladores vegetais para promover diferentes efeitos fisiológicos em plantas (LEITE, ROSOLEM e RODRIGUES, 2003). Casillas et al. (1986) relataram que pequenas doses de reguladores vegetais em plantas, são eficientes para aumentar a produção.

Devido à possibilidades de danos oriundos do uso de glyphosate sobre plantas de soja RR<sup>®</sup>, seja isolado, ou em misturas em tanque com outros herbicidas, supõe-se que interferências possam acontecer no âmbito do desempenho fisiológico dessa plantas nas partes que receberam aplicação, e que nas partes novas possa haver recuperação.

Desta forma, o trabalho teve como objetivo determinar compostos relacionados a rota do ácido chiquímico, aminoácidos, herbicidas e o ácido salicílico, em trifólios de soja RR<sup>®</sup> submetidos ou não a aplicação de associações de herbicidas com e sem o ácido salicílico.

## **6.2. MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi realizado em duas etapas, sendo a primeira constituída pela implantação de dois experimentos a campo seguida de coleta de folhas aos 14 dias após a aplicação dos tratamentos (DAA) herbicidas, e uma segunda em laboratório constituída pela extração, determinação e quantificação simultânea por LC-MS/MS, na própria matriz vegetal, de compostos relacionados a rota do ácido chiquímico (ácido aminometilfosfônico - AMPA, ácido chiquímico e ácido quínico), de aminoácidos de cadeia aromática e ramificada (fenilalanina, tirosina, triptofano, leucina, isoleucina e valina), de herbicidas (glyphosate, lactofen, chlorimuron, cloransulan e bentazon) e do regulador vegetal ácido salicílico.

O primeiro experimento foi implantado durante a safra 2013/14, na fazenda Três Marias, localizada em Palmeirinha - PR, nas coordenadas S 25°19'53,0'', W 051°33'39,4'' e a 1049 m de altitude, e o segundo durante a safra 2014/15, na propriedade Vassoural, localizada no município de Guarapuava-PR, nas coordenadas S 25°23'59,6'', W 051°31'54,5'' e 1045 m de altitude. O clima da região é classificado como Cfb subtropical mesotérmico úmido (KÖPPEN, 1948), com verões frescos, invernos com ocorrência de geadas severas e frequentes, não apresentando estação seca. A temperatura média máxima anual é de 23,5°C e a temperatura média mínima anual é de 12,7°C (IAPAR, 2013). Os solos das áreas experimentais são classificados como LATOSSOLO Bruno distrófico Típico, textura argilosa (EMBRAPA, 2013). Na Figura 1, verificam-se os dados meteorológicos referentes ao período de execução do trabalho.

O solo na semeadura do experimento nas propriedades Três Marias e Vassoural apresentavam-se, respectivamente, das seguintes formas: pH em CaCl de 5,5 e 5,5; teor de H + Al<sup>+3</sup> de 4,3 e 4,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, Ca<sup>+2</sup> de 5,2 e 5,4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, Mg<sup>+2</sup> de 0,9 e 1,5 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, K<sup>+</sup> de 3,1 e 0,3 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, P de 16,0 e 9,3 mg dm<sup>-3</sup> (Mehlich), assim como 38,9 e 40,3 g dm<sup>-3</sup> de C, 530 e 500 g kg<sup>-1</sup> de argila, 325 e 300 g kg<sup>-1</sup> de silte, e 175 e 200 g kg<sup>-1</sup> de areia total.

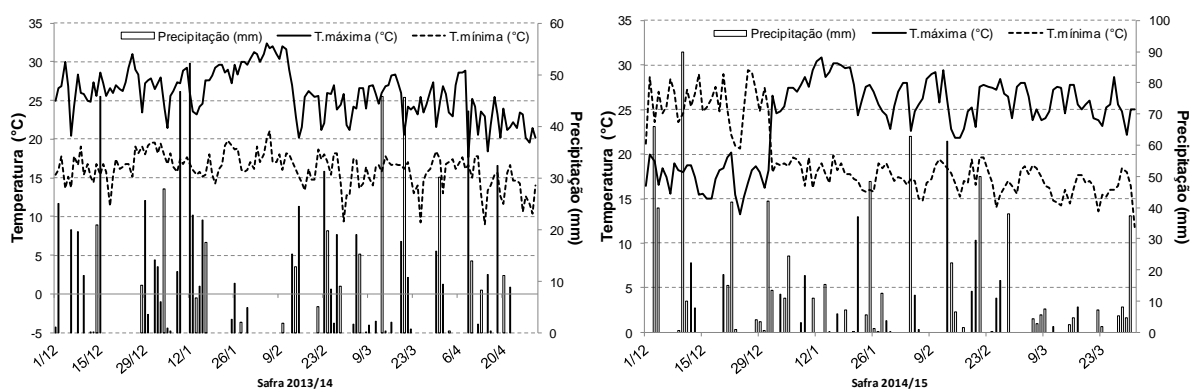


Figura 1. Dados meteorológicos referentes ao período de desenvolvimento das avaliações na cultura da soja nas safras 2013/14 e 2014/15. Guarapuava, PR - 2016.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com dezesseis tratamentos e cinco repetições (Tabela 1), em esquema fatorial 16 x 2, constituídos por 16 tratamentos herbicidas e duas posições de coleta dos trifólios, submetidas a aplicação dos herbicidas e as novas brotações (folhas velhas e novas). As unidades experimentais foram representadas por parcelas com área total de 15,0 m<sup>2</sup> (3,0 x 5,0 m), sendo utilizado como área

útil apenas as linhas centrais, sendo desconsiderado 0,5 m das extremidades e as linhas laterais.

**Tabela 1.** Tratamentos estudados em soja RR<sup>®</sup>, visando a extração, determinação e quantificação de compostos relacionadas a rota do ácido chiquímico, de aminoácidos de cadeia aromática e ramificada, de herbicidas e do regulador vegetal ácido salicílico. UNICENTRO/UNESP - Guarapuava-PR, Safras 2013/14 e 2014/15.

Tratamentos	Dose g i.a. ha <sup>-1</sup>	Dose mL ou g pc ha <sup>-1</sup>
1. glyphosate RR <sup>1/*</sup>	960	2000
2. salicilato de sódio AS <sup>2/*</sup>	256	320
3. GRR + AS*	960 + 256	2000 + 320
4. lactofen <sup>3/</sup>	30	125
5. lactofen	60	250
6. lactofen	120	500
7. GRR <sup>1/</sup> + lactofen + AS <sup>2/</sup>	960 + 30 + 256	2000 + 125 + 320
8. GRR + lactofen + AS	960 + 60 + 256	2000 + 250 + 320
9. GRR + lactofen + AS	960 + 120 + 256	2000 + 500 + 320
10. GRR + chlorimuron <sup>4/*</sup>	960 + 12,5	2000 + 50
11. GRR + chlorimuron <sup>4/</sup> + AS*	960 + 12,5 + 256	2000 + 50 + 320
12. GRR + cloransulam <sup>5/*</sup>	960 + 30,24	2000 + 36
13. GRR + cloransulam <sup>5/</sup> + AS*	960 + 30,24 + 256	2000 + 36 + 320
14. GRR + bentazon <sup>6/*</sup>	960 + 480	2000 + 800
15. GRR + bentazon <sup>6/</sup> + AS*	960 + 480 + 256	2000 + 800 + 320
16. testemunha capinada e sem aplicação		-

Obs.: <sup>1/</sup> Glyphosate Roundup Ready<sup>®</sup> (GRR) =; <sup>2/</sup> salicilato de sódio = ácido salicílico (AS); <sup>3/</sup> Cobra<sup>®</sup> = lactofen<sup>®</sup> (LAC); <sup>4/</sup> Classic<sup>®</sup> = chlorimuron (CHO); <sup>5/</sup> Pacto<sup>®</sup> = cloransulam (CLO); <sup>6/</sup> Basagran<sup>®</sup> = bentazon (BEN); \* Assist<sup>®</sup> a 0,25% v/v.

As sementeiras dos experimentos foram realizadas no mês de dezembro nas safras 2013/14 e 2014/15, utilizando espaçamento entre linhas de 0,45 m, população de 300 e 280 mil plantas ha<sup>-1</sup>, assim como adubação de base de 280 e 300 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 02-20-18 (NPK) para as cultivares BMX Apolo RR (ciclo superprecoce, grupo de maturação 5.5 e crescimento indeterminado) e BMX Vanguarda IPRO (ciclo precoce, grupo de maturação 6.0 e crescimento indeterminado), respectivamente.

As aplicações dos tratamentos herbicidas em pós-emergência ocorreram em 22/01/2014 e 13/01/2015 quando a cultura da soja BMX Apolo RR e BMX Vanguarda IPRO apresentavam estádios fenológico de V5-V6 e V4-V5, respectivamente. As aplicações foram realizadas utilizando um pulverizador costal pressurizado a CO<sub>2</sub>, equipado com quatro pontas TTi 110.15 (fabricante Teejet<sup>®</sup>), espaçadas entre si em 0,5 m e a 0,5 m de altura da parte aérea das plantas, em pressão de 2,1 kgf cm<sup>-2</sup>, constituindo taxa de aplicação de 200 L ha<sup>-1</sup>. As condições meteorológicas no momento das aplicações nas fazendas Três Marias (safra 2013/14 - início às 09h00min e término às 10h05min) e Vassoural (safra 2014/15 - início às 17h00min e término às 17h55min) foram monitoradas por um termo-anemômetro digital

portátil, onde foram respectivamente registradas temperatura inicial de 24 e 23°C e final de 28 e 22°C, com umidade relativa de 75,7 e 62% no início e 65,4 e 61% no final, e velocidade dos ventos no início de 0,3 e 1,2 kmh<sup>-1</sup> e de 0,8 e 2,3 kmh<sup>-1</sup> no final.

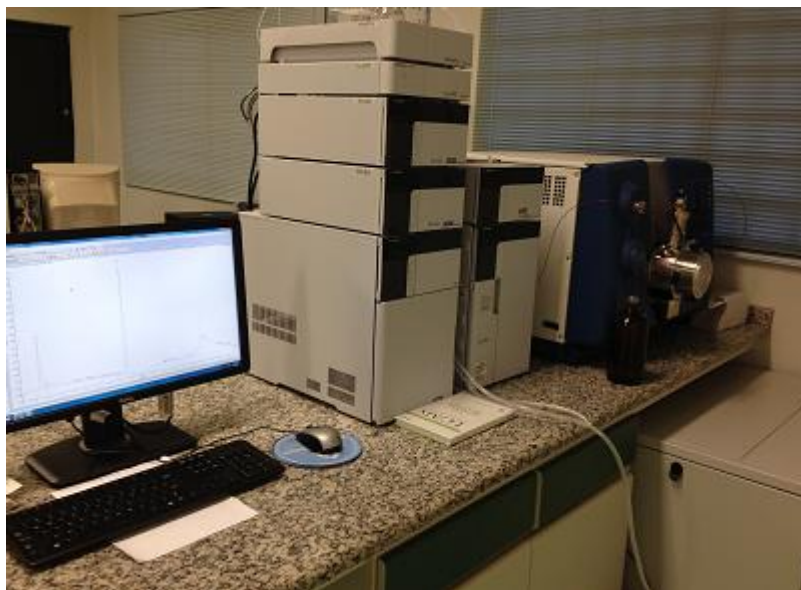
Aos 14 DAA foi realizada a coleta a campo de 20 trifólios por repetição, sendo esses divididos em "folhas novas", que não foram submetidas a aplicação do tratamentos, por serem originados de novas rebrotações, e "folhas velhas", as quais receberam a aplicação dos tratamentos, e se encontravam posicionadas logo abaixo das folhas mais novas. Após a coleta, as amostras foram identificadas e acondicionadas em sacos de plástico com fecho hermético do tipo *zip lock*, e posteriormente congeladas em ultrafreezer a -80°C.

Após finalizada a etapa de coleta do material vegetal a campo, os procedimentos de extração, determinação e quantificação dos compostos relacionados a rota do ácido chiquímico, assim como dos aminoácidos, herbicidas e do ácido salicílico, foram conduzidos nos laboratórios do Núcleo de Pesquisas Avançadas em Matologia (NuPAM), pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas - FCA/UNESP, campus de Botucatu/SP. O material coletado contendo dez trifólios de soja foram maceradas em almofariz com nitrogênio líquido, posteriormente foi retirada uma aliquota de 200 mg, pesada em balança de precisão (Modelo Shimadzu AY220 com 0,0001g), e acondicionados em tubos de centrifuga (falcon) de 15 mL de capacidade (Figura 2).



**Figura 2.** Ilustração dos procedimentos de padronização das amostras para extração da matriz vegetal em folhas submetidas ou não a aplicação dos tratamentos, para posterior análise utilizado um sistema LC-MS/MS.

Para realização das análises foi utilizado um sistema LC-MS/MS, composto por um Cromatógrafo Líquido de Alta Eficiência acoplado a um espectrômetro de massas AB Sciex triple quad 4500 (Figura 3), que combinam análise ultra-rápida e excelente performance de separação com alta confiabilidade de resultados, de forma adaptada aos procedimentos utilizados por GOMES et al. (2015).



**Figura 3.** Ilustração do equipamento cromatógrafo líquido acoplado ao espectrômetro de massas (AB Sciex triple quad 4500), constituídos um sistema LC-MS/MS, utilizado na determinação simultânea de compostos relacionados a rota do ácido chiquímico, aminoácidos, herbicidas e ácido salicílico.

Nesta etapa foram determinados os seguintes compostos por LC-MS/MS: ácido chiquímico, ácido quínico, glyphosate, AMPA, fenilalanina, tirosina, triptofano, chlorimuron, cloransulan, leucina, isoleucina, valina, lactofen, bentazon e ácido salicílico. Para cada composto foi escolhido o modo de ionização que permitiu maiores intensidades de sinal.

O modo de operação do espectrômetro de massas utilizado foi o MRM, que é o modo quantitativo padrão utilizado para metabólito alvo, tendo como principais vantagens alta sensibilidade e reprodutibilidade, baixo ruído e medição simultânea de até 100 compostos (Queiroga, 2009). Para realização das curvas de calibração foram utilizados padrões analíticos com alto grau de pureza e a composição da fase móvel para a separação cromatográfica foi testada em diferentes composições e vazões. O modo de ionização negativo foi utilizado para os seguintes compostos: ácido chiquímico, ácido quínico, glyphosate, AMPA e ácido salicílico. Para fenilalanina, tirosina, triptofano, valina, leucina, isoleucina, chlorimuron-ethyl, cloransulan, lactofen e bentazon foi utilizado o modo de ionização positivo.

As condições cromatográficas utilizadas para quantificação dos compostos no modo de ionização negativo e positivo estão apresentadas nas Tabelas 2. Destaca-se que as condições cromatográficas foram otimizadas para cada modo de ionização, de forma a permitir a melhor separação de cada composto. Nas Tabelas 3 e 4 estão apresentadas as

curvas de calibração e as massas moleculares, íons secundários e tempo de retenção dos compostos analisados, respectivamente.

**Tabela 2.** Condições cromatográficas utilizadas para quantificação dos compostos no modo de ionização negativo.

Coluna Analítica	Gemini 5 $\mu$ C18 110 Å (150mm x 4,6mm)
Fase móvel (pH 7.0)	Fase A (FA) = 5 mM acetato de amônio em água Fase B (FB) = 5 mM acetato de amônio em metanol
Gradiente	0 – 1 minuto = 30%FB e 70% FA 1 – 2,5 minutos = 50% FB e 50%FA 2,5 – 5 minutos = 50% FB e 50% FA 5 – 6,5 minutos = 75%FB e 25% FA 6,5 – 8,5 minutos = 75%FB e 25% FA 8,5 – 10 minutos = 90% FB e 10% FA 10 – 15 minutos = 90% FB e 10% FA 15 – 18 minutos = 30% FB e 70% FA
Fluxo	0,500 ml min <sup>-1</sup>

**Tabela 3.** Curvas analíticas e faixas de concentração para cada composto analisado.

Composto	Equação	r <sup>2</sup>
ácido chiquímico	$y=25,8x-52,3$	0,9900
glyphosate	$y=558x+26,5$	0,9976
AMPA	$y=129x-168$	0,9982
ácido salicílico	$y=-22x^2+2,68.10^4x+8,84.10^5$	0,9898
fenilalanina	$y=3,41.10^3x-343$	0,9988
tirosina	$y=845x+500$	0,9984
triptofano	$y=1,51.10^3x+2,47.10^3$	0,9930
chlorimuron-ethyl	$y=3,81^4x+(-5,88^4)$	0,9965
cloransulam-methyl	$y=5,08^4x+(-4,76^5)$	0,9955
lactofen	$y=225x+2,17^4$	0,9858
valina	$y=5,62^4x+(-3,78^5)$	0,9988
leucina	$y=5,88^4x+(-1,86^5)$	0,9987
isoleucina	$y=5,32^4x+(-2,96^5)$	0,9982

**Tabela 4.** Massa molecular, íons secundários e tempo de retenção dos compostos analisados.

<b>Composto</b>	<b>Massa Molecular</b>	<b>Íons Secundários (Fragmentos)</b>	<b>Tempo de retenção (minutos)</b>
Ácido chiquímico	174,15	93.000 111.000 73.000	2,14
glyphosate	169,08	63.100 78.800 150.200	2,07
AMPA	111,04	62.900 78.900 80.800	1,98
Ácido salicílico	138,12	93.000 91.500 64.900	6,94
Fenilalanina	165,19	120.100 103.100 77.100	6,48
Tirosina	181,19	91.10 136.10 123.10	4,97
Triptofano	204,23	188.20 146.10 118.10	6,67
chlorimuron-ethyl	414,82	185.90 184.90 121.00	7,86
cloransulam-methyl	429,99	398,00 370,00 152,90	7,74
lactofen	462,10	343,80 223,00 300,00	8,94
Valina	118,23	72,20 55,20 57,20	2,52
Leucina	132,04	86,10 122,80	4,35
Isoleucina	132,03	86,00 85,5	4,70

Desta forma, nesta etapa foram determinados em matriz vegetal ( $\mu$  g/ g de matéria verde) os seguintes compostos por LC-MS/MS: glyphosate, chlorimuron, cloransulam, lactofen, bentazon, ácido salicílico, ácido chiquímico, ácido quínico, AMPA, fenilalanina, tirosina, triptofano, leucina, isoleucina e valina.

O dados obtidos foram submetidos a análise de variância pelo teste F, sendo as médias comparadas pelo teste de agrupamento de Scott-Knott, a 5,0% de probabilidade, utilizando o software estatístico Sisvar<sup>®</sup> (FERREIRA, 2011).

### 6.3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Quanto a determinação dos herbicidas por LC-MS/MS na matriz vegetal, constituída dos trifolios de soja que receberam (folhas velhas) e não receberam (folhas novas) a aplicação dos respectivos tratamentos, foi possível apenas constatar a presença de glyphosate e bentazon nas duas condições e safras estudadas (Tabelas 5 e 6). Esses resultados indicam que o lactofen, chlorimuron e cloransulam apresentam rápida metabolização nas plantas de soja RR<sup>®</sup>, sendo inferior a 14 dias após aplicação. De forma contrária, o bentazon e principalmente o glyphosate se destacaram pela expressiva mobilização de seus princípios/ingredientes ativos das folhas velhas para as novas, mesmo quando associado a outros herbicidas e/ou ao ácido salicílico. Mas foi observado menor translocação de bentazon para as folhas novas em relação ao glyphosate.

Para o herbicida bentazon observou-se que as diferenças entre as quantidades encontradas e as associações dos herbicidas não foram expressivas, a não ser quando se faz a comparação entre as cultivares, sendo que os trifolios pulverizados da BMX Apollo RR<sup>®</sup> retiveram 2,3 vezes a mais que a BMX Vaguarda IPRO nas folhas velhas. No entanto, nas folhas novas observou-se alta similaridade na quantidade translocada (Tabelas 5 e 6). Segundo Rodrigues e Souza (2011), o bentazon é absorvido via foliar e tem translocação reduzida, e apresenta-se rapidamente metabolizado em espécies tolerantes, formando conjugados glucosil.

Na condição de folhas velhas a cultivar BMX Apollo RR<sup>®</sup> apresentou quantidade significativamente superior para todas as associações estudadas em relação ao glyphosate aplicado isolado, diferentemente da cultivar BMX Vaguarda IPRO, onde somente as associações de glyphosate + lactofen + ácido salicílico apresentaram superior quantidade de glyphosate, em relação a sua aplicação isolada (Tabelas 5 e 6). De forma contrária, apenas associações de glyphosate + lactofen + ácido salicílico na cultivar BMX Vaguarda IPRO superaram significativamente a quantidade de glyphosate translocada das folhas velhas para as novas, quando comparado a aplicação de glyphosate isolada ou associada ao ácido salicílico, promovendo em média aumentos na ordem de 63,9% e 44,8%, respectivamente. Os



resultados indicam haver dependência direta da cultivar de soja RR<sup>®</sup> na dinâmica de translocação de glyphosate, sendo que quando associado ao lactofen + ácido salicílico, esse efeito é reduzido. Oliveira Jr. (2011) relata que o movimento do glyphosate nas plantas é realizado via floema, seguindo a rota dos produtos da fotossíntese, que ocorre das folhas fotossinteticamente ativas em direção às partes das plantas que utilizam esses açúcares para crescimento, manutenção do metabolismo ou armazenamento para uso futuro, como, de raízes, tubérculos, rizomas, folhas jovens e zonas meristemáticas. Portanto, a quantidade de açúcar translocada para cada parte da planta muda durante o seu ciclo de vida e, conseqüentemente, influencia o movimento do herbicida (MONQUERO et al., 2004).

De forma geral, observou-se nas duas safras que o glyphosate quando associado ao lactofen + ácido salicílico, apresentou menor recuperação de seu princípio ativo nos trifólios mais novos em relação aos mais velhos nas duas safras estudadas, independentemente da dose de lactofen utilizada (Tabelas 5 e 6). Entretanto, é importante ressaltar que as associações de glyphosate + chlorimuirom, glyphosate + cloransulan e glyphosate + bentazon, associados ou não ao ácido salicílico, também apresentaram o mesmo comportamento das associações com glyphosate + lactofen + ácido salicílico. No entanto, foi possível constatar que o ácido salicílico não influenciou na concentração recuperada, assim como no caminhamento dos herbicidas nas cultivares de soja RR<sup>®</sup>.

Com relação ao ácido salicílico, observou-se que as associações de glyphosate + lactofen + ácido salicílico foram as que mais incrementaram significativamente a síntese do ácido salicílico nas folhas a cultivar BMX Apollo RR<sup>®</sup> submetidas aplicação, sendo em média os acréscimos em relação a glyphosate, glyphosate + ácido salicílico e testemunha, na ordem 249,7%, 63,2%, 365,4%, respectivamente (Tabela 5). Mesmo não ocorrendo diferenças significativas, os níveis de ácido salicílico nas folhas velhas e novas da cultivar BMX Apollo RR<sup>®</sup> sofreram acréscimos médios em relação a testemunha de cerca de 1,30 e 1,07; 1,47 e 1,08; 1,73 e 0,94; 1,32 e 0,98 e 1,01 e 1,07 vezes, respectivamente, quando submetidas a aplicações dos herbicidas glyphosate (960 g i.a. ha<sup>-1</sup>), lactofen, glyphosate + chlorimuirom, glyphosate + cloransulam e glyphosate + bentazon. Para a cultivar BMX Vaguarda IPRO esses acréscimos nos níveis de ácido salicílico nas folhas velhas e novas foram da ordem de 1,30 e 1,22; 1,75 e 1,20; 1,31 e 1,19; 1,21 e 1,33 e 1,27 e 1,27 vezes, respectivamente, quando submetidas a aplicações dos herbicidas glyphosate (960 g i.a. ha<sup>-1</sup>), lactofen, glyphosate + chlorimuirom, glyphosate + cloransulam e glyphosate + bentazon.

Para cultivar BMX Apolo RR<sup>®</sup> foi possível constatar que ocorreram maiores níveis de ácido salicílico nas folhas velhas (receberam aplicação) para os tratamentos que continham ácido salicílico. Entretanto, não foi possível observar a translocação para as folhas novas, onde permaneceram os níveis similares as plantas não submetidas a aplicação. Este fato ocorreu de maneira similar na cultivar BMX Vanguarda IPRO, exceto para os tratamentos glyphosate isolado, glyphosate + chlorimuram + ácido salicílico, glyphosate + bentazon + ácido salicílico e glyphosate + cloransulam com e sem a presença de ácido salicílico, onde foram observados maiores níveis de ácido salicílico nas folhas novas em relação a testemunha sem aplicação. Além disso, é importante ressaltar que nas folhas velhas (receberam aplicação) foi encontrado maiores níveis de ácido salicílico para glyphosate + ácido salicílico em relação ao ácido salicílico aplicado de maneira isolada nas duas cultivares estudadas.

Gomes (2014) também observou acréscimos na concentração do ácido salicílico de 1,5 e 4,5 vezes em plantas de *Conyza sumatrensis* resistentes ao glyphosate em relação à testemunha, quando submetidas a aplicação de glyphosate nas doses de 1440 e 2880 g ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Essa possível relação do glyphosate promover a síntese do ácido salicílico e, conseqüentemente, induzir a resistência a patógenos tem sido bastante discutida. No entanto, Velini et al. (2009) enfatizaram que a relação do glyphosate com a ocorrência de doenças e a síntese do ácido salicílico e fitoalexinas não é simples e ainda demanda muito mais informações para ser compreendida.

Para os compostos da rota metabólica do ácido chiquímico, o ácido aminometilfosfônico (AMPA) foi detectado nas duas safras principalmente para o tratamento glyphosate + lactofen + ácido salicílico, tanto em folhas submetidas ou não a aplicação na cultivar BMX Vanguarda IPRO, mas na cultivar de soja BMX Apolo RR<sup>®</sup> foi encontrado apenas nos trifólios submetidos a aplicação (Tabelas 5 e 6). O AMPA também foi detectado quando utilizou-se a associação de glyphosate + chlorimuram-ethyl com e sem a presença de ácido salicílico, mas apenas nos trifólios submetidos a aplicação da cultivar BMX Apolo RR<sup>®</sup> (Tabela 5). Esse comportamento indica que a associação do glyphosate aos herbicidas lactofen e chlorimuram-ethyl, ambos com ácido salicílico, podem favorecer a metabolização de glyphosate a AMPA em folhas de soja RR<sup>®</sup>. Resíduos de AMPA também foram detectados em folhas e sementes de soja resistente ao glyphosate, tratada com o herbicida na dose recomendada, indicando o metabolismo do glyphosate na soja transgênica (Arregui et al., 2003; Reddy et al., 2004; Almeida, 2011). Almeida (2011), constatou que a presença de

adjuvantes nas formulações comerciais de glyphosate pode estar associada a possível ausência do metabolismo do glyphosate em AMPA em soja RR<sup>®</sup>. No entanto, Nandula et al. (2005) não observaram diferenças significativas no metabolismo de glyphosate em AMPA em cultivares de soja RR<sup>®</sup>, sendo possível considerar que a sensibilidade diferencial seja uma característica das cultivares.

Na recuperação do ácido chiquímico observou-se para as duas cultivares que a concentração encontrada desse composto foi significativamente superior nos trifólios mais novos em todos os tratamentos na cultivar BMX Apolo RR<sup>®</sup>, enquanto na cultivar BMX Vanguarda IPRO foi observado menor concentração nas folhas velhas apenas nos tratamentos glyphosate isolado e glyphosate + ácido salicílico (Tabelas 5 e 6). Pode-se observar que a aplicação dos tratamentos com glyphosate, ácido salicílico e glyphosate + ácido salicílico promoveram incrementos médios na concentração de ácido chiquímico em relação a testemunha sem aplicação, da ordem de 1,16; 1,06 e 1,39 vezes, respectivamente, para os trifólios submetidos a aplicação, assim como de 1,51; 1,41 e 1,59 vezes, respectivamente, para os trifólios novos que não foram submetidos a aplicação. Apesar da diferença no nível de detecção do ácido chiquímico entre as cultivares ter sido pequena, notou-se níveis de metabolização mais expressivos para a cultivar BMX Vanguarda IPRO.

O aumento da concentração de ácido chiquímico nas plantas pode ser interpretado como o resultado da inibição da enzima 5-enolpiruvilchiquimato 3-fosfato sintase (EPSPs) (Bonini et al., 2009). Portanto, o ácido chiquímico tem sido utilizado como biomarcador da sensibilidade da EPSPs em plantas ao glyphosate (Muller et al., 2003), uma vez que considera-se como previsível uma espécie com baixo acúmulo de ácido chiquímico em seus tecidos requer um alto nível de glyphosate para que ocorra efeito letal. Desta forma, resultados semelhantes aos encontrados no trabalho foram descritos Franco et al. (2012), os quais relataram que o incremento no teor do ácido chiquímico em soja RR<sup>®</sup> pode ser em resposta a aplicação de glyphosate estar relacionado com o estágio das plantas. Além disso, Kogan e Perez (2003) afirmaram que a penetração epicuticular de herbicidas e sua absorção simplástica é um processo que depende, entre outros fatores, da idade da planta. Nesse sentido, é importante considerar que no momento da aplicação da cultivar BMX Vanguarda IPRO encontrava-se em estágio fenológico inferior ao da cultivar BMX Apolo RR<sup>®</sup>, e assim a detecção do ácido chiquímico ter sido mais favorecida.

De forma contrária ao ácido chiquímico, na recuperação do ácido quínico observou-se para as duas cultivares que a concentração desse composto foi significativamente superior nos trifólios mais velhos para todos os tratamentos, com exceção do tratamento ácido salicílico isolado e a testemunha sem aplicação na cultivar BMX Apolo RR<sup>®</sup> (Tabelas 5 e 6). Além disso, para as folhas velhas da cultivar BMX Apollo RR<sup>®</sup>, com exceção das aplicações isoladas de lactofen e ácido salicílico, todos os demais tratamentos apresentaram incrementos de ácido quínico em relação a testemunha sem aplicação (Tabela 5).

Para os trifolios novos foram apenas identificados incrementos da concentração de ácido quínico em relação a testemunha, na ordem de 1,77 e 1,25 vezes, respectivamente, para aplicação de glyphosate e glyphosate + ácido salicílico. Para cultivar BMX Vanguarda IPRO somente foi constatada redução do ácido quínico nos trifolios novos para aplicação de lactofen e glyphosate + latofen + ácido salicílico, e nos trifólios velhos submetidos a aplicação com a aplicação de ácido salicílico isolado, lactofen, glyphosate + lactofen + ácido salicílico e glyphosate + chlorimurrom-etlhy com e sem ácido salicílico (Tabela 6). Gomes (2011) também registrou acúmulo de ácido chiquímico, quínico e desidrochiquímico em plantas de milho submetidas à dose de 720 g e.a. ha<sup>-1</sup> de glyphosate em relação à testemunha. Entretanto, notou-se não existir uma relação proporcional de aumento ou redução entre os ácidos chiquímico e quínico.

**Tabela 5** - Determinação da concentração (ng/ g) de herbicidas, ácido salicílico (AS) e compostos da rota do ácido chiquímico (ácido aminometilfosfônico - AMPA, ácido chiquímico - AC, ácido quínico - AQ) em trifolios velhos (FV) e novos (FN) da soja BMX Apolo RR (exp. 1), respectivamente não submetidos e submetidos a aplicação em pós-emergência de associações de herbicidas com ácido salicílico. Guarapuava - PR, 2013/14.

Tratamentos	Doses g i.a. ou e.a. ha <sup>-1</sup>	ng/ g de matéria fresca das folhas							
		LAC/ CHO/ / CLO		BEN		GRR		AS	
		FV	FN	FV	FN	FV	FN	FV	FN
1. GRR <sup>1/*</sup>	960	-	-	-	-	1697dA	1590aA	4344eA	5724aA
2. AS <sup>2/*</sup>	256	-	-	-	-	0eA	0bA	7912dA	5697aB
3. GRR + AS*	960 + 256	-	-	-	-	4152cA	2897aA	9363cA	5446aB
4. LAC <sup>3/</sup>	30	-	-	-	-	0eA	0bA	4628eA	6092aA
5. LAC	60	-	-	-	-	0eA	0bA	4564eA	5638aA
6. LAC	120	-	-	-	-	0eA	0bA	5268eA	5627aA
7. GRR <sup>1/</sup> + LAC + AS <sup>2/</sup>	960 + 30 + 256	-	-	-	-	8460bA	2185aB	14860aA	4528aB
8. GRR + LAC + AS	960 + 60 + 256	-	-	-	-	9320bA	2348aB	15480aA	4560aB
9. GRR + LAC + AS	960 + 120 + 256	-	-	-	-	9630bA	2098aB	15230aA	4488aB
10. GRR + CHO <sup>4/*</sup>	960 + 12,5	-	-	-	-	12430aA	2676aB	5660eA	5071aA
11. GRR + CHO <sup>4/</sup> + AS*	960 + 12,5 + 256	-	-	-	-	8881bA	2662aB	12140bA	5831aB
12. GRR + CLO <sup>5/*</sup>	960 + 30,24	-	-	-	-	4600cA	2706aB	4326eA	5262aA
13. GRR + CLO + AS*	960 + 30,24 + 256	-	-	-	-	4398cA	2369aB	12290bA	5331aB
14. GRR + BEN <sup>6/*</sup>	960 + 480	-	-	10417	572	4414cA	2800aB	3313eA	5839aA
15. GRR + BEN + AS *	960 + 480 + 256	-	-	10690	422	3892cA	2903aA	12002bA	6224aB
16. testemunha capinada sem aplicação		-	-	-	-	0eA	0bA	3264eA	5343aA
CV (%)	-	-	-	-	-	33,13		24,36	

Tratamentos	Doses g i.a. ou e.a. ha <sup>-1</sup>	ng/ g de matéria fresca das folhas					
		AMPA		AC		AQ	
		FV	FN	FV	FN	FV	FN
1. GRR <sup>1/*</sup>	960	0	0	9853aB	12370aA	499920bA	536060aB
2. AS <sup>2/*</sup>	256	0	0	9665aB	11690aA	428800cA	313500cA
3. GRR + AS*	960 + 256	0	0	10242aB	12650aA	513100bA	381800bB
4. LAC <sup>3/</sup>	30	0	0	7630bB	10150bA	404500cA	235100cB
5. LAC	60	0	0	7838bB	9950bA	348125cA	225100cB
6. LAC	120	0	0	7970bB	11020bA	357980cA	219200cB
7. GRR <sup>1/</sup> + LAC + AS <sup>2/</sup>	960 + 30 + 256	122	0	7760bB	12490aA	444400bA	216600cB
8. GRR + LAC + AS	960 + 60 + 256	152	0	7950bB	12390aA	466600bA	216500cB
9. GRR + LAC + AS	960 + 120 + 256	114	0	8340bB	12150aA	460400bA	180800cB
10. GRR + CHO <sup>4/*</sup>	960 + 12,5	326	0	8810bB	12158aA	650100aA	238100cB
11. GRR + CHO <sup>4/</sup> + AS*	960 + 12,5 + 256	191	0	8520bB	12530aA	606600aA	250600cB
12. GRR + CLO <sup>5/*</sup>	960 + 30,24	0	0	8970bB	12450aA	614400aA	234000cB
13. GRR + CLO + AS*	960 + 30,24 + 256	0	0	8510bB	12270aA	570300aA	223400cB
14. GRR + BEN <sup>6/*</sup>	960 + 480	0	0	8780bB	11980aA	484600bA	285700cB
15. GRR + BEN + AS *	960 + 480 + 256	0	0	8660bB	12760aA	515400bA	321400cB
16. testemunha capinada sem aplicação		0	0	8760bB	11300bA	402200cA	303400cA
CV (%)	-	-	-	12,39		23,61	

Obs.: <sup>1/</sup> glyphosate = Glyphosate Roundup Ready<sup>®</sup> (GRR); <sup>2/</sup> ácido salicílico = salicilato de sódio (AS); <sup>3/</sup> lactofen<sup>®</sup> = Cobra<sup>®</sup> (LAC); <sup>4/</sup> chlorimuron-ethyl = Classic<sup>®</sup> (CHO); <sup>5/</sup> cloransulam-methyl = Pacto<sup>®</sup>; <sup>6/</sup> bentazon = Basagran<sup>®</sup> (BEN); \* Assist<sup>®</sup> a 0,25% v/v. - Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo agrupamento do teste de Scott-Knott (p≤0,05) \* = significativo; NS = não significativo.

**Tabela 6** - Determinação da concentração (ng/ g) de herbicidas, ácido salicílico (AS) e compostos da rota do ácido chiquímico (ácido aminometilfosfônico - AMPA, ácido chiquímico - AC, ácido quínico - AQ) em trifolios velhos (FV) e novos (FN) da soja BMX Vanguarda IPRO (exp. 2), respectivamente não submetidos e submetidos a aplicação em pós-emergência de associações de herbicidas com ácido salicílico. Guarapuava - PR, 2014/15.

Tratamentos	Doses g i.a. ou e.a. ha <sup>-1</sup>	ng/ g de matéria fresca das folhas							
		CHO / LAC / CLO		BEN		GRR		AS	
		FV	FN	FV	FN	FV	FN	FV	FN
1. GRR <sup>1/*</sup>	960	-	-	-	-	2125cA	2168bA	4232gB	6708bA
2. AS <sup>2/*</sup>	256	-	-	-	-	0dA	0cA	8159dA	6638bB
3. GRR + AS*	960 + 256	-	-	-	-	2377cA	2454bA	10822bA	7602aB
4. LAC <sup>3/</sup>	30	-	-	-	-	0dA	0cA	5110gB	6579bA
5. LAC	60	-	-	-	-	0dA	0cA	5634fA	6461bA
6. LAC	120	-	-	-	-	0dA	0cA	6306fA	6702bA
7. GRR <sup>1/</sup> + LAC + AS <sup>2/</sup>	960 + 30 + 256	-	-	-	-	4689bA	3482aB	11114bA	6685bB
8. GRR + LAC + AS	960 + 60 + 256	-	-	-	-	6814aA	3573aB	11768bA	6638bB
9. GRR + LAC + AS	960 + 120 + 256	-	-	-	-	6439aA	3612aB	10850bA	6451bB
10. GRR + CHO <sup>4/*</sup>	960 + 12,5	-	-	-	-	2435cA	2486bA	4253gB	6512bA
11. GRR + CHO <sup>4/</sup> + AS*	960 + 12,5 + 256	-	-	-	-	2241cA	2295bA	7229eA	8170aA
12. GRR + CLO <sup>5/*</sup>	960 + 30,24	-	-	-	-	2174cA	2192bA	3953gB	7279aA
13. GRR + CLO + AS*	960 + 30,24 + 256	-	-	-	-	2050cA	2172bA	9756cA	8116aB
14. GRR + BEN <sup>6/*</sup>	960 + 480	-	-	4258	614	3075cA	2857bA	4118gB	6939bA
15. GRR + BEN + AS *	960 + 480 + 256	-	-	4801	533	2947cA	2294bA	12936aA	8158aB
16. testemunha capinada sem aplicação		-	-	-	-	0dA	0cA	3251gB	5474bA
CV (%)	-	-	-	-	-	31,85		13,43	

Tratamentos	Doses g i.a. ou e.a. ha <sup>-1</sup>	ng/ g de matéria fresca das folhas					
		AMPA		AC		AQ	
		FV	FN	FV	FN	FV	FN
1. GRR <sup>1/*</sup>	960	0	0	12352aB	14919aA	702678aA	468888aB
2. AS <sup>2/*</sup>	256	0	0	12884aA	12499aA	510713cA	388175aB
3. GRR + AS*	960 + 256	0	0	13233aB	15375aA	694823aA	457863aB
4. LAC <sup>3/</sup>	30	0	0	9122bA	9256bA	560434bA	312695bB
5. LAC	60	0	0	7974bA	8723bA	565177bA	277888bB
6. LAC	120	0	0	7451bA	8186bA	579642bA	229822bB
7. GRR <sup>1/</sup> + LAC + AS <sup>2/</sup>	960 + 30 + 256	100	117	9535bA	10431bA	470212cA	312087bB
8. GRR + LAC + AS	960 + 60 + 256	124	126	8935bA	9115bA	470985cA	281896bB
9. GRR + LAC + AS	960 + 120 + 256	133	149	7481bA	7795bA	479304cA	277691bB
10. GRR + CHO <sup>4/*</sup>	960 + 12,5	0	0	10954aA	10230bA	602569bA	439751aB
11. GRR + CHO <sup>4/</sup> + AS*	960 + 12,5 + 256	0	0	7964bA	8163bA	584108bA	391300aB
12. GRR + CLO <sup>5/*</sup>	960 + 30,24	0	0	9258bA	9447bA	699977aA	419177aB
13. GRR + CLO + AS*	960 + 30,24 + 256	0	0	9172bA	9730bA	709745aA	429149aB
14. GRR + BEN <sup>6/*</sup>	960 + 480	0	0	8425bA	9111bA	667349aA	466540aB
15. GRR + BEN + AS *	960 + 480 + 256	0	0	9283bA	9429bA	711116aA	472770aB
16. testemunha capinada sem aplicação		0	0	8990bA	9003bA	653033aA	447595aB
CV (%)	-	16,85				17,94	

Obs.: <sup>1/</sup> glyphosate = Glyphosate Roundup Ready<sup>®</sup> (GRR); <sup>2/</sup> ácido salicílico = salicilato de sódio (AS); <sup>3/</sup> lactofen<sup>®</sup> = Cobra<sup>®</sup> (LAC); <sup>4/</sup> chlorimuron-ethyl = Classic<sup>®</sup> (CHO); <sup>5/</sup> cloransulam-methyl = Pacto<sup>®</sup>; <sup>6/</sup> bentazon = Basagran<sup>®</sup> (BEN); \* Assist<sup>®</sup> a 0,25% v/v. - Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo agrupamento do teste de Scott-Knott (p≤0,05) \* = significativo; NS = não significativo.

Entre todos os aminoácidos de cadeia ramificada, somente para valina não foram constatadas diferenças significativas nas concentrações detectadas em folhas novas e velhas das cultivares BMX Apollo RR<sup>®</sup> e BMX Vaguarda IPRO em todos os tratamentos, mas na cultivar BMX Apolo RR<sup>®</sup> foi observado diferença entre folhas novas e velhas nos tratamentos glyphosate, ácido salicílico, lactofen (30 e 60 g i.a. ha<sup>-1</sup>), glyphosate + lactofen (30 g i.a. ha<sup>-1</sup>) + ácido salicílico e glyphosate + bentazon + ácido salicílico, onde foi observado menor concentração nas folhas novas (Tabelas 7 e 8).

Para isoleucina, foi constada redução significativa da concentração detectada apenas nas folhas velhas da cultivar BMX Apollo RR<sup>®</sup>, quando submetidas a aplicação de glyphosate, ácido salicílico, glyphosate + ácido salicílico, lactofen (30, 60 e 120 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e glyphosate + lactofen + ácido salicílico (960 + 30 + 256 g i.a. ha<sup>-1</sup>), sendo em média a diferença para esse agrupamento de tratamentos em relação a testemunha de 1,8 vezes (15,3%) da concentração recuperada, e nas folhas novas não foi verificado diferença entre os tratamentos (Tabelas 7 e 8).

Para a cultivar BMX Vaguarda IPRO, a redução média da concentração recuperada de isoleucina ocorreu em folhas submetidas a aplicação (folhas velhas) e não aplicadas (folhas novas), na ordem de 1,4 vezes (28,2%), respectivamente, para os agrupamentos com glyphosate, ácido salicílico, glyphosate + ácido salicílico, lactofen (30, 60 e 120 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e glyphosate + lactofen + ácido salicílico (960 + 30 + 256; 960 + 60 + 256 e 960 + 120 + 256 g i.a. ha<sup>-1</sup>), e de 1,3 vezes (24,5%) nas folhas novas para o agrupamento com glyphosate, ácido salicílico, glyphosate + ácido salicílico e lactofen (30 e 60 g i.a. ha<sup>-1</sup>).

Para o amonoácido leucina, foi constada redução significativa da concentração detectada em folhas das duas cultivares apenas quando submetidas a aplicação (folhas velhas). Para a cultivar BMX Apollo RR<sup>®</sup>, a aplicação de lactofen (120 g i.a. ha<sup>-1</sup>), glyphosate + lactofen (30, 60 e 120 g i.a. ha<sup>-1</sup>) + ácido salicílico e glyphosate + cloransulam com e sem ácido salicílico, proporcionou em relação a testemunha, redução média de 1,1 vezes (8,4%) da concentração recuperada (Tabelas 7 e 8). Para a cultivar BMX Vaguarda IPRO, a redução da detecção de leucina ocorreu para aplicação de lactofen (30, 60, 120 g i.a. ha<sup>-1</sup>), glyphosate + lactofen (30, 60 e 120 g i.a. ha<sup>-1</sup>) + ácido salicílico e glyphosate + cloransulam com e sem ácido salicílico, esse agrupamento proporcionou em relação a testemunha redução média de 1,3 vezes (17,9%) da concentração recuperada.

Em relação a diferença entre folhas novas e velhas, foi observado reduções em comparação a testemunha sem aplicação apenas nas folhas velhas, para as duas cultivares. Essa redução para a cultivar BMX Apolo RR<sup>®</sup> foi apenas identificada no tratamento glyphosate + lactofen (30 e 60 g i.a. ha<sup>-1</sup>) + ácido salicílico. Na cultivar BMX Vanguarda IPRO foi observado essas reduções com lactofen (60 e 120 g i.a. ha<sup>-1</sup>), glyphosate + lactofen (30, 60 e 120 g i.a. ha<sup>-1</sup>) + ácido salicílico e glyphosate + cloransulam. Em relação ao conjunto dos aminoácidos de cadeia ramificada, pode-se observar que entre todos os tratamentos estudados, os únicos que em forma geral, não interferiram significativamente na dinâmica de metabolização e transporte desses aminoácido na soja RR<sup>®</sup> foram as associações de glyphosate + chlorimurum, glyphosate + chlorimurum + ácido salicílico, glyphosate + bentazon e glyphosate + bentazon + ácido salicílico (Tabelas 7 e 8).

Entre os aminoácidos de cadeia cíclica, a concentração da fenilalanina nas folhas submetidas a aplicação (folhas velhas) da cultivar BMX Apollo RR<sup>®</sup> demonstrou incremento para maioria dos tratamentos em relação a testemunha sem aplicação, sendo o contrário apenas observado para o ácido salicílico e lactofen (30 e 60 g i.a. ha<sup>-1</sup>), enquanto nas folhas novas todos os tratamentos permaneceram semelhantes a testemunha sem aplicação. Já em relação a cultivar BMX Vanguarda IPRO, foi observado não haver diferença significativa em relação aos níveis de fenilalanina em nenhum tratamento (Tabelas 7 e 8).

Para a tirosina, com exceção dos tratamentos com glyphosate, ácido salicílico, glyphosate + ácido salicílico, todos dos demais tratamentos apresentaram redução significativa da concentração em folhas submetidas a aplicação em relação a testemunha da cultivar BMX Apollo RR<sup>®</sup>, sendo na média do agrupamento, em torno de 2,4 vezes (58,1%) (Tabelas 7 e 8).

Nas folhas novas dessa cultivar observou-se acréscimos significativos em relação as folhas submetidas a aplicação (folhas velhas), sendo que o aumento da concentração do aminoácido para todos tratamentos em relação a testemunha, sendo em média, da ordem de 1,8 vezes (82,5%) para o agrupamento com glyphosate e ácido salicílico, e de 1,4 vezes (39,3%), para o agrupamento com glyphosate + ácido salicílico, lactofen (30, 60 e 120 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e glyphosate + lactofen + ácido salicílico (960 + 30 + 256 g i.a. ha<sup>-1</sup>), glyphosate + chlorimurum, glyphosate + chlorimurum + ácido salicílico, glyphosate + cloransulam, glyphosate + cloransulam + ácido salicílico, glyphosate + bentazon e glyphosate + bentazon + ácido salicílico. Para a cultivar BMX Vanguarda IPRO, de forma contraria, somente foram



constatadas reduções significativas de tirosina para os tratamentos glyphosate, ácido salicílico, glyphosate + ácido salicílico, lactofen (30, 60 e 120 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e glyphosate + lactofen (30, 60 e 120 g i.a. ha<sup>-1</sup>) + ácido salicílico em folhas submetidas a aplicação (folhas velhas), assim como de glyphosate, ácido salicílico, glyphosate + ácido salicílico, lactofen (30, 60 e 120 g i.a. ha<sup>-1</sup>), glyphosate + lactofen (30, 60 e 120 g i.a. ha<sup>-1</sup>) + ácido salicílico, glyphosate + chlorimurum, e glyphosate + chlorimurum + ácido salicílico, em folhas que não foram submetidas a aplicação (folhas novas).

Não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos para o amioácido triptofano na cultivar BMX Apollo RR<sup>®</sup>, e sim somente houve reduções na concentração nas folhas velhas em relação as folhas novas para alguns tratamentos estudados, como ácido salicílico, lactofen (30, 60 e 120 g i.a. ha<sup>-1</sup>), glyphosate + lactofen (30, 60 e 120 g i.a. ha<sup>-1</sup>) + ácido salicílico e glyphosate + chlorimurum (Tabelas 7 e 8).

Para a cultivar BMX Vaguarda IPRO, observou-se reduções significativas de triptofano para os tratamentos glyphosate, ácido salicílico, glyphosate + ácido salicílico, lactofen (60 e 120 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e glyphosate + lactofen (30, 60 e 120 g i.a. ha<sup>-1</sup>) + ácido salicílico em folhas submetidas a aplicação (folhas velhas), assim como de glyphosate, glyphosate + ácido salicílico e glyphosate + lactofen (30, 60 e 120 g i.a. ha<sup>-1</sup>) + ácido salicílico, em folhas que não foram submetidas a aplicação (folhas novas). Para essa cultivar foi observado diferença significativa em relação as folhas velhas e novas apenas para o tratamento glyphosate + ácido salicílico, onde ocorreu redução na concentração nas folhas novas.

Esses resultados corroboram com os encontrados por Gomes (2014) que observou redução dos níveis de triptofano nos tecidos das folhas de *Conyza sumatrensis* resistente ao glyphosate, em um ensaio preliminar, assim como aumento da concentração de fenilalanina e tirosina, em plantas submetidas a aplicação de glyphosate. Outros trabalhos também já evidenciaram o aumento no teor de aminoácidos em plantas submetidas ao glyphosate (Petersen et al., 2007; Orcaray et al., 2010; Gravena et al., 2009; Wang et al., 2001, Gomes, 2011). Segundo Gomes (2014), esse efeito pode estar relacionado com a degradação das proteínas das plantas e a consequente liberação dos aminoácidos que compõem a mesma.

Em relação ao conjunto dos aminoácidos de cadeia cíclica, pode-se observar em forma geral que a maioria dos tratamentos estudados interferiram mais na dinâmica de metabolização e transporte transitório da tirosina, quando comparado com a fenilalanina e

triptofano (Tabelas 7 e 8). Entretanto, para a fenilalanina e triptofano os tratamento que não interferiram significativamente na dinâmica de metabolização e transporte desses aminoácidos na soja RR<sup>®</sup> foram apenas as associações de glyphosate + chlorimurrom, glyphosate + chlorimurrom + ácido salicílico, glyphosate + bentazon e glyphosate + bentazon + ácido salicílico (Tabelas 7 e 8).

Em função da complexidade das respostas obtidas para a dinâmica dos aminoácidos, é importante ressaltar a necessidade de novos estudos para confirmação mais precisa dessas informações. Assim, com um conjunto de informações mais precisas será mais fácil identificar em relação a seletividade o conjunto de associações de herbicidas que proporcione a melhor ferramenta de manejo de plantas daninhas, sem interferir e/ou prejudica a atividade fisiológica da cultura da soja.

**Tabela 7** - Determinação da concentração ( $\mu\text{g/g}$ ) de amonoácidos de cadeia ramificada e ciclica em trifolios velhos (FV) e novos (FN) da soja BMX Apolo RR (exp. 1), respectivamente não submetidos e submetidos a aplicação em pós-emergência de associações de herbicidas com ácido salicílico. Guarapuava - PR, 2014/15.

Tratamentos	Doses g i.a. ou e.a. ha <sup>-1</sup>	$\eta\text{g/g}$ de matéria fresca da folhas					
		valina		isoleucina		leucina	
		FV	FN	FV	FN	FV	FN
1. GRR <sup>1/*</sup>	960	33240aB	41850aA	58910bA	61880aA	107000aA	110900aA
2. AS <sup>2/*</sup>	256	34170aB	43090aA	60300bA	63500aA	101500aA	107700aA
3. GRR + AS*	960 + 256	36840aA	41110aA	63970bA	58000aA	103700aA	106100aA
4. LAC <sup>3/</sup>	30	33380aB	42690aA	59600bA	66050aA	105200aA	102800aA
5. LAC	60	33475aB	42770aA	60250bA	63400aA	97875aA	98800aA
6. LAC	120	36020aA	39710aA	59700bA	63700aA	93800bA	101400aA
7. GRR <sup>1/</sup> + LAC + AS <sup>2/</sup>	960 + 30 + 256	29800aB	37540aA	65000bA	66100aA	87600bB	99500aA
8. GRR + LAC + AS	960 + 60 + 256	35930aA	39020aA	75800aA	69220aA	87000bB	101100aA
9. GRR + LAC + AS	960 + 120 + 256	44180aA	38580aA	85700aA	62400aB	95000bA	102100aA
10. GRR + CHO <sup>4/*</sup>	960 + 12,5	39950aA	37920aA	78900aA	61500aB	104600aA	103200aA
11. GRR + CHO <sup>4/</sup> + AS*	960 + 12,5 + 256	42820aA	40620aA	87100aA	72100aB	101000aA	100800aA
12. GRR + CLO <sup>5/*</sup>	960 + 30,24	38650aA	45580aA	79300aA	71700aA	94600bA	94100aA
13. GRR + CLO + AS*	960 + 30,24 + 256	39310aA	38980aA	76000aA	68400aA	92800bA	100900aA
14. GRR + BEN <sup>6/*</sup>	960 + 480	39300aA	44020aA	75510aA	65600aA	98000aA	102800aA
15. GRR + BEN + AS *	960 + 480 + 256	36320aB	43950aA	74520aA	72600aA	99800aA	105400aA
16. testemunha capinada sem aplicação		34650aA	38130aA	72200aA	67700aA	100200aA	105300aA
CV <sub>(5%)</sub>	-	14,67		12,44		8,25	

Tratamentos	Doses g i.a. ou e.a. ha <sup>-1</sup>	$\eta\text{g/g}$ de matéria fresca da folhas					
		fenilalanina		tirosina		triptofano	
		FV	FN	FV	FN	FV	FN
1. GRR <sup>1/*</sup>	960	31900aA	27700aA	17450aB	48580aA	39400aA	35300aA
2. AS <sup>2/*</sup>	256	19240bB	28440aA	10650bB	43280aA	33440aB	45450aA
3. GRR + AS*	960 + 256	32470aA	28570aA	9310bB	32700bA	36010aA	40670aA
4. LAC <sup>3/</sup>	30	22870bA	27650aA	5706cB	29130bA	34350aB	42860A
5. LAC	60	22275bA	25290aA	5723cB	32920bA	33625aB	48380aA
6. LAC	120	26770aA	25450aA	3518cB	37960bA	30480aB	48250aA
7. GRR <sup>1/</sup> + LAC + AS <sup>2/</sup>	960 + 30 + 256	28530aA	25010aA	2134cB	34400bA	26940aB	41150aA
8. GRR + LAC + AS	960 + 60 + 256	28340aA	25420aA	2190cB	33950bA	33830aB	46340aA
9. GRR + LAC + AS	960 + 120 + 256	28480aA	23520aA	1933cB	39240bA	35340aB	45960A
10. GRR + CHO <sup>4/*</sup>	960 + 12,5	27060aA	26430aA	5194cB	36980bA	35500aB	41930aA
11. GRR + CHO <sup>4/</sup> + AS*	960 + 12,5 + 256	28640aA	24900aA	7270cB	33950bA	40660aA	44900aA
12. GRR + CLO <sup>5/*</sup>	960 + 30,24	26200aA	26720aA	7190cB	37450bA	39410aA	42550aA
13. GRR + CLO + AS*	960 + 30,24 + 256	29260aA	23970aA	7700cB	36850bA	37950aA	44610aA
14. GRR + BEN <sup>6/*</sup>	960 + 480	30370aA	28360aA	7171cB	34090bA	36070aB	44720aA
15. GRR + BEN + AS *	960 + 480 + 256	29180aA	22880aB	6945cB	36120bA	39980aA	45240aA
16. testemunha capinada sem aplicação		24600bA	27210aA	12470bB	25160cA	40080aA	41950aA
CV <sub>(5%)</sub>	-	16,24		20,30		17,03	

Obs.: <sup>1/</sup> glyphosate = Glyphosate Roundup Ready<sup>®</sup> (GRR); <sup>2/</sup> ácido salicílico = salicilato de sódio (AS); <sup>3/</sup> lactofen<sup>®</sup> = Cobra<sup>®</sup> (LAC); <sup>4/</sup> chlorimuron-ethyl = Classic<sup>®</sup> (CHO); <sup>5/</sup> cloransulam-methyl = Pacto<sup>®</sup>; <sup>6/</sup> bentazon = Basagran<sup>®</sup> (BEN); \* Assist<sup>®</sup> a 0,25% v/v. - Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo agrupamento do teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ) \* = significativo; NS = não significativo.

**Tabela 8** - Determinação da concentração ( $\eta\text{g/g}$ ) de amonoácidos de cadeia ramificada e ciclica em trifolios velhos (FV) e novos (FN) da soja BMX Vanguarda IPRO (exp. 2), respectivamente não submetidos e submetidos a aplicação em pós-emergência de associações de herbicidas com ácido salicílico. Guarapuava - PR, 2014/15.

Tratamentos	Doses g i.a. ou e.a. ha <sup>-1</sup>	$\eta\text{g/g}$ de matéria fresca das folhas					
		valina		isoleucina		leucina	
		FV	FN	FV	FN	FV	FN
1. GRR <sup>1/*</sup>	960	47636	40865	40707bA	38994bA	87539aA	82592aA
2. AS <sup>2/*</sup>	256	43273	39077	39852bA	31542bA	84476aA	81568aA
3. GRR + AS*	960 + 256	47828	38077	37814bA	39932bA	82961aA	81172aA
4. LAC <sup>3/</sup>	30	44024	41319	41247bA	46958bA	73572bA	81478aA
5. LAC	60	46118	43156	38007bA	44716bA	74429bB	86346aA
6. LAC	120	43505	43687	43794bA	52408aA	62951cB	81723aA
7. GRR <sup>1/</sup> + LAC + AS <sup>2/</sup>	960 + 30 + 256	40258	39326	41899bA	52896aA	63536cB	82323aA
8. GRR + LAC + AS	960 + 60 + 256	44129	40330	45032bA	53050aA	57623cB	82466aA
9. GRR + LAC + AS	960 + 120 + 256	44824	43875	45045bA	51396aA	59280cB	82685aA
10. GRR + CHO <sup>4/*</sup>	960 + 12,5	45239	41040	53154aA	49627aA	82355aA	82486aA
11. GRR + CHO <sup>4/</sup> + AS*	960 + 12,5 + 256	44782	36528	55029aA	52652aA	84366aA	83139aA
12. GRR + CLO <sup>5/*</sup>	960 + 30,24	40706	40073	52203aA	54747aA	74874bB	87981aA
13. GRR + CLO + AS*	960 + 30,24 + 256	40475	35724	52189aA	50516aA	73488bA	84141aA
14. GRR + BEN <sup>6/*</sup>	960 + 480	47587	42065	58311aA	52396aA	82429aA	89289aA
15. GRR + BEN + AS *	960 + 480 + 256	47320	35504	59780aA	51993aA	89042aA	84919aA
16. testemunha capinada sem aplicação		45582	39981	57830aA	53530aA	89564aA	87764aA
CV <sub>(5%)</sub>	-	20,84		19,90		12,74	

Tratamentos	Doses g i.a. ou e.a. ha <sup>-1</sup>	$\eta\text{g/g}$ de matéria fresca das folhas					
		fenilalanina		tirosina		triptofano	
		FV	FN	FV	FN	FV	FN
1. GRR <sup>1/*</sup>	960	23755	22555	5569bB	11700bA	21804bA	16242bA
2. AS <sup>2/*</sup>	256	19900	21484	6450bB	12076bA	22368bA	21031aA
3. GRR + AS*	960 + 256	24320	26038	5634bB	11220bA	21989bA	15250bB
4. LAC <sup>3/</sup>	30	20673	21530	4122bA	6794cA	26374aA	23137aA
5. LAC	60	23465	22645	3070bA	6806cA	20200bA	20490aA
6. LAC	120	23783	19221	2493bA	5725cA	20471bA	20988aA
7. GRR <sup>1/</sup> + LAC + AS <sup>2/</sup>	960 + 30 + 256	23308	19739	1209bB	7055cA	15489bA	15491bA
8. GRR + LAC + AS	960 + 60 + 256	23854	20281	1152bB	7335cA	18811bA	15780bA
9. GRR + LAC + AS	960 + 120 + 256	23848	20531	1071bB	6229cA	18739bA	16408bA
10. GRR + CHO <sup>4/*</sup>	960 + 12,5	24487	20935	8327aA	8993bA	24362aA	21514aA
11. GRR + CHO <sup>4/</sup> + AS*	960 + 12,5 + 256	23045	25971	9430aA	9130bA	26798aA	21641aA
12. GRR + CLO <sup>5/*</sup>	960 + 30,24	24632	24008	9383aB	16782aA	25227aA	22883aA
13. GRR + CLO + AS*	960 + 30,24 + 256	23342	28995	8290aB	17615aA	24847aA	21348aA
14. GRR + BEN <sup>6/*</sup>	960 + 480	28424	20372	8626aB	16800aA	26638aA	24493aA
15. GRR + BEN + AS *	960 + 480 + 256	28043	24891	8967aA	13611aA	26349aA	22768aA
16. testemunha capinada sem aplicação		19810	26528	12960aA	17580aA	27458aA	23623aA
CV <sub>(5%)</sub>	-	19,64		43,32		22,27	

Obs.: <sup>1/</sup> glyphosate = Glyphosate Roundup Ready® (GRR); <sup>2/</sup> ácido salicílico = salicilato de sódio (AS); <sup>3/</sup> lactofen® = Cobra® (LAC); <sup>4/</sup> chlorimuron-ethyl = Classic® (CHO); <sup>5/</sup> cloransulam-methyl = Pacto®; <sup>6/</sup> bentazon = Basagran® (BEN); \* Assist® a 0,25% v/v. - Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo agrupamento do teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ) \* = significativo; NS = não significativo.

## 6.4. CONCLUSÕES

Com a metodologia utilizada apenas foi possível detectar os herbicidas glyphosate e bentazon em folhas aplicadas e não aplicadas da cultura da soja RR<sup>®</sup>, indicando que os demais herbicidas apresentaram rápida metabolização ( $\leq 14$  dias após aplicação).

Os resultados indicam haver dependência direta da cultivar de soja RR<sup>®</sup> na dinâmica de translocação de glyphosate na transição/translocação das folhas aplicadas para as novas, sendo esse efeito reduzido para a associação de glyphosate + lactofen + ácido salicílico.

Ocorreram acréscimos de ácido salicílico recuperada nas folhas das cultivares de soja RR<sup>®</sup> quando submetidos aplicações de glyphosate, lactofen, glyphosate + chlorimurum, glyphosate + cloransulam e glyphosate + bentazon, assim como favorecimento para a metabolização de glyphosate em AMPA com glyphosate + lactofen + ácido salicílico e glyphosate + chlorimurum com e sem a presença de ácido salicílico.

A aplicação de glyphosate, ácido salicílico e glyphosate + ácido salicílico causaram incrementos significativos na concentração de ácido chiquímico, assim como na síntese de aminoácidos de cadeia aromática e ramificada nas folhas de soja RR<sup>®</sup>, e decréscimos desses compostos quando utilizado lactofen e glyphosate + lactofen + ácido salicílico.

## 6.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, H.E.S.; LIMA, V.M.M.; MORAES, A.F.C.; GIOVANNINI, C.I.; MASCARENHAS, L.A.M. Eficiência de herbicidas inibidores da accase no controle de milho Roundup Ready (RR) e seus efeitos na cultura da soja. **Univar**, Barra do Garças, n.14, v.2, p.48-54, 2015.

ALMEIDA, G.P.D.A. **Avaliação de resíduos de glyphosate e AMPA, produtividade, teor de óleo, conteúdo de proteína bruta e aminoácidos na soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 2011. 105f. Tese (Doutorado) - Centro de energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

AMARANTE JR, O.P.; SANTOS, T.C.R.; BRITO, N.M.; RIBEIRO, M.L. Glifosato: propriedades, toxicidade, usos e legislação. **Química Nova**, v.25, p.589-593, 2002.

ARREGUI, M.C.; LENARDON, A.; SANCHEZ, D.; MATIRE, M.I.; SCOTTA, R.; ENRIQUE, S. Monitoring glyphosate residues in transgenic glyphosate-resistant soybean. **Pest Management Science**, v.60, n.2, p.163-166, 2003.

BECERRIL, J.M.; DUKE, S.O.; LYDON, J. Glyphosate effects on shikimate pathway products in leaves and flowers of velvetleaf. **Phytochemistry**, Oxford, v.28, p.695-699, 1989.

BONINI, E. A.; FERRARESE, M.L.L.; MARCHIOSI, R.; ZONETTI, P.C.; FERRARESE-FILHO. A simple chromatographic assay to discriminate between glyphosate-resistant and susceptible soybean (*Glycine max*) cultivars. **European Journal of Agronomy**, v.31, n.3, p.173-176, 2009.

CASILLAS, J.C.; LONDONO, J.; GUERREIRO, H.; BUITRAGO, L.A. Analisis cuantitativo de la aplicacion de cuatro bioestimulantes em el cultivo rabano (*Raphanus sativus* L.). **Acta Agronomica**, Palmira, v.36, n.2, p.185- 195, 1986.

COLE, A.W.; CERDEIRA, A.L. Southernpea response to glyphosate desiccation. **HortScience**, v.17, p.244-246, 1982.

DUKE; S.O.; HOAGLAND R.E. (1985) **Effects of glyphosate on metabolism of phenolic compounds**. Disponível em: <<http://www.cababstractsplus.org/abstracts/Abstract.aspx?AcNo=19850776767>>. Acesso em: 07 de dezembro de 2015.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FRANCO, D.A.S.; ALMEIDA, S.D.B.; CERDEIRA, A.L.; DUKE, S.O.4; MORAES, R.M.; LACERDA, A.L.S.; MATALLO, M.B. Avaliação do uso de glyphosate em soja geneticamente modificada e sua relação com o ácido chiquímico. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 659-666, 2012.

GOMES, G.L.G.C. **Alterações metabólicas de plantas de milho submetidas à aplicação de glyphosate e fosfito**. 2011. 97p. Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas). Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu.

GOMES, G.L.G.C. **Caracterização bioquímica e morfofisiológica de populações de buva (*Conyza spp.*) resistentes ao glyphosate**. 2014. 112p. Tese (Doutorado em Agricultura). Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu.

GOMES, G.L.G.C.; CARBONARI, C.A.; VELINI, E.D.; TRINDADE, M.L.B.; SILVA, J.R.M. Extraction and simultaneous determination of glyphosate, AMPA and compounds of the shikimic acid pathway in plants. **Planta Daninha**, Viçosa, v.33, n.2, p.295-304, 2015.

GRAVENA, R. et al. Low glyphosate rates do not affect *Citrus limonia* (L.) Osbeck seedlings. **Pest Management Science**, v. 65, n. 4, p. 420-425, 2009.

GRIS, C.F.; PINHO, E.V.R.V.; CARVALHO, M.L.M.; DINIZ, R.P.; ANDRADE, T. Lignificação da planta e qualidade de sementes de soja RR pulverizadas com herbicida glifosato. **Ceres**, Viçosa, v.60, n.2, p. 286-292, 2013.

HOFMANN, A.M.S. **Experimentos, modelagem, simulação e controle de uma peração contínua de secagem e resfriamento de soja (*Glycine max*) extrusada**. 2012. 65f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

IAPAR, Instituto Agronômico do Paraná. **Agrometeorologia**. 2013. Disponível em <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=597/>>. Acesso em: 07 jun. 2015.

KEEN, N.T.; HOLLIDAY, M.J.; YOSHIKAWA, M. Effects of glyphosate on glyceollin production and the expression of resistance to *Phytophthora megasperma* f. sp. *glycinea* in soybean. **Phytopathology**, Ithaca, v.72, n.11, p.1467-1470, 1982.

KOGAN, M.A.; PÉREZ, J.A. Dinámica de los herbicidas aplicados al follaje y factores determinantes de su actividad. In: KOGAN, M. A.; PÉREZ, J. A. (Ed.) **Herbicidas: fundamentos fisiológicos y bioquímicos del modo de acción**. Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile, 2003. p. 88-136.

KÖPPEN, W. **Climatologia: com um estudo de los climas de La tierra**. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 478p.

KREMER, R.J.; MEANS, N.E.; KIM, S. Glyphosate affects soybean an root exudation and rhizosphere micro-organisms. **International Journal of Environmental and Analytical Chemistry**, London, v.85, n.15, p.1165-1174, 2005.

LEE, T.T. Mode of action of glyphosate in relation to metabolismo f indol-3-acetica acid. **Physiologia Plantarum**, Sweden, v.54, p. 289, 1982.

LEITE, V.M.; ROSOLEM, C.A.; RODRIGUES, J.D. Giberelina e citocinina no crescimento da soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.60, n.3, p. 537-541, 2003.

LYDON, J.; DUKE, S.O. Pesticide effects on secondary metabolism of higher plants. **Pesticide Science**, London, v. 25, p. 361-373, 1989.

MARTINS, M.B.G.; CASTRO, P.R.C. Aspectos morfoanatomicos de frutos de tomateiro cultivar Angela gigante, submetidos a tratamentos com reguladores vegetais. **Bragantia**, Campinas, v.57, n.2, p.225-236, 1997.

MESCHEDE, D.K.; VELINI, E.D.; CARBONARI, C.A. Baixas doses de glyphosate e seus efeitos no crescimento de *Commelina benghalensis*. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.7, n.2, p.53-58, 2008.

MONQUERO, P.A.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; OSUNA, M.D.; DE PRADO, R.A. Absorção, translocação e metabolismo do glyphosate por plantas tolerantes e suscetíveis a este herbicida. **Planta Daninha**, v.22, n.3, p.445-451, 2004.

MUELLER, T. C. et al. Shikimate accumulates in both glyphosate-sensitive and glyphosate-resistant horseweed (*Conyza Canadensis* L. Cronq.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.51, n.3, p.680-684, 2003.

NANDULA, M.N.; REDDY, K.N.; RIMANDO, A.M.; DUKE, S.O.; POSTON, D.H. Glyphosate-resistant and -susceptible soybean (*Glycine max*) and canola (*Brassica napus*)

dose response and metabolism relationships with glyphosate. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.55, n.9, p.3540-3545, 2007.

OLIVEIRA JR., R.S. Mecanismo de ação de herbicidas. In: OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. (Eds.). **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**. Curitiba: Ominipax. 2011. p.141-192.

ORCARAY, L. et al. The possible role of quinate in the mode of action of glyphosate and acetolactate synthase inhibitors. **Pest Management Science**, v. 66, n. 3, p. 262–269, 2010.

PADGETTE, S.R.; KOLACZ K.H.; DELANNAY X.; RE, D.B.; LA VALLEE, D.J.; TINIUŠ C.N.; RHODES, W.K.; OTERO, I.; BARRY, G.F. Development, identification, and characterization of a glyphosate-tolerant soybean line. **Crop Science**, v.35 p.1451-1461, 1995.

PETERSEN, I. L. et al. Metabolic effects in rapeseed (*Brassica napus* L.) seedlings after root exposure to glyphosate. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 89, n. 3, p. 220-229, 2007.

RAMOS, A.R.; AMARO, A.C.E.; MACEDO, A.C.; SOUZA, E.R.; RODRIGUES, J.D.; ONO, E.O. Acúmulo de carboidratos no desenvolvimento de tomateiro tratado com produtos químicos. **Ciências Agrárias**, Londrina, v.36, n.2, p.705-718, 2015.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**. 6 ed. Londrina, PR: Edição dos autores, 2011. 697 p.

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

SCHONINGER, E.L.; LANGE, A.; SILVA, A.F.; LEMKE, A.F.; MONTEIRO, S.; SILVA, J.A.N. Atributos químicos do solo e produtividade da cultura de soja em área de semeadura direta após calagem superficial. **Ciências Agrárias**, Londrina, v.31, p.1253-1262, 2010.

TREZZI, M.M.; KRUSE, N.D.; VIDAL, R.A. Inibidores de EPSPS. In: Vidal, R.A. & Merotto JR, A. (Eds.). **Herbicidologia**, Porto Alegre. p.37-45, 2001.

VELINI, E.D.; DUKE, S.O.; TRINDADE, M.L.B.; MESCHEDE, D.K.; CARBONARI, C.A. Modo de ação do glyphosate. In: VELINI, E. D. et al. **Glyphosate: uso sustentável**. Fepaf: Botucatu, 2009. p.113-133.

VIDAL, R.A. **Herbicidas: mecanismos de ação e resistência de plantas**. Porto Alegre, Ribas Vidal. 165p. 1997.

WANG, C. Y. Effect of glyphosate on aromatic amino acid metabolism in purple nutsedge (*Cyperus rotundus*). **Weed Technology**, v. 15, n. 4, p. 628-635, 2001.

ZOBIOLE, L.H.S.; OLIVEIRA JUNIOR, R.S.; HUBER, D.M.; CONSTANTIN, J.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F.A.; OLIVEIRA JUNIOR, A. Glyphosate reduces shoot



concentrations of mineral nutrients in glyphosate-resistant soybeans. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 328, p. 57-69, 2009.

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, 2010.