

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade



Dissertação

**Resposta de *Euphorbia heterophylla* proveniente de
lavouras de soja Roundup Ready[®] do Rio Grande do Sul ao
herbicida glyphosate**

Marcos André Nohatto

MARCOS ANDRÉ NOHATTO

RESPOSTA DE *Euphorbia heterophylla* PROVENIENTE DE LAVOURAS DE SOJA ROUNDUP READY® DO RIO GRANDE DO SUL AO HERBICIDA GLYPHOSATE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (área do conhecimento: Plantas Daninhas).

Orientador: Dr. Leandro Vargas

Co-Orientador: Dr. Dirceu Agostinetto

Pelotas, 2010

Banca examinadora:

Fabiane Pinto Lamego, Dra.

Luis Antonio de Avila, Ph.D.

Nilson Gilberto Fleck, Ph.D.

Leandro Vargas, Dr.
(Orientador)

Aos meus pais, Clóvis e Irondina;
À minha irmã Ana Paula e meus sobrinhos Alysson e Ana Karolyna;
À minha noiva, Eliete.

OFEREÇO E DEDICO

Agradecimentos

A Deus, pelo dom da vida e pela força, coragem e perseverança para trilhar este caminho.

Aos meus pais, irmã e seus filhos que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

À minha noiva Eliete de Fátima Ferreira da Rosa que esteve presente em todos os momentos, pelo amor, confiança e incentivo, por ser essa pessoa maravilhosa, exemplo de caráter, superação e inteligência.

Ao Professor Leandro Vargas, exemplo de competência e profissionalismo, pela paciência na orientação, ensinamentos, incentivo, amizade e confiança.

Ao Prof. Dirceu Agostinetti, pela disponibilidade que sempre manifestou em ajudar-me, ensinamentos e amizade.

Ao Prof. Mario Bianchi, pelo apoio e auxílio na etapa inicial da pesquisa.

À Prof.^a Beatriz Rocha e Mariane Rosenthal, pela amizade e apoio na condução dos experimentos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade pela oportunidade de realização do curso e aos professores que contribuíram para minha formação.

À Associação Brasileira de Ação a Resistência de Plantas aos Herbicidas (HRAC-BR) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de Mestrado.

Aos meus colegas e amigos Angela Bundt, Carlos Schaedler, Daniel Bernardi, Diekson da Silva, José Matheus Betemps, Lisiane Fontana, Márcia Costa, Roberta Berto, Taísa Dal Magro e Tânia Pellizza, pela amizade, incentivo, auxílio na execução dos trabalhos e pelos momentos de convívio.

Aos estagiários e bolsistas: Ana Claudia Langaro, Anderson Brunetto, Catarine Markus, Claudia Oliveira, Edimara Polidoro, Eduardo Gonçalves, Ezequiel de Oliveira, Felipe Martins, Geison Aisenberg, Lais Perboni, Pedro Vieira, Thiago Duarte, Thiago Teixeira e Vinicius Zimmer pela amizade e auxílio na execução dos experimentos.

A todos os que contribuíram para a realização deste trabalho.

Resumo

NOHATTO, Marcos André. **Resposta de *Euphorbia heterophylla* proveniente de lavouras de soja Roundup Ready® do Rio Grande do Sul ao herbicida glyphosate**. 2010. 75f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

A leiteira é uma planta daninha de ciclo anual, encontrada com frequência em lavouras de soja na região Sul do Brasil, sendo controlada em lavouras de soja geneticamente modificada (Roundup Ready® - RR) pelo herbicida glyphosate. Entretanto, nos últimos anos, o controle dessa espécie não tem sido satisfatório em alguns locais, provocando a suspeita de que estejam sendo selecionados biótipos resistentes ao herbicida. Dessa forma, o objetivo da pesquisa foi avaliar a distribuição dos biótipos de leiteira resistentes ao herbicida glyphosate no Rio Grande do Sul (RS); determinar os principais fatores agronômicos associados as falhas de controle de leiteira pelo glyphosate na cultura da soja RR; determinar a resistência relativa por meio de curvas de dose-resposta; e, ainda, avaliar o valor adaptativo de biótipo de maior e menor tolerância ao herbicida glyphosate. Para isso, sementes de plantas de leiteira que sobreviveram a aplicações de glyphosate foram coletadas em lavouras cultivadas com soja RR no RS, totalizando 56 Municípios. Em cada local foram coletadas informações sobre o manejo das plantas daninhas e demais práticas agronômicas utilizadas pelos produtores. Os resultados demonstraram que todas as plantas oriundas das sementes coletadas, como suspeitas de resistência, foram controladas pelo glyphosate quando aplicado na dose máxima de 2160 gramas de equivalente ácido (g e.a. ha⁻¹) e estágio indicado pelo fabricante, entretanto verificou-se que alguns biótipos de leiteira apresentam diferentes níveis de tolerância ao herbicida. Práticas de manejo adotadas pela

maioria dos produtores avaliados como uso de sub doses do glyphosate, utilização intensiva desse herbicida e ausência de rotação de culturas favorecem falhas no controle de leiteira pelo herbicida glyphosate em soja. O biótipo de leiteira com maior tolerância ao herbicida glyphosate, em geral, apresenta valor adaptativo superior ao do biótipo suscetível.

Palavras-chave: Controle químico. *Glycine max* (L.) Merrill. Planta daninha. Tolerância.

Abstract

NOHATTO, Marcos André. **Response of *Euphorbia heterophylla* from Roundup Ready® soybean in Rio Grande do Sul to the herbicide glyphosate.** 2010. 75f. Master of Science - Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

The wild poinsettia is a annual weed, frequently found in soybean crop in South Brazil, been controlled by glyphosate in genetically modified soybean (Roundup Ready® – RR). Although, at last years, the control is not satisfactory on some places, undergo the suspect are being selected resistant biotypes to glyphosate. Thus, the research had as objective to evaluate the distribution of wild poinsettia with resistance to glyphosate in the state of Rio Grande do Sul (RS); determine the main agronomic factors associated with failures of control wild poinsettia by glyphosate in soybean RR; determine the relative resistance through dose-response curves and, more, evaluate the fitness of biotype of higher and lower tolerance to glyphosate. For this, seeds of wild poinsettia plants that survived applications of glyphosate were collected in fields growth with RR soybean in RS, totaling 56 municipalities. At each site were collected information on weed management and other agronomic practices used by producers. The results demonstrate that all plants from seeds collected as suspected resistance were controlled by glyphosate when applied at a maximum rate of 2160g e.a. ha⁻¹ and vegetative stage indicated by the manufacturer, however it was found that the of wild poinsettia biotypes have different levels of tolerance to the herbicide. Management practices adopted by most producers as assessed using sub doses of glyphosate, herbicide-intensive and lack of crop rotation favoring failures in control of wild poinsettia by glyphosate in soybean. The biotype of greater tolerance to glyphosate, in general, have fitness more than the susceptible biotype.

Keywords: Chemical control. *Glycine max* (L.) Merrill. Weed. Tolerance.

Lista de Figuras

- Figura 1 Localização geográfica dos Municípios do Estado do Rio Grande do Sul em que foram realizadas coletas de sementes de *Euphorbia heterophylla* com suspeita de resistência ao herbicida glyphosate. Fonte: GEOLIVRE – Mapas temáticos RS, 2008..... 23
- Figura 2 Graus de dificuldade de controle das plantas daninhas com o uso do herbicida glyphosate em lavouras de soja Roundup Ready® com suspeita da presença de *Euphorbia heterophylla* resistente ao herbicida no Rio Grande do Sul. FAEM/UFPEL, Capão do Leão/RS, 2008..... 27
- Figura 3 Tempo de cultivo contínuo de soja Roundup Ready® em lavouras com suspeita da presença de *Euphorbia heterophylla* resistente ao herbicida glyphosate no Rio Grande do Sul. FAEM/UFPEL, Capão do Leão/RS, 2008..... 28
- Figura 4 Número de aplicações por ano de herbicidas à base de glyphosate realizadas em lavouras de soja Roundup Ready®, com suspeita da presença de *Euphorbia heterophylla* resistente ao herbicida glyphosate, no Rio Grande do Sul. FAEM/UFPEL, Capão do Leão/RS, 2008..... 29
- Figura 5 Número de aplicações por ciclo (dessecação e em pós-emergência da cultura) de herbicidas à base de glyphosate realizadas em lavouras de soja Roundup Ready®, com suspeita da presença de *Euphorbia heterophylla* resistente ao herbicida glyphosate, no Rio Grande do Sul. FAEM/UFPEL, Capão do Leão/RS, 2008..... 29
- Figura 6 Dose comercial média de herbicidas à base de glyphosate usada em cada aplicação, em lavouras de soja Roundup Ready®, com suspeita da presença de *Euphorbia heterophylla* resistente ao herbicida glyphosate, no Rio Grande do Sul. FAEM/UFPEL, Capão do Leão/RS, 2008..... 30
- Figura 7 Porcentagem de agricultores que realizam rotação de culturas (RC) associada às culturas de rotação, em lavouras de soja Roundup Ready® com suspeita da presença de *Euphorbia heterophylla* resistente ao herbicida glyphosate, no Rio Grande do Sul. FAEM/UFPEL, Capão do Leão/RS, 2008..... 31

Figura 8	Porcentagem de agricultores que realizam associação de produtos com glyphosate na dessecação de plantas daninhas antes da semeadura da soja Roundup Ready® e principais agrotóxicos utilizados na associação, em áreas com suspeita da presença de <i>Euphorbia heterophylla</i> resistente ao herbicida glyphosate, no Rio Grande do Sul. FAEM/UFPeI, Capão do Leão/RS, 2008.....	32
Figura 9	Porcentagem de agricultores que realizam associação de produtos com glyphosate no controle de plantas daninhas em pós-emergência da soja Roundup Ready® e principais agrotóxicos utilizados na associação, em áreas com suspeita da presença de <i>Euphorbia heterophylla</i> resistente ao herbicida glyphosate, no Rio Grande do Sul. FAEM/UFPeI, Capão do Leão/RS, 2008.....	33
Figura 10	Controle (%) de cinco biótipos de <i>Euphorbia heterophylla</i> , em função da aplicação de diferentes doses do herbicida glyphosate (0, 90, 180, 360, 720, 1080, 1440 e 2160g e.a. ha ⁻¹), avaliado aos 7 dias após o tratamento (DAT). FAEM/UFPeI, Capão do Leão/RS, 2009.....	41
Figura 11	Controle (%) de cinco biótipos de <i>Euphorbia heterophylla</i> , em função da aplicação de diferentes doses do herbicida glyphosate (0, 90, 180, 360, 720, 1080, 1440 e 2160g e.a. ha ⁻¹), avaliado aos 14 dias após o tratamento (DAT). FAEM/UFPeI, Capão do Leão/RS, 2009..	42
Figura 12	Controle (%) de cinco biótipos de <i>Euphorbia heterophylla</i> , em função da aplicação de diferentes doses do herbicida glyphosate (0, 90, 180, 360, 720, 1080, 1440 e 2160g e.a. ha ⁻¹), avaliado aos 21 dias após o tratamento (DAT). FAEM/UFPeI, Capão do Leão/RS, 2009..	42
Figura 13	Controle (%) de cinco biótipos de <i>Euphorbia heterophylla</i> , em função da aplicação de diferentes doses do herbicida glyphosate (0, 90, 180, 360, 720, 1080, 1440 e 2160g e.a. ha ⁻¹), avaliado aos 28 dias após o tratamento (DAT). FAEM/UFPeI, Capão do Leão/RS, 2009..	43
Figura 14	Matéria seca da parte aérea (%) de cinco biótipos de <i>Euphorbia heterophylla</i> , em função da aplicação de diferentes doses do herbicida glyphosate (0, 90, 180, 360, 720, 1080, 1440 e 2160g e.a. ha ⁻¹), avaliada aos 28 dias após o tratamento. FAEM/UFPeI, Capão do Leão/RS, 2009.....	46
Figura 15	Estatura (EST) média de biótipos de <i>Euphorbia heterophylla</i> (2 e 105), avaliada dos 10 aos 70 dias após a emergência. FAEM/UFPeI, Capão do Leão/RS, 2010. Os pontos representam os valores médios das repetições entre biótipos e as barras, os respectivos intervalos de confiança da média.....	52

- Figura 16 Área foliar (AF) média de biótipos de *Euphorbia heterophylla* (2 e 105), avaliada dos 10 aos 70 dias após a emergência. FAEM/UFPEL, Capão do Leão/RS, 2010. Os pontos representam os valores médios das repetições entre biótipos e as barras, os respectivos intervalos de confiança da média..... 54
- Figura 17 Razão da área foliar (RAF) de biótipos de *Euphorbia heterophylla* (2 e 105), avaliada dos 10 aos 70 dias após a emergência. FAEM/UFPEL, Capão do Leão/RS, 2010. Os pontos representam os valores médios das repetições e as barras, os respectivos intervalos de confiança da média..... 56
- Figura 18 Matéria seca da parte aérea (MSPA) e total (MST) de biótipos de *Euphorbia heterophylla* (2 e 105), avaliada dos 10 à 70 dias após a emergência. FAEM/UFPEL, Capão do Leão/RS, 2010. Os pontos representam os valores médios das repetições e as barras, os respectivos intervalos de confiança da média..... 57
- Figura 19 Matéria seca radicular (MSR) de biótipos de *Euphorbia heterophylla* (2 e 105), avaliada dos 10 à 70 dias após a emergência. FAEM/UFPEL, Capão do Leão/RS, 2010. Os pontos representam os valores médios das repetições e as barras, os respectivos intervalos de confiança da média..... 58
- Figura 20 Taxa de crescimento (TC) média de biótipos de *Euphorbia heterophylla* (2 e 105), avaliada dos 10 aos 70 dias após a emergência. FAEM/UFPEL, Capão do Leão/RS, 2010. Os pontos representam os valores médios das repetições entre biótipos e as barras, os respectivos intervalos de confiança da média..... 59

Lista de Tabelas

Tabela 1	Controle (%) de <i>Euphorbia heterophylla</i> em função da aplicação de 2160g e.a. ha ⁻¹ de glyphosate, avaliado visualmente aos 7, 14, 21 e 28 dias após o tratamento (DAT). FAEM/UFPeI, Capão do Leão/RS, 2008.....	25
Tabela 2	Identificação dos locais de coleta dos biótipos de <i>Euphorbia heterophylla</i> utilizados nas curvas de dose-resposta ao herbicida glyphosate. FAEM/UFPeI, Capão do Leão/RS, 2009.....	39
Tabela 3	Valores de C ₅₀ com intervalos de confiança (IC) e fator de tolerância de cinco biótipos de <i>Euphorbia heterophylla</i> , em resposta a aplicação de diferentes doses do herbicida glyphosate (0, 90, 180, 360, 720, 1080, 1440 e 2160g e.a. ha ⁻¹), avaliado aos 7, 14, 21 e 28 dias após o tratamento (DAT). FAEM/UFPeI, Capão do Leão/RS, 2009.....	44
Tabela 4	Valores de GR ₅₀ com intervalos de confiança (IC) e fator de tolerância de cinco biótipos de <i>Euphorbia heterophylla</i> , em resposta a aplicação de diferentes doses do herbicida glyphosate (0, 90, 180, 360, 720, 1080, 1440 e 2160g e.a. ha ⁻¹), avaliado aos 28 dias após o tratamento (DAT). FAEM/UFPeI, Capão do Leão/RS, 2009.....	47
Tabela 5	Estatuta (EST) e área foliar (AF) de <i>Euphorbia heterophylla</i> (2 e 105), em resposta ao fator biótipo. FAEM/UFPeI, Capão do Leão/RS, 2010.....	53
Tabela 6	Matéria seca da parte aérea (MSPA), total (MST) e razão da área foliar (RAF) de biótipos de <i>Euphorbia heterophylla</i> (2 e 105), em resposta a época de avaliação. FAEM/UFPeI, Capão do Leão/RS, 2010.....	55

Sumário

1 Introdução.....	15
2 Capítulo I - Avaliação da sensibilidade de <i>Euphorbia heterophylla</i> ao herbicida glyphosate e do manejo das lavouras de soja no Rio Grande do Sul.....	20
2.1 Introdução.....	20
2.2 Material e Métodos.....	22
2.3 Resultados e discussão.....	24
2.4 Conclusões.....	35
3 Capítulo II - Resposta de cinco biótipos de <i>Euphorbia heterophylla</i> a doses do herbicida glyphosate.....	37
3.1 Introdução.....	37
3.2 Material e Métodos.....	38
3.3 Resultados e discussão.....	41
3.4 Conclusões.....	47
4 Capítulo III - Valor adaptativo entre biótipos de <i>Euphorbia heterophylla</i> de maior e menor tolerância ao herbicida glyphosate.....	48
4.1 Introdução.....	48
4.2 Material e Métodos.....	50
4.3 Resultados e discussão.....	51
4.4 Conclusão.....	60
5 Conclusões.....	61
6 Referências.....	62
7 Apêndices.....	71
Vita.....	75

1 INTRODUÇÃO

Os herbicidas, como ferramenta para o controle das plantas daninhas, são utilizados frequentemente pelos agricultores, devido à praticidade, eficiência e rapidez, quando comparados a outros métodos (GAZZIERO, 2005). Contudo, o uso indiscriminado de herbicidas provocou a evolução de muitos casos de resistência a tais compostos por diversas espécies de plantas daninhas (BURNSIDE, 1992). Este processo compromete a produtividade nos cultivos agrícolas, ocasionando aumento nos custos de produção e inviabilizando a utilização de determinados herbicidas.

As plantas daninhas apresentam ampla variabilidade genética, que permite sua adaptação ao manejo utilizado para seu controle (HOLT; HOCHBERG, 1997). Sendo assim, devido à utilização intensiva de herbicidas nas últimas décadas, as comunidades de plantas daninhas, infestantes dos agroecossistemas, criaram mecanismos de resposta ao distúrbio. Esses são provocados pela pressão de seleção imposta pelos herbicidas, por meio da mudança na flora específica (tolerância) ou selecionando populações de biótipos resistentes (LÓPEZ-OVEJERO, 2006).

Define-se resistência como a capacidade inerente e herdável de um biótipo, dentro de determinada população, de sobreviver e se reproduzir após exposição à dose de registro do herbicida para controle da espécie, obedecidos aos critérios de aplicação (estádio vegetativo indicado, condições de clima, entre outros). (GAZZIERO et al., 2009). A resistência de plantas daninhas aos herbicidas é fenômeno natural que ocorre espontaneamente em suas populações, não sendo, portanto, o herbicida o agente causador, mas sim selecionador dos indivíduos resistentes (CHRISTOFFOLETI; VICTORIA FILHO; SILVA, 1994). Já, a tolerância refere-se à capacidade inata de uma espécie em sobreviver e se reproduzir após o tratamento herbicida, mesmo sofrendo dano. Esta característica de tolerância

relaciona-se à variabilidade genética natural da espécie (VARGAS; ROMAN, 2006). Em uma população de plantas existem aquelas que, naturalmente, toleram mais ou menos determinado herbicida (VARGAS et al., 2009).

O primeiro relato documentado de resistência de planta daninha a herbicida ocorreu em 1957, quando biótipos de *Commelina diffusa* nos Estados Unidos e *Daucus carota* no Canadá, não foram controlados pelo herbicida 2,4-D (HEAP, 2010). No Brasil, identificaram-se os primeiros casos de resistência na espécie *Bidens pilosa* aos herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS) (PONCHIO, 1997). O uso continuado de herbicidas aumentou, em curto espaço de tempo, o número de espécies resistentes em vários países, sendo que, atualmente, 347 biótipos resistentes a herbicidas, pertencentes a 195 espécies; destas, 115 magnoliopsidas e 80 liliopsidas (HEAP, 2010). Neste contexto, a cultura da soja é a que apresenta maior número de biótipos de plantas daninhas resistentes, o que se explica devido à cultura ser a principal consumidora de herbicidas, acumulando mais de 50% das vendas destes produtos (LÓPEZ-OVEJERO, 2006).

Além da utilização intensiva e repetida do mesmo herbicida ou de herbicidas com o mesmo mecanismo de ação, outros fatores, como a capacidade de sobrevivência, a fecundidade e a habilidade competitiva, também podem favorecer a seleção de biótipos de plantas daninhas resistentes (MAXWELL; ROUSH; RADOSEVICH, 1990). Dessa forma, algumas espécies apresentam maior ou menor potencial de causar problemas com relação à resistência.

Dentre as principais espécies com problema de resistência aos herbicidas, encontra-se a leiteira (*Euphorbia heterophylla*), planta daninha pertencente à família Euphorbiaceae, nativa das regiões tropicais e subtropicais das Américas (KISSMANN; GROTH, 1999), sendo comum nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil (VARGAS; BOREM; SILVA, 1999). A capacidade de se reproduzir tanto por autofecundação como por fecundação cruzada (BARROSO, 1984), aliada à grande produção de sementes e à emergência escalonada dessas, são fatores que dificultam o manejo dessa espécie, pois propiciam o reabastecimento do banco de sementes do solo, perpetuando a infestação nas áreas agrícolas (TREZZI et al., 2006b).

Popularmente também conhecida como amendoim-bravo e flor-de-poeta (LORENZI, 2000), a leiteira passou a ter importância como planta daninha a partir do

final dos anos 70. Nesta época, ela foi selecionada pelo uso contínuo da combinação dos herbicidas metribuzin e trifluralin, aplicados na cultura da soja nas regiões produtoras do Paraná e Rio Grande do Sul (PITELLI, 1992).

Com a disponibilidade comercial de herbicidas do grupo das imidazolinonas, as infestações foram temporariamente controladas em todo o País; mas, após 5 a 7 anos de uso repetido do mesmo mecanismo de ação, ocorreu seleção de biótipos resistentes de leiteira aos inibidores da ALS (GAZZIERO et al., 1998; VIDAL; MEROTTO JÚNIOR, 1999). Em 2004, identificaram-se biótipos de leiteira que não respondiam à aplicação das doses recomendadas dos herbicidas imazethapyr (inibidor da ALS) e fomesafen (inibidor da protopofirinogênio oxidase - PROTOX), em áreas cultivadas com soja localizadas na região Sudoeste do Paraná (TREZZI et al., 2005). Este fato revelou a ocorrência de biótipo de leiteira com resistência múltipla, simultaneamente aos inibidores da ALS e da PROTOX.

A introdução da soja transgênica resistente ao herbicida glyphosate significou a solução para controlar biótipos de leiteira resistentes aos inibidores da ALS e/ou com resistência múltipla aos inibidores da ALS e da PROTOX (TREZZI et al., 2006a). Isto permitiu que tais biótipos fossem controlados apenas com glyphosate, uma solução eficiente e de baixo custo para superar a resistência (BIANCHI; VARGAS; RIZZARDI, 2008).

O herbicida glyphosate pertence ao grupo químico das glicinas substituídas, cujo mecanismo de ação é a inibição da enzima 5-enolpiruvil-chiquimato-3-fosfato sintetase (EPSPS), responsável por uma das etapas de síntese dos aminoácidos aromáticos triptofano, fenilalanina e tirosina (FRANZ; MAO; SIKORSKI, 1997). O herbicida glyphosate apresenta ação não seletiva e sistêmica, sendo utilizado em diversas culturas para manejo da vegetação antes da semeadura e, também, em pós-emergência em culturas geneticamente modificadas e no manejo de plantas daninhas em culturas perenes, como frutíferas.

Acredita-se que o herbicida glyphosate apresente potencial reduzido de selecionar biótipos resistentes de plantas daninhas (BRADSHAW et al., 1997); porém, em decorrência do uso intensivo desse herbicida na agricultura, atualmente, existem 18 espécies que apresentam biótipos resistentes ao herbicida glyphosate, são elas: *Amaranthus palmeri* S. Watson, *Amaranthus rudis* Sauer, *Ambrosia artemisiifolia* L., *Ambrosia trifida* L., *Conyza sumatrensis* (Retz.) E.H. Walker, *Conyza canadensis* (L.) Cronq., *Conyza*

bonariensis (L.) Cronq., *Digitaria insularis* (L.) Fedde, *Echinochloa colona* (L.) Link, *Eleusine indica* (L.) Gaertn., *Euphorbia heterophylla* L., *Kochia scoparia* (L.) Roth, *Lolium multiflorum* (Lam.) Husnot, *Lolium rigidum* Gaudin, *Parthenium hysterophorus* L., *Plantago lanceolata* L. *Sorghum halepense* (L.) Pers. e *Urochloa panicoides* Beauv. (HEAP, 2010).

No Brasil identificaram-se biótipos resistentes de *Lolium multiflorum* em pomares e culturais anuais (ROMAN et al., 2004; VARGAS et al., 2004), de *Conyza bonariensis* em lavouras de soja transgênica (BIANCHI et al., 2005) e de *C. canadensis* e *C. bonariensis*, com diferentes níveis de resistência ao glyphosate, em pomares de citrus (MOREIRA et al., 2007). A freqüente utilização do glyphosate também favoreceu o surgimento de biótipos de *Digitaria insularis* resistentes ao herbicida em lavouras de soja (ADEGAS; GAZZIERO, 2008).

O surgimento de biótipos resistentes é decorrente de diferentes mecanismos de resistência, que podem ser alteração do local de ação, metabolização ou redução da concentração do herbicida no local de ação, absorção foliar e/ou translocação do herbicida pelo biótipo resistente (CHRISTOFFOLETI et al., 2008). Com relação aos mecanismos de resistência de plantas daninhas ao glyphosate, dois foram parcialmente elucidados, sendo eles: a reduzida translocação do glyphosate para as zonas meristemáticas da planta e a alteração no sítio de ação do herbicida na planta, fazendo com que o sítio de ação do herbicida não seja mais inibido pelo glyphosate (POWLES; PRESTON, 2006).

Nos últimos cinco anos o controle da leiteira pelo glyphosate não foi satisfatório em alguns locais no Rio Grande do Sul (RS). Atribuíram-se essas falhas de controle a diversas causas, como dificuldade de absorção do agrotóxico devido ao alto teor de cera epicuticular nas folhas, à elevada densidade de laticíferos e à grande espessura da cutícula da face adaxial das folhas da leiteira (FERREIRA et al., 2003). Em alguns casos, realizaram-se aplicações em pós-emergência em áreas com soja RR sem manejo de pré-semeadura (dessecação), o que proporciona plantas de leiteira em estádios de desenvolvimento avançado para receber as aplicações dentro da cultura (MAROCHI et al., 2008). Ainda, segundo esses autores, o problema da baixa eficiência do glyphosate sobre a leiteira se deve ao uso de sub doses do herbicida glyphosate.

Recentemente, identificaram-se biótipos de leiteira com resistência ao glyphosate no RS, verificando-se diferenças entre biótipos em doses abaixo da

máxima registrada (VIDAL et al., 2007). Isto apresenta implicações práticas, uma vez que o agricultor encontrará plantas sobreviventes na dose normalmente utilizada para controlar a espécie na lavoura (LAMEGO; VIDAL, 2008); porém, a espécie continua sendo suscetível à dose de registro do herbicida. Dessa forma, há necessidade de avaliar a resposta das populações de leiteira suspeitas de resistência ao glyphosate, esclarecendo-se as falhas de controle se devem à manejo inadequado, à resistência ou à tolerância. Além disto, o levantamento dos locais de ocorrência da resistência e dos fatores agronômicos envolvidos, auxiliarão no entendimento dos fatores que levaram ao surgimento da resistência, assim como os mecanismos envolvidos na sua perpetuação e disseminação.

O mapeamento dos casos pode auxiliar na determinação da gravidade do problema e na identificação de características climáticas ou de manejo que estejam ocasionando a expressão da resistência ou apressando o processo de seleção de biótipos resistentes (ANDRES et al., 2007). O domínio dessas informações, associado ao conhecimento das características biológicas, além da capacidade competitiva e de adaptação das plantas daninhas ao ambiente, servirão de ferramenta para se definirem estratégias de prevenção, manejo e controle da resistência aos herbicidas.

Diante disso, o trabalho teve como hipóteses gerais que existem biótipos de leiteira resistentes ao herbicida glyphosate e esses estão amplamente distribuídos no RS; o uso intensivo de glyphosate nas lavouras de soja RR e a ausência de rotação de culturas são os principais fatores agronômicos associados à resistência da espécie; os biótipos de maior tolerância necessitam de cinco vezes a dose herbicida para controle; e, o biótipo de maior tolerância apresenta menor valor adaptativo comparativamente ao suscetível.

Os objetivos da pesquisa foram avaliar a distribuição dos biótipos de leiteira resistentes ao herbicida glyphosate no RS; determinar os principais fatores agronômicos associados à seleção de biótipos de leiteira resistente ao glyphosate; determinar a resistência relativa por meio de curvas de dose-resposta; e, ainda, avaliar o valor adaptativo de biótipo de maior e menor tolerância ao herbicida glyphosate.

2 CAPÍTULO I – Avaliação da sensibilidade de *Euphorbia heterophylla* ao herbicida glyphosate e do manejo das lavouras de soja no Rio Grande do Sul

2.1 Introdução

Nos últimos anos, a realização de pesquisas sobre resistência de plantas daninhas aos herbicidas aumentou consideravelmente, em virtude de muitas espécies apresentarem resistência aos herbicidas disponíveis no mercado. Defini-se resistência como a capacidade inerente e herdável de um biótipo, dentro de determinada população, de sobreviver e se reproduzir após exposição à dose de registro do herbicida para controle da espécie, obedecidos aos critérios de aplicação (estádio vegetativo indicado, condições de clima, entre outros) (GAZZIERO et al., 2009).

Dentre as diversas plantas daninhas que apresentam problemas de resistência, destaca-se a espécie *Euphorbia heterophylla* (leiteira), resistente aos herbicidas inibidores da enzima ALS (GAZZIERO et al., 1998; VIDAL; MEROTTO JÚNIOR, 1999), com resistência múltipla a inibidores da ALS e a inibidores da PROTOX (TREZZI et al., 2005), e resistência múltipla ao herbicida glyphosate e inibidores da ALS (PRADO; RUIZ-SANTAELLA; VIDAL, 2006).

A leiteira se caracteriza por possuir ciclo anual e apresentar reprodução por sementes (KISSMANN; GROTH, 1999), sendo considerada uma das plantas daninhas que causam maiores prejuízos nas lavouras de soja (TREZZI et al., 2006b), podendo causar reduções na quantidade e na qualidade do produto colhido. Cada planta de leiteira m⁻² reduz a produção de grãos da soja de 0,7 a 3,0%, quando o período de convivência com a cultura ocorrer durante todo o ciclo (VOLL et al., 2002).

O controle da leiteira em lavouras de soja é realizado principalmente com uso do herbicida glyphosate, na dessecação pré-semeadura e em pós-emergência em cultivares transgênicas, sendo efetuadas duas a três aplicações do produto por ciclo (VARGAS et al., 2007b). Dessa forma, evidencia-se o uso repetido do herbicida, prática que pode selecionar biótipos resistentes de plantas daninhas preexistentes na população (POWLES; HOLTUM, 1994).

O impacto da seleção de espécies resistentes recai, principalmente, no custo de produção, já que o produtor terá que utilizar outros herbicidas na área, normalmente com custo superior ao do glyphosate e com menor eficiência. Isto resulta em maior gasto com herbicidas, menor controle e perdas na produção (VARGAS; GAZZIERO, 2007). Essa situação se agrava principalmente no caso de plantas daninhas como a leiteira, comprovadamente resistentes a diferentes mecanismos de ação e, portanto, a vários herbicidas simultaneamente (GAZZIERO et al., 1998; VIDAL; MEROTTO JÚNIOR, 1999; TREZZI et al., 2005).

Dentre as medidas preconizadas para o manejo da resistência de plantas daninhas aos herbicidas, é essencial a vigilância constante da lavoura, para identificar possíveis focos de resistência, sendo que as plantas suspeitas devem ser sistematicamente eliminadas (LAZAROTO; FLECK; VIDAL, 2008). Nesse contexto, o mapeamento dos casos de resistência pode auxiliar na determinação da área infestada, da gravidade do problema e na identificação de características climáticas ou de manejo que podem estar favorecendo a expressão da resistência ou apressando o processo de seleção de biótipos resistentes (ANDRES et al., 2007).

Diante disso, existe necessidade da realização de pesquisas para avaliar a resposta de populações de leiteira ao herbicida glyphosate, permitindo assim, identificar os locais de ocorrência da resistência e os fatores agronômicos envolvidos nesse processo. O domínio dessas informações, associado ao conhecimento das características biológicas da espécie, será importante aspecto para definir estratégias de prevenção, manejo e controle da resistência da leiteira aos herbicidas.

Os objetivos do trabalho foram avaliar a distribuição dos biótipos de leiteira resistentes ao herbicida glyphosate no Estado do Rio Grande do Sul, e obter dados para determinar os principais fatores agronômicos associados na seleção dos biótipos de leiteira resistente ao glyphosate.

2.2 Material e Métodos

Sementes de plantas de leiteira que sobreviveram a aplicações de glyphosate foram coletadas em lavouras de soja Roundup Ready® em diferentes Municípios do Estado do Rio Grande do Sul (RS). Cada ponto amostrado correspondeu às sementes provenientes de uma planta, identificada por técnicos de cooperativas como plantas que sobreviveram ao tratamento com glyphosate, sem a identificação da causa técnica para a falha no controle e, assim, a resistência passou a ser possível causa. Esses pontos foram identificados por coordenadas geográficas através da utilização do *Global Positioning System* (GPS).

A coleta ocorreu entre os meses de fevereiro e abril de 2008, em propriedades localizadas dentro dos limites de atuação de 20 cooperativas de produtores e suas filiais. São elas: AGROPAN (Jóia e Tupanciretã), CAMILA (Capão Bonito do Sul, Esmeralda e Lagoa Vermelha), CAMNPAL (Nova Palma e Restinga Seca), COAGRISOL (Mormaço), COOPATRIGO (São Luiz Gonzaga), COOPERMIL (Giruá e Tuparendi), COOPEROQUE (Cerro Largo e Salvador das Missões), COOPIBI (Ibiraiaras e Lagoa Vermelha), COTREL (Campinas do Sul e Viadutos), COTRIBÁ (Ibirubá e Santa Bárbara do Sul), COTRICAMPO (Campo Novo), COTRIEL (Espumoso), COTRIJAL (Almirante Tamandaré do Sul, Colorado, Lagoa dos Três Cantos, Mato Castelhano e Santo Antônio do Planalto), COTRIJUÍ (Augusto Pestana, Chiapetta, Coronel Bicaco, Derrubadas, Ijuí, Nova Ramada e Tenente Portela), COTRIMAIO (Horizontalina, Independência e Três de Maio), COTRIPAL (Ajuricaba, Condor, Palmeira das Missões, Pananbi e Saldanha Marinho), COTRISA (Entre Ijuis, Roque Gonzáles, São Pedro do Butiá e Vitória das Missões), COTRISAL (Chapada, Engenho Velho, Liberato Salzano, Nonoai, Nova Boa Vista, Pontão, Rio dos Índios, Sarandi e Três Palmeiras), COTRISANA (Sananduva), COTRISOJA (Santa Rosa). A área de municípios abrangidos pelas cooperativas pode ser observada na Fig. 1.

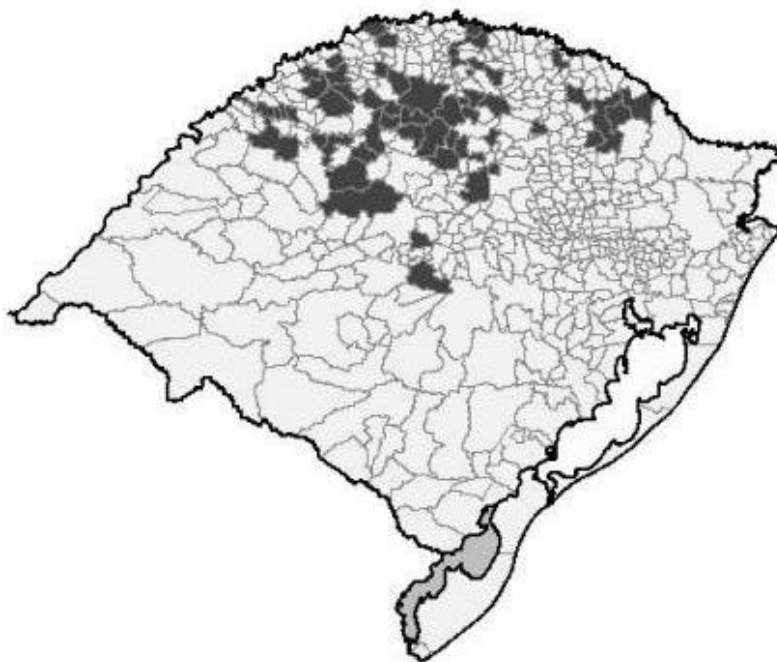


Figura 1 – Localização geográfica dos Municípios do Estado do Rio Grande do Sul em que foram realizadas coletas de sementes de *Euphorbia heterophylla* com suspeita de resistência ao herbicida glyphosate. Fonte: GEOLIVRE – Mapas temáticos RS, 2008.

O período de coleta das sementes de leiteira coincidiu com o final do ciclo da soja, época em que as plantas da infestante, sobreviventes aos tratamentos com glyphosate, apresentavam sementes maduras. As sementes coletadas foram limpas, identificadas e acondicionadas em saquinhos de papel e armazenadas sob temperatura ambiente. Por ocasião das coletas, agricultores foram entrevistados aplicando-se um questionário para coletar informações sobre o histórico de manejo da área e embasar os resultados obtidos com relação à ocorrência ou não de resistência.

Para se comprovar a existência de resistência foi realizado experimento no período de outubro de 2008 a janeiro de 2009, em casa de vegetação, na Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas (FAEM/UFPel), no Município de Capão do Leão - RS. As sementes de leiteira foram semeadas em bandejas com capacidade volumétrica para 8L contendo solo peneirado classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo.

O delineamento experimental empregado foi completamente casualizado, com três repetições. Após a emergência das plantas, procedeu-se desbaste, deixando-se quatro plantas por unidade experimental. Quando as plantas se

encontravam no estágio de desenvolvimento de duas a quatro folhas, aplicou-se o herbicida glyphosate, na dose de 2160g e.a. ha⁻¹ (6L ha⁻¹), sendo a maior dose registrada no Ministério da Agricultura para controle da leiteira (AGROFIT, 2010). Para aplicar o herbicida foi utilizado pulverizador costal, pressurizado com CO₂, munido com bicos tipo leque e pontas 110.015, e volume de calda equivalente a 150L ha⁻¹.

A variável controle foi avaliada visualmente por dois avaliadores, aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT), utilizando-se escala percentual, onde zero representou ausência de sintomas e cem a morte das plantas (FRANS et al., 1986).

Os dados obtidos foram analisados quanto à normalidade (teste de Shapiro Wilk) e, posteriormente, foram submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$). Em caso de significância estatística, compararam-se as médias pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade, com o auxílio do Programa SAS (SAS, 1989).

As respostas provenientes das entrevistas aos agricultores foram analisadas por estatística descritiva, procurando-se estabelecer relações entre a distribuição de casos de leiteira com suspeita de resistência ao glyphosate e os prováveis fatores agrônômicos envolvidos na resistência da espécie.

2.3 Resultados e Discussão

O teste de Shapiro Wilk demonstrou não ser necessária a transformação dos dados. De acordo com os resultados, não ocorreram diferenças significativas no controle ($p \leq 0,05$), entre os biótipos testados, exceto na avaliação aos 21 DAT, em que o Biótipo 96 mostrou menor nível de controle do que a maioria deles (tab.1). Desse modo, não se caracterizou resistência da leiteira ao glyphosate, já que nenhuma das plantas abrangidas sobreviveu à dose utilizada.

Neste experimento foi considerada a dose de registro do herbicida (2160g e.a. ha⁻¹ de glyphosate) para controle da espécie (AGROFIT, 2010), uma vez que para classificar uma planta como resistente a um herbicida, ela deverá sobreviver e se reproduzir após exposição à dose de registro do herbicida para controle da espécie, obedecidos aos critérios de aplicação (estádio vegetativo indicado, condições de clima, entre outros) (GAZZIERO et al., 2009).

Tabela 1 – Controle (%) de *Euphorbia heterophylla* em função da aplicação de 2160g e.a. ha⁻¹ de glyphosate, avaliado visualmente aos 7, 14, 21 e 28 dias após o tratamento (DAT). FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2008

Código	7 DAT	14 DAT	21 DAT	28 DAT
1	80,7 ^{NS}	90,0 ^{NS}	96,7 ab	100 ^{NS}
2	76,3	90,0	99,3 a	100
3	82,7	100,0	100,0 a	100
4	81,5	99,5	99,5 a	100
5	81,0	99,3	100,0 a	100
6	86,7	95,0	100,0 a	100
7	88,3	99,7	100,0 a	100
8	87,0	97,3	100,0 a	100
9	68,7	85,7	95,0 ab	100
10	87,3	100,0	100,0 a	100
11	84,3	99,3	100,0 a	100
12	83,7	99,0	100,0 a	100
13	85,7	99,7	99,7 a	100
14	85,3	92,7	100,0 a	100
15	83,0	100,0	100,0 a	100
16	89,3	99,3	100,0 a	100
17	88,0	99,3	100,0 a	100
19	92,7	99,7	100,0 a	100
22	89,0	97,7	99,7 a	100
23	88,3	100,0	100,0 a	100
24	85,5	100,0	100,0 a	100
25	87,7	93,3	100,0 a	100
26	86,7	94,3	99,7 a	100
27	91,0	99,7	100,0 a	100
28	90,3	99,0	99,7 a	100
29	84,3	91,0	98,3 a	100
30	88,7	96,0	100,0 a	100
34	81,7	98,7	99,7 a	100
35	89,0	99,7	100,0 a	100
36	82,0	97,7	100,0 a	100
37	90,3	100,0	100,0 a	100
40	88,0	100,0	100,0 a	100
41	88,7	99,3	100,0 a	100
42	77,5	78,0	98,0 ab	100
43	81,7	89,7	99,3 a	100
44	83,0	99,0	99,3 a	100
45	84,3	99,3	100,0 a	100
46	84,7	99,3	100,0 a	100
47	83,0	99,0	100,0 a	100
48	84,0	98,7	99,7 a	100
49	92,0	99,7	100,0 a	100
50	80,3	100,0	100,0 a	100
51	79,0	98,7	100,0 a	100

Continuação da Tabela 1

52	89,7	99,7	100,0 a	100
53	89,5	100,0	100,0 a	100
54	81,3	99,3	100,0 a	100
56	91,3	99,7	100,0 a	100
57	84,0	97,0	98,7 a	100
58	78,0	92,0	99,0 a	100
59	92,3	99,7	100,0 a	100
60	89,5	99,5	100,0 a	100
61	84,7	98,3	100,0 a	100
64	82,7	97,3	100,0 a	100
65	84,7	100,0	100,0 a	100
66	87,0	93,3	93,3 ab	100
67	76,0	99,5	100,0 a	100
68	87,7	91,3	99,3 a	100
69	87,7	99,7	100,0 a	100
70	74,3	99,7	99,3 a	100
73	84,3	92,7	99,3 a	100
75	80,7	97,7	100,0 a	100
77	80,0	98,3	100,0 a	100
79	91,7	100,0	100,0 a	100
80	81,0	89,3	97,0 ab	100
81	88,0	98,0	100,0 a	100
82	85,3	99,7	100,0 a	100
83	79,7	90,3	97,3 ab	100
84	80,7	99,7	100,0 a	100
86	84,0	98,0	99,3 a	100
87	92,0	90,0	89,0 ab	100
88	91,7	99,7	100,0 a	100
89	84,7	99,3	100,0 a	100
90	90,0	89,7	99,0 a	100
91	83,0	98,0	99,7 a	100
92	85,3	88,0	92,3 ab	100
95	94,3	100,0	100,0 a	100
96	83,5	89,0	86,5 b	100
98	87,3	98,7	100,0 a	100
99	94,0	100,0	100,0 a	100
102	86,0	96,3	100,0 a	100
103	85,0	99,0	100,0 a	100
104	86,3	99,3	99,7 a	100
105	95,3	100,0	100,0 a	100
106	93,0	99,7	99,7 a	100
107	83,3	97,3	99,7 a	100
109	92,0	100,0	100,0 a	100
CV (%)	9	7	3	0

^{NS} Não significativo pelo teste F ($p \leq 0,05$);

¹ Médias seguidas por mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A hipótese de estar ocorrendo resistência ao glyphosate foi formulada em função da grande utilização do herbicida no RS, do tempo de cultivo contínuo de soja RR e das dificuldades de controle da leiteira relatadas por produtores, uma vez que 91% dos entrevistados responderam que encontram dificuldades no controle dessa espécie com o uso do produto (Fig. 2).

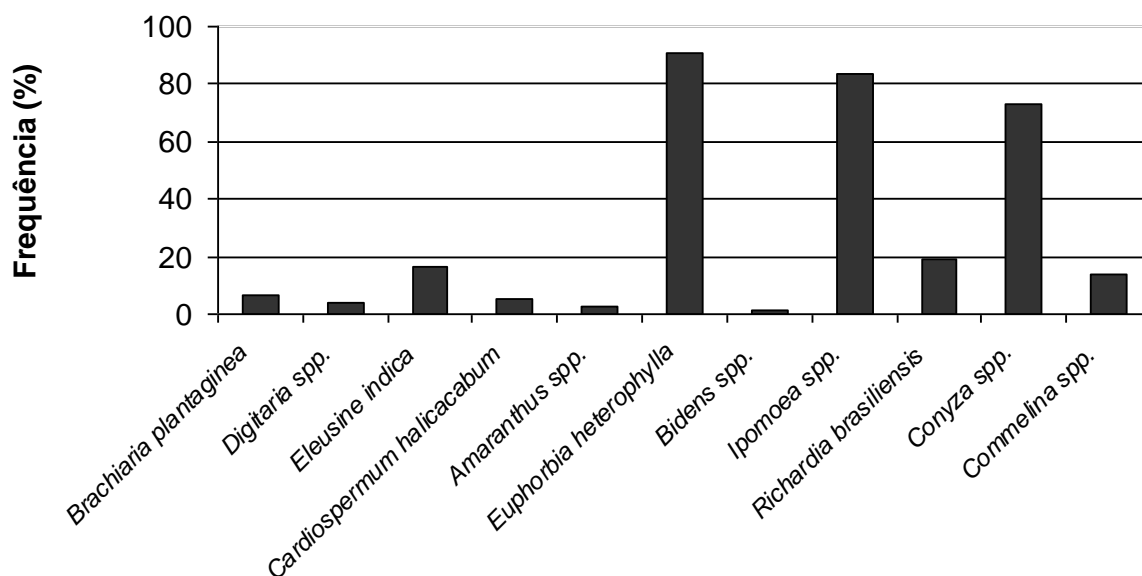


Figura 2 – Graus de dificuldade de controle das plantas daninhas com o uso do herbicida glyphosate em lavouras de soja Roundup Ready® com suspeita da presença de *Euphorbia heterophylla* resistente ao herbicida no Rio Grande do Sul. FAEM/UFPeI, Capão do Leão/RS, 2008.

A análise dos questionários aplicados indicou que a maior parte dos agricultores (84%) cultiva soja RR há cinco anos ou mais (Fig. 3). Tal resultado não surpreende, consideradas as vantagens que a tecnologia da soja transgênica proporciona aos agricultores, como utilização do glyphosate em pós-emergência da cultura, além da praticidade e eficiência do produto no controle de plantas daninhas (VARGAS; GAZZIERO, 2007).



Figura 3 – Tempo de cultivo contínuo de soja Roundup Ready® em lavouras com suspeita da presença de *Euphorbia heterophylla* resistente ao herbicida glyphosate no Rio Grande do Sul. FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2008.

A partir da liberação da sementeira de cultivares de soja RR no Brasil, a intensidade de uso do glyphosate na cultura da soja, que já era grande, devido às aplicações de dessecação para manejo de plantas daninhas em pré-semeadura, passou a ser ainda maior (PETTER et al., 2007a). Atualmente, 34% e 45% dos agricultores do Estado realizam três e acima de três aplicações de glyphosate por ano nas lavouras, respectivamente (Fig. 4). Analisando-se somente as aplicações durante o ciclo da soja, o somatório das porcentagens de agricultores que realizam duas ou três aplicações do produto atinge 90% (Fig. 5). Esses resultados evidenciam o uso intensivo do glyphosate.

O herbicida glyphosate possui potencial de exercer alta pressão de seleção sobre populações de plantas daninhas, selecionando biótipos resistentes em resposta ao distúrbio ambiental provocado pelo herbicida (CHRISTOFFOLETI; LÓPEZ-OVEJERO, 2003). Como consequência da alta pressão de seleção, as vantagens advindas do controle das plantas daninhas na soja RR poderão ser perdidas a curto ou médio período de tempo, inviabilizando rapidamente o uso dessa tecnologia.

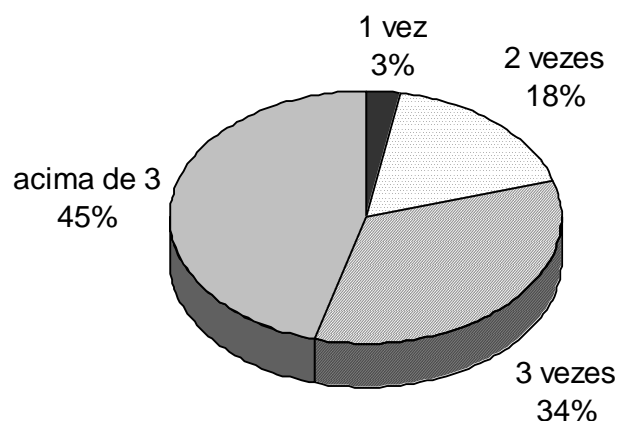


Figura 4 – Número de aplicações por ano de herbicidas à base de glyphosate realizadas em lavouras de soja Roundup Ready®, com suspeita da presença de *Euphorbia heterophylla* resistente ao herbicida glyphosate, no Rio Grande do Sul. FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2008.

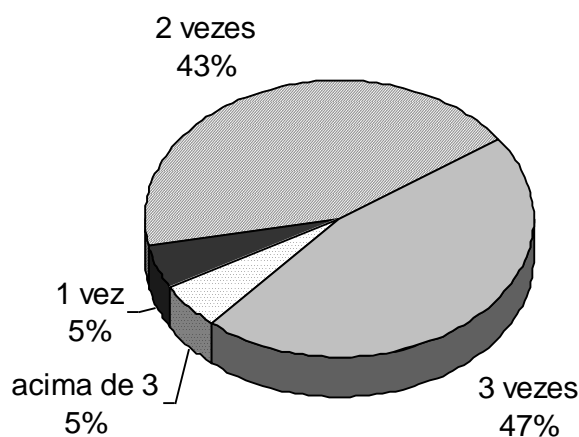


Figura 5 – Número de aplicações por ciclo (dessecação e em pós-emergência da cultura) de herbicidas à base de glyphosate realizadas em lavouras de soja Roundup Ready®, com suspeita da presença de *Euphorbia heterophylla* resistente ao herbicida glyphosate, no Rio Grande do Sul. FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2008.

Com relação à dose de glyphosate utilizada pelos produtores, observou-se que as doses de 2L ha⁻¹ e 3L ha⁻¹ foram utilizados por 67% e 28% dos agricultores,

respectivamente (Fig. 6). Evidências indicaram que o grande problema da baixa eficiência do glyphosate sobre a leiteira é devido ao uso de doses do herbicida abaixo da dose registrada para o controle da espécie (MAROCHI et al., 2008). No entanto, também é conhecido que doses elevadas podem favorecer o desenvolvimento de biótipos de plantas daninhas resistentes aos herbicidas, pois proporcionam maior pressão de seleção (CHRISTOFFOLETI; VICTORIA FILHO; SILVA, 1994). Diante disso, é importante seguir corretamente as recomendações do fabricante, pois alterações na dose do herbicida podem influenciar a eficiência de controle e aumentar os riscos da evolução dos casos de resistência.

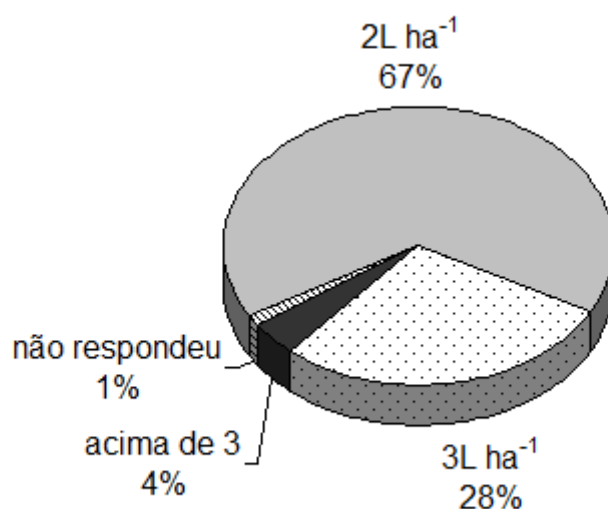


Figura 6 – Dose comercial média de herbicidas à base de glyphosate usada em cada aplicação, em lavouras de soja Roundup Ready®, com suspeita da presença de *Euphorbia heterophylla* resistente ao herbicida glyphosate, no Rio Grande do Sul. FAEM/UFPeI, Capão do Leão/RS, 2008.

Com relação à rotação de culturas, aproximadamente metade dos agricultores utilizam essa prática em suas propriedades, sendo que em 45% dessas lavouras o milho é a principal cultura de rotação (Fig. 7). A rotação de culturas e a sucessão verão/inverno possibilitam o uso de diferentes técnicas de manejo e de controle de plantas daninhas, o que oportuniza o uso de herbicidas com mecanismos de ação diferentes, diminuindo os riscos de falhas de controle e de seleção de plantas daninhas resistentes a herbicidas (BIANCHI, 1998). Por exemplo, para o controle de leiteira resistente ao glyphosate pode-se cultivar milho e realizar o controle dessa planta daninha com herbicidas à base de atrazina. Portanto, os

agricultores devem ser incentivados a utilizar a rotação de culturas, que reduz o banco de sementes de algumas espécies daninhas (OWEN, 2001), e que também proporciona melhoria nas características físicas, químicas e biológicas do solo (MARUCCI, 2007).

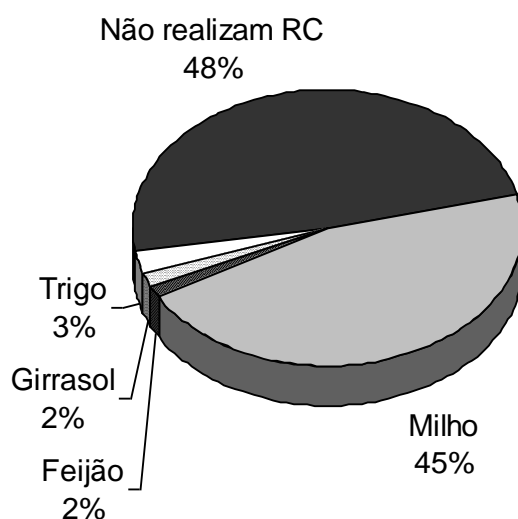


Figura 7 – Porcentagem de agricultores que realizam rotação de culturas (RC) associada às culturas de rotação, em lavouras de soja Roundup Ready® com suspeita da presença de *Euphorbia heterophylla* resistente ao herbicida glyphosate, no Rio Grande do Sul. FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2008.

Na análise do uso de associação de agrotóxicos com o glyphosate, observou-se que 20% dos agricultores realizam essa prática, tanto na dessecação pré-semeadura como nas aplicações em pós-emergência da soja (Fig. 8 e 9). Na dessecação, os principais agrotóxicos associados ao glyphosate são o herbicida 2,4-D (11%), seguido por inseticidas (5%) (Fig. 8).

A associação de dois ou mais herbicidas é técnica utilizada no controle de plantas daninhas, possuindo várias vantagens, como: aumento do espectro de ação, redução de custos, menor resíduo no ambiente pelo uso de doses menores, manejo e prevenção do surgimento de plantas daninhas resistentes aos herbicidas (GRESSEL, 1990; KRUSE, 2002). Trabalho evidenciou a eficiência na utilização de herbicidas como o 2,4-D e metsulfuron-metílico associados ao glyphosate, além de aplicações seqüenciais envolvendo a combinação de glyphosate e (paraquat + diuron) para controle de *Conyza bonariensis* (VARGAS et al., 2007a). Ainda, a

associação de glyphosate com o herbicida clethodim constituiu-se em alternativa para controle de biótipos de *Lolium multiflorum* resistentes ao glyphosate (MAROCHI et al., 2004).

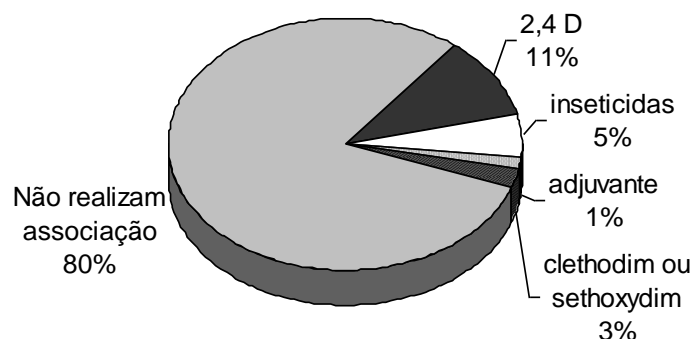


Figura 8 – Porcentagem de agricultores que realizam associação de produtos com glyphosate na dessecação de plantas daninhas antes da semeadura da soja Roundup Ready® e principais agrotóxicos utilizados na associação, em áreas com suspeita da presença de *Euphorbia heterophylla* resistente ao herbicida glyphosate, no Rio Grande do Sul. FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2008.

Em pós-emergência, os inseticidas (13% dos casos relatados) são os produtos de maior uso em associação com o glyphosate (Fig. 9). É importante enfatizar que a associação de produtos em tanque é prática restringida pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, pois diferentes reações podem advir da associação, como geração de efeitos aditivo, sinérgico ou antagônico (RAMOS; ARAÚJO, 2006), além de efeitos tóxicos sobre organismos não-alvos.

Evidências mostraram que a associação do glyphosate com inseticidas pode gerar diversas interações, as quais não interferem no controle de plantas daninhas, como nos casos de *Chamaesyce hirta*, *Alternanthera tenella*, *Euphorbia heterophylla* e *Cenchrus echinatus*; porém, a associação com methomyl, methamidophos, chlorpyrifos e acephate, reduziu a eficiência de controle da praga *Anticarsia gemmatilis* (PETTER et al., 2007b). Ainda, associações de glyphosate com os inseticidas lambda-cyhalothrin, endosulfan, monocrotophos e diflubenzuron não causaram efeitos negativos na produtividade da soja e no controle das plantas daninhas *Commelina benghalensis*, *Ipomoea acuminata* e *Spermacoce latifolia* (KAWAGUCHI; GALLI, 2002). Portanto, em

função da complexidade de interações que podem ocorrer, a associação de produtos deve ser feita de forma criteriosa, obedecendo às indicações contidas nas bulas dos produtos, a fim de se evitar a redução na eficiência do tratamento fitossanitário e a contaminação do ambiente.

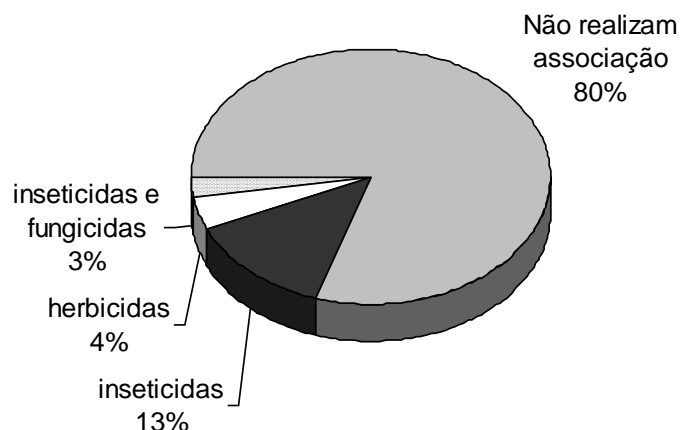


Figura 9 – Porcentagem de agricultores que realizam associação de produtos com glyphosate no controle de plantas daninhas em pós-emergência da soja Roundup Ready® e principais agrotóxicos utilizados na associação, em áreas com suspeita da presença de *Euphorbia heterophylla* resistente ao herbicida glyphosate, no Rio Grande do Sul. FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2008.

Com relação a outras espécies daninhas de difícil controle pelo uso do herbicida glyphosate, além da leiteira foram relatadas pelos agricultores as infestantes *Ipomoea* spp. (84%) e *Conyza* spp. (73%) (Fig. 2).

A corda-de-viola (*Ipomoea* spp.) é uma espécie daninha anual, pertencente à família Convolvulaceae. Ela é tolerante ao glyphosate, o que causa grandes prejuízos agrícolas, pois seus caules e ramos dificultam a colheita, causando perdas na produtividade quando a infestação é elevada, principalmente nas culturas de soja e cereais (KISSMANN; GROTH, 1999). Estudo que avaliou a absorção, translocação e metabolismo do glyphosate em *Ipomea grandifolia* mostraram que 80% do herbicida foi absorvido em menos de 72 horas após aplicação; porém, somente 2, 4 e 5% do ¹⁴C glyphosate absorvido translocou-se para a parte aérea, caule e raiz,

respectivamente, evidenciando que a tolerância ao produto pode relacionar-se à translocação diferencial do herbicida na planta (MONQUERO et al., 2004).

Por sua vez, a buva (*Conyza* spp.) é uma espécie anual ou bienal que pertence à família Asteraceae (KISSMANN; GROTH, 1999). Ela tem se destacado devido ao aparecimento de populações de biótipos resistentes ao glyphosate (MOREIRA et al., 2007; VARGAS et al., 2007b; LAMEGO; VIDAL, 2008). Estudo conduzido com a espécie *Conyza bonariensis* mostrou que biótipos suscetíveis e resistentes apresentam semelhanças na retenção e absorção do glyphosate; porém, o biótipo resistente responde com menor eficiência em translocar o glyphosate para as raízes. Portanto, a translocação diferencial é um provável mecanismo de resistência desta planta daninha ao produto (FERREIRA et al., 2008c).

Aproximadamente 16% dos agricultores referiram dificuldade em controlar o capim pé-de-galinha (*Eleusine indica*) (Fig. 2). Embora o valor seja relativamente baixo, quando comparado a outras espécies daninhas, gera preocupação, pois aquela espécie apresenta vários registros de resistência a herbicidas com diferentes mecanismos de ação, tais como inibidores de mitose, ALS, acetil-CoA carboxilase (ACCase), fotossistema I e EPSPS (HEAP, 2010). A informação serve de alerta para os produtores e técnicos, no sentido de acompanhar com atenção a presença dessa espécie daninha nas lavouras, tomando os cuidados necessários para não permitir que se transforme em problema futuro.

Outras plantas que também foram citadas pelos produtores como de difícil controle por glyphosate foram *Richardia brasiliensis* (19%) e *Commelina* spp. (13%) (Fig. 2), possivelmente devido à tolerância intrínseca dessas espécies ao herbicida (SANTOS et al., 2001; MONQUERO, 2003). O glyphosate, aplicado repetidamente, pode modificar a composição específica de plantas daninhas numa área, levando à predominância de espécies naturalmente tolerantes, como *Commelina benghalensis*, *Ipomoea grandifolia* e *Richardia brasiliensis* (MONQUERO; CHRISTOFFOLETI, 2003).

O herbicida glyphosate, embora apresente uma série de vantagens, como: amplo espectro de ação, simples aplicação, desprovido de efeito residual no solo; controle de espécies resistentes a outros mecanismos de ação, baixo custo e elevada eficiência (FRANZ; MAO; SIKORSKI, 1997), deve ser usado associado a outros métodos de controle, como rotação de culturas e uso de coberturas vegetais

do solo. Além disso, o monitoramento da dinâmica populacional das plantas daninhas na área deve ser exercido continuamente.

Os resultados obtidos neste trabalho demonstraram que a dose de 2160g e.a. ha⁻¹ glyphosate controlou com eficiência todos os biótipos de leiteira suspeitos de resistência, quando o herbicida foi aplicado no estágio de duas a quatro folhas. Hipotetiza-se que a causa das falhas de controle observadas nas áreas onde as sementes de leiteira foram coletadas não se relacionam com resistência, mas com outros fatores. Entre esses fatores destaca-se o uso de sub doses do herbicida glyphosate, utilização intensiva desse herbicida e a ausência de rotação de culturas. Além disso, possivelmente incluem-se aqueles ligados à tecnologia de aplicação, como: volume de calda, regulagem do aspersor, umidade relativa do ar e temperatura; e/ou a fatores relacionados à planta daninha, como: estágio no momento da aplicação; e/ou a fatores relacionados à cultura, como efeito protetor do dossel (guarda-chuva), impedindo que quantidade suficiente do produto atinja as folhas da planta daninha.

Considerando-se que não se constatou ocorrência de biótipos de leiteira resistentes ao herbicida glyphosate no experimento, características relacionadas à espécie (ciclo de vida curto, elevada produção de sementes, baixa dormência das sementes, formação de várias gerações reprodutivas por ano, alta variabilidade genética, reprodução tanto por autofecundação como cruzada) e mais os resultados da análise das respostas dos questionários aplicados, que indicaram que o manejo adotado na cultura da soja pela maioria dos produtores é inadequado, favorecendo falhas de controle, apontam para o fato que existe condições favoráveis à evolução da resistência e seleção de plantas tolerantes de leiteira em soja. Por isso, é importante enfatizar o papel do manejo desta planta, como adoção de rotação e sucessão de culturas, rotação e/ou associação de herbicidas com diferentes mecanismos de ação e o monitoramento constante da ocorrência de “escapes” de leiteira, a fim de manter viável o cultivo da soja RR no Estado.

2.4 Conclusões

Plantas de leiteira, oriundas de sementes coletadas em plantas suspeitas de resistência, são controladas pelo herbicida glyphosate quando aplicado na dose

máxima de registro em estágio de duas a quatro folhas, evidenciando que tais biótipos não possuem resistência ao glyphosate.

Práticas de manejo adotadas pela maioria dos produtores avaliados como uso de sub doses do glyphosate, utilização intensiva desse herbicida, ausência de rotação de culturas favorecem falhas no controle de leiteira pelo herbicida glyphosate em soja.

3 CAPÍTULO II – Resposta de cinco biótipos de *Euphorbia heterophylla* a doses do herbicida glyphosate

3.1 Introdução

O manejo de plantas daninhas representa prática importante nos sistemas de produção agrícola que buscam elevar a produtividade. Neste contexto, os herbicidas surgem como alternativa eficiente disponível ao agricultor para controle dessas espécies indesejadas. Contudo, o uso de herbicidas deve ser integrado a outros métodos de controle, para evitar a seleção de espécies daninhas tolerantes ou resistentes a tais produtos.

Com a introdução da soja transgênica no Brasil (Roundup Ready[®] - RR), ocorreu aumento considerável no uso do herbicida glyphosate nas lavouras, principalmente no Rio Grande do Sul (RS). Atualmente, realizam-se duas a três aplicações do produto por ciclo da soja (VARGAS et al., 2007b). Dessa forma, o uso contínuo e repetido desse produto pode promover a evolução de casos de resistência em diversas espécies daninhas (PEREZ; KOGAN, 2003; KOGER et al., 2004; ROMAN et al., 2004).

Dentre as espécies com suspeita de apresentar resistência ao herbicida glyphosate, encontra-se a leiteira (*Euphorbia heterophylla*), planta daninha anual, pertencente à família Euphorbiaceae, nativa das regiões tropicais e subtropicais das Américas (KISSMANN; GROTH, 1999), sendo comum nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil (VARGAS; BOREM; SILVA, 1999). Apresenta emergência escalonada e propagação por sementes, chegando a produzir mais de 500 sementes por planta (SANTOS et al., 2002). Essas sementes são arremessadas à

curta distância da planta-mãe, devido à deiscência explosiva do fruto (BARROSO, 1984).

A leiteira é considerada uma das plantas daninhas que causam maiores prejuízos nas lavouras (TREZZI et al., 2006b), podendo causar reduções na quantidade e na qualidade do produto colhido. Cada planta de leiteira m^{-2} reduz a produção de grãos da soja de 0,7 a 3,0%, quando o período de convivência com a cultura ocorre durante todo o ciclo (VOLL et al., 2002).

No final da década de 1970, a leiteira foi expressivamente selecionada pelo uso dos herbicidas metribuzin e trifluralin, aplicados em pré-semeadura da soja, na sucessão soja/milho nos Estados do Sul do Brasil (PITELLI, 1992). Posteriormente, na década de 90, foram encontrados biótipos de leiteira resistentes aos herbicidas inibidores da acetolactato sintase (ALS) (GAZZIERO et al., 1998; VIDAL; MEROTTO JÚNIOR, 1999). Em 2004, identificaram-se populações de leiteira que desenvolveram resistência múltipla aos inibidores das enzimas ALS e da protopofirinogênio oxidase (PROTOX) (TREZZI et al., 2005). Recentemente, identificaram-se biótipos de leiteira com resistência múltipla ao glyphosate e inibidores da ALS no RS (PRADO; RUIZ-SANTAELLA; VIDAL, 2006).

O controle desta infestante com uso do herbicida glyphosate não tem sido satisfatório em algumas lavouras de soja RR do RS nos últimos anos, provocando a suspeita de que a espécie esteja sendo selecionada pelo herbicida glyphosate em todo Estado. Diante deste cenário, há necessidade de ser esclarecido se as falhas de controle se devem à dose insuficiente, à resistência ou à tolerância. Em havendo comprovação da resistência, medidas específicas para manejo dessas plantas devem ser recomendadas. Portanto, o objetivo do trabalho foi determinar qual é a resistência relativa, por meio de curvas de dose-resposta, de cinco biótipos de leiteira, oriundos de lavouras de soja RR localizadas em Municípios do Estado do Rio Grande do Sul, ao herbicida glyphosate.

3.2 Material e Métodos

Conduziu-se experimento no período de setembro a dezembro de 2009, em casa de vegetação, no Departamento de Fitossanidade da UFPel - Capão do

Leão/RS, utilizando-se delineamento experimental completamente casualizado, com quatro repetições.

Usaram-se sementes de cinco biótipos de leiteira (Biótipos 2, 66 e 96 considerados de maior tolerância ao glyphosate e Biótipos 49 e 105 considerados de menor tolerância ao glyphosate), identificados conforme o local de coleta (tab.2). Realizou-se a seleção dos biótipos com base nos resultados de controle provenientes do mapeamento da ocorrência de biótipos de leiteira com suspeita de resistência ao glyphosate (Capítulo I).

Tabela 2 – Identificação dos locais de coleta dos biótipos de *Euphorbia heterophylla* utilizados nas curvas de dose-resposta ao herbicida glyphosate. FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2009

Código	Município	Localidade
2	Tupanciretã	Espinilho Grande
49	Espumoso	Linha Durigon
66	Nova Ramada	Formigueiro
96	Nova Boa Vista	Li Perau
105	Sananduva	Três Porteira

As unidades experimentais constituíram-se de vasos plásticos com capacidade volumétrica de 1L, os quais continham mistura de solo peneirado classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo e substrato na proporção de 2:1. Previamente, realizou-se a semeadura em bandejas preenchidas com o substrato comercial PlantiMax[®]. Dez dias após a semeadura, quando as plantas apresentavam duas folhas, foi efetuado o transplante para os vasos plásticos, mantendo-se uma planta por vaso.

Para determinar os valores de C_{50} ou GR_{50} (dose necessária para obter 50% de controle ou para reduzir 50% à matéria da parte aérea da planta, em relação às plantas não tratadas), aplicaram-se doses crescentes do herbicida glyphosate (0, 90, 180, 360, 720, 1080, 1440 e 2160g e.a. ha⁻¹). Aspergiram-se os tratamentos herbicidas em pós-emergência, quando as plantas estavam no estágio de quatro folhas. Para isto, utilizou-se aspersor costal de precisão, pressurizado com CO₂, equipado com pontas tipo leque 110.015, distribuindo-se volume de calda equivalente a 150L ha⁻¹.

As variáveis-resposta analisadas foram controle e matéria seca da parte aérea. O controle foi avaliado visualmente por dois avaliadores, aos 7, 14, 21 e 28

dias após a aplicação dos tratamentos (DAT), utilizando-se escala percentual, onde zero representou ausência de sintomas e cem a morte das plantas (FRANS et al., 1986).

Aos 28 DAT realizou-se a colheita das plantas para determinação da produção de matéria seca da parte aérea. Para isso, submeteu-se o material vegetal à secagem em estufa de circulação forçada de ar à 60°C, até se obter massa constante, quando foi pesado o material. Corrigiu-se a matéria seca para valores percentuais, comparando-se a matéria obtida nos tratamentos que receberam herbicida com a matéria obtida na testemunha, considerada 100%.

Os dados obtidos foram analisados quanto à normalidade (teste de Shapiro Wilk) e, posteriormente, foram submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$) pelo Programa SAS (SAS, 1989). No caso de ser constatada significância estatística, realizou-se a análise de regressão para o fator dose e, para o fator biótipo, foi procedido comparação entre C_{50} ou GR_{50} dos biótipos em estudo.

A análise de regressão foi realizada com auxílio do Programa SigmaPlot 10.0 (SIGMAPLOT, 2007), ajustando-se os dados à equação de regressão sigmoidal do tipo logístico, conforme segue:

$$y = a / [1 + (x / x_0)^b]$$

onde: y = porcentagem de controle; x = dose do herbicida; e a , x_0 e b = parâmetros da equação, sendo que a é a diferença entre os pontos máximo e mínimo da curva, x_0 é a dose que proporciona 50% de resposta da variável e b é a declividade da curva.

Apartir dos valores de C_{50} e GR_{50} obtiveram-se os fatores de tolerância (FT) para cada combinação de biótipos de maior e menor tolerância da espécie. O fator de tolerância representa um índice comparativo de um biótipo de maior tolerância, em relação a um biótipo de menor tolerância, para um controle de 50% (HALL; STROME; HORSMAN, 1998; DIAS et al., 2003). Para a utilização desse fator foi necessário verificar o intervalo de confiança ao nível de 95% do biótipo em estudo de menor tolerância em relação aos demais.

3.3 Resultados e Discussão

Verificou-se interação entre os fatores estudados para todas as variáveis. O teste de Shapiro Wilk demonstrou não ser necessária a transformação dos dados.

O controle da leiteira pelo glyphosate ajustou-se à equação de regressão sigmoidal do tipo logístico em todas as épocas de avaliação, sendo que os valores do coeficiente de determinação (R^2) variaram de 0,97 a 0,99, demonstrando ajuste satisfatório dos dados ao modelo (Fig. 10, 11, 12 e 13). A partir das equações pode-se calcular os valores de C_{50} para os biótipos de leiteira.

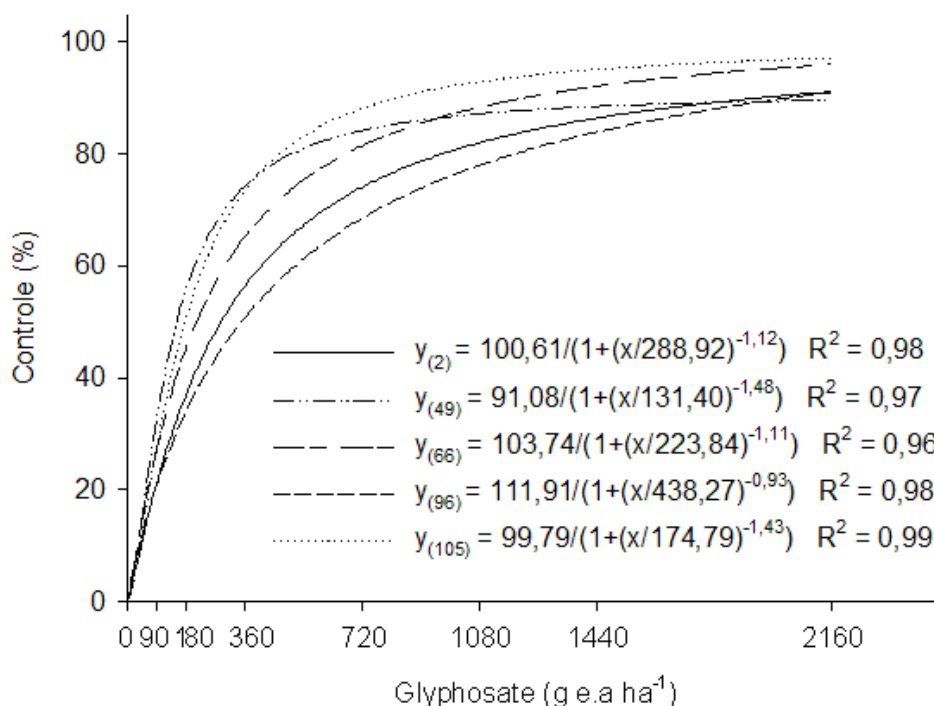


Figura 10 – Controle (%) de cinco biótipos de *Euphorbia heterophylla*, em função da aplicação de diferentes doses do herbicida glyphosate (0, 90, 180, 360, 720, 1080, 1440 e 2160g e.a. ha⁻¹), avaliado aos 7 dias após o tratamento (DAT). FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2009.

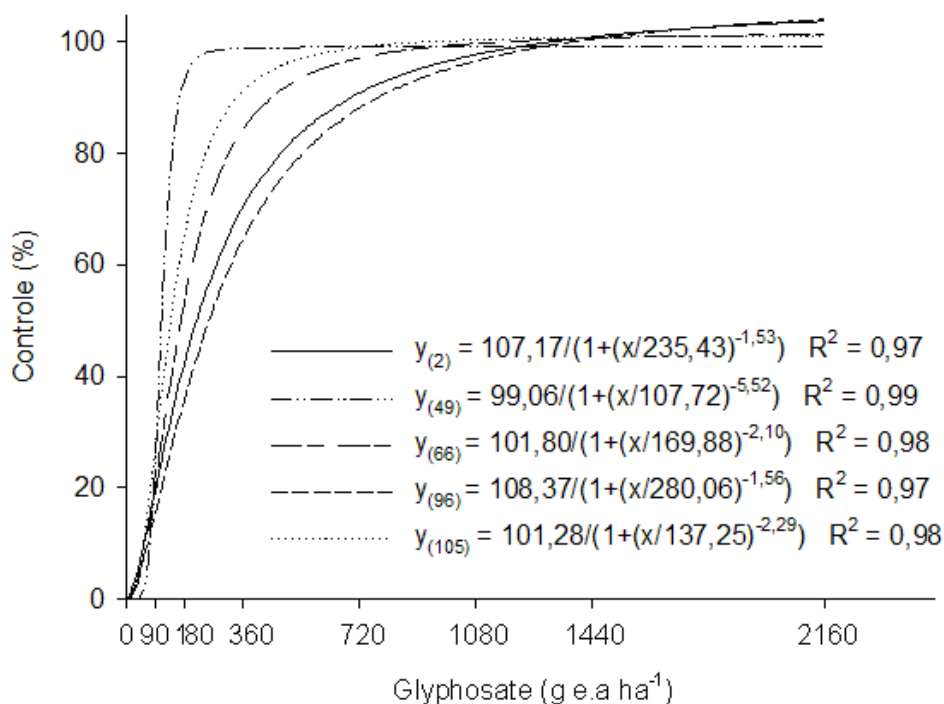


Figura 11 – Controle (%) de cinco biótipos de *Euphorbia heterophylla*, em função da aplicação de diferentes doses do herbicida glyphosate (0, 90, 180, 360, 720, 1080, 1440 e 2160g e.a. ha⁻¹), avaliado aos 14 dias após o tratamento (DAT). FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2009.

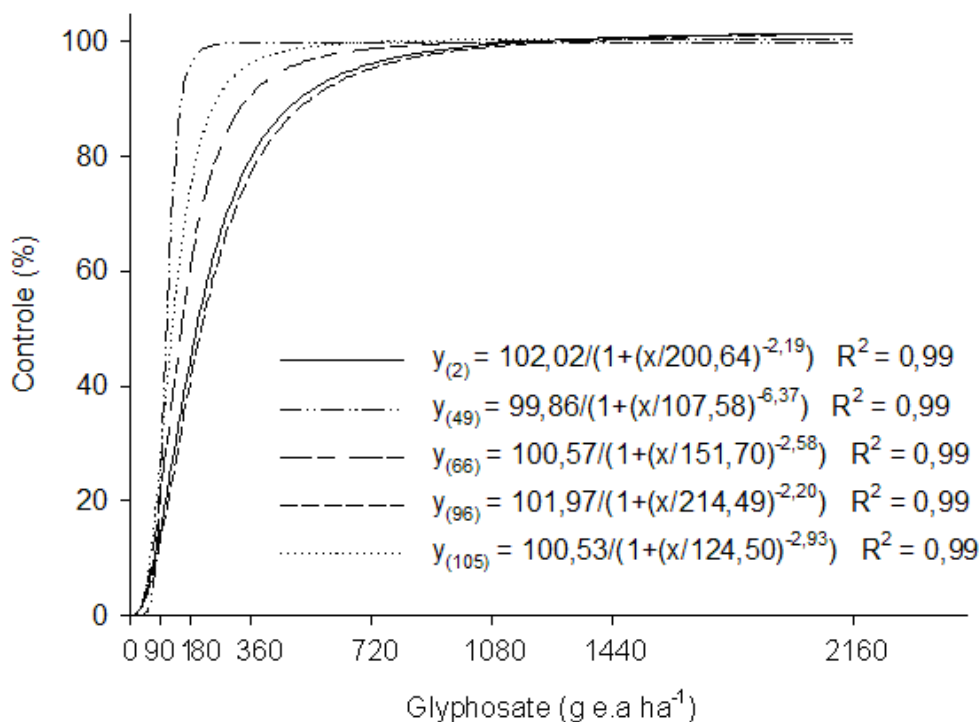


Figura 12 – Controle (%) de cinco biótipos de *Euphorbia heterophylla*, em função da aplicação de diferentes doses do herbicida glyphosate (0, 90, 180, 360, 720, 1080, 1440 e 2160g e.a. ha⁻¹), avaliado aos 21 dias após o tratamento (DAT). FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2009.

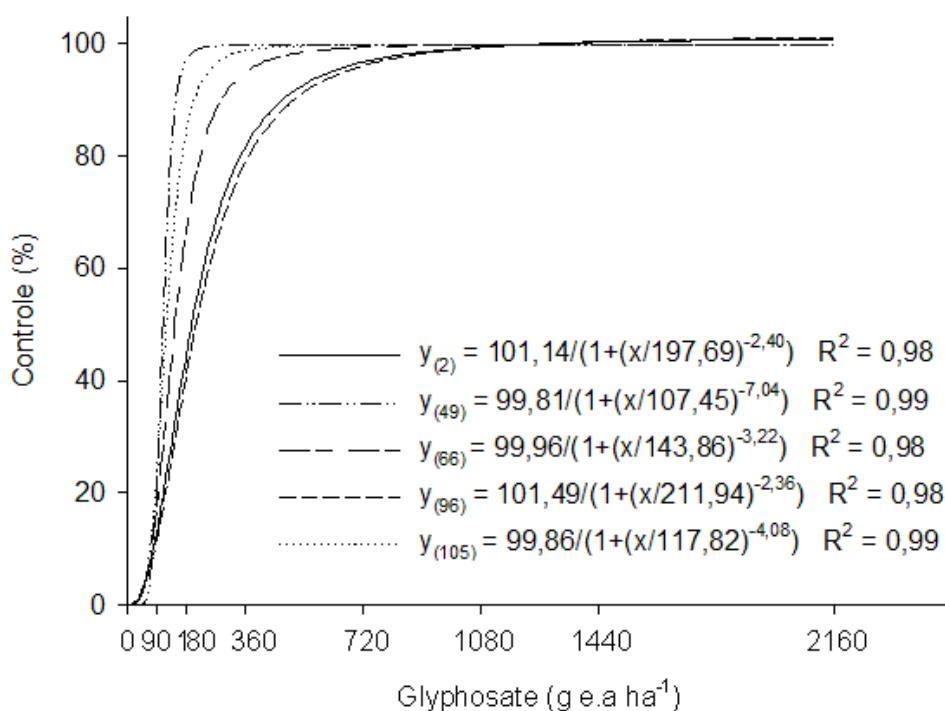


Figura 13 – Controle (%) de cinco biótipos de *Euphorbia heterophylla*, em função da aplicação de diferentes doses do herbicida glyphosate (0, 90, 180, 360, 720, 1080, 1440 e 2160g e.a. ha⁻¹), avaliado aos 28 dias após o tratamento (DAT). FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2009.

As equações construídas com os valores de controle, em resposta às doses crescentes de glyphosate (Fig. 10, 11, 12 e 13), comprovam a existência de biótipos da espécie respondendo diferentemente ao herbicida glyphosate. No entanto, observou-se que a dose de 720g e.a ha⁻¹ de glyphosate foi suficiente para controlar todos os biótipos (Fig. 13).

Com base na ausência de sobreposição do intervalo de confiança (IC) do biótipo de menor tolerância em estudo (49) em relação ao IC dos demais, foi possível estabelecer o Fator de tolerância (FT) para todas as épocas de avaliação, exceto aos 7 DAT (tab.3). Dessa forma, considerando-se os Biótipos 96 e 49 como os de maior e menor tolerância aos 28 DAT, respectivamente, o FT foi de 1,95 (tab.3). Portanto, a dose do herbicida glyphosate necessária para promover 50% de controle do Biótipo 96 é 1,95 vezes maior do que aquela necessária para produzir o mesmo efeito sobre o Biótipo 49.

Tabela 3 – Valores de C_{50} com intervalos de confiança (IC) e fator de tolerância de cinco biótipos de *Euphorbia heterophylla*, em resposta a aplicação de diferentes doses do herbicida glyphosate (0, 90, 180, 360, 720, 1080, 1440 e 2160g e.a. ha⁻¹), avaliado aos 7, 14, 21 e 28 dias após o tratamento (DAT). FAEM/UFPEL, Capão do Leão/RS, 2009

Biótipo	C_{50} ¹		Fator de tolerância ²
	g e.a ha ⁻¹	95% IC	
7 DAT			
2	286	234 – 337	1,91
49	150	132 – 168	-
66	210	143 – 277	NS
96	348	164 – 532	NS
105	175	161 – 190	NS
14 DAT			
2	216	180 – 251	2,00
49	108	104 – 112	-
66	167	156 – 178	1,55
96	254	210 – 297	2,35
105	136	127 – 145	1,26
21 DAT			
2	197	187 – 207	1,82
49	108	105 – 110	-
66	151	145 – 157	1,40
96	211	197 – 225	1,95
105	124	118 – 130	1,15
28 DAT			
2	196	183 – 209	1,83
49	107	105 – 110	-
66	144	137 – 151	1,35
96	209	193 – 226	1,95
105	118	113 – 122	1,10

¹ C_{50} = dose necessária para obter 50% de controle;

² Fator de tolerância ao herbicida glyphosate dos biótipos de *Euphorbia heterophylla*, obtido da divisão do C_{50} dos biótipos em relação ao biótipo de menor tolerância ao glyphosate (49);

^{NS} Sobreposição do intervalo de confiança do biótipo de menor tolerância (49) em relação ao biótipo avaliado indica que não ocorreu diferença significativa entre C_{50} dos biótipos.

A variação entre C_{50} dos biótipos pode relacionar-se ao local de origem das sementes (tab.2), sugerindo que o manejo das plantas daninhas adotado em cada propriedade pode influenciar a resposta dos biótipos ao herbicida glyphosate. Determinadas práticas agrícolas, como utilização de herbicidas como único método de controle, aplicação repetida do mesmo herbicida ou de herbicidas com o mesmo mecanismo de ação, sistemas de produção que não usam rotação de culturas e/ou de herbicidas, não eliminação de plantas escapes ao controle, tendem a favorecer a

seleção de plantas daninhas tolerantes ou resistentes (CHRISTOFFOLETI; VICTORIA FILHO; SILVA, 1994).

As diferenças entre observadas entre C_{50} dos biótipos também podem decorrer de características genéticas entre biótipos de leiteira, possivelmente influenciando suas respostas ao herbicida. A constituição genética de uma espécie pode determinar graus variáveis de tolerância ou suscetibilidade aos herbicidas (HARTWING et al., 2008). No entanto, em virtude de não existirem informações anteriores sobre o manejo e a caracterização genética da espécie, não se pode afirmar que as diferenças entre biótipos de leiteira ao glyphosate sejam provocadas por estes fatores.

Para sustentar a teoria de que a leiteira já apresentava respostas variáveis ao glyphosate, acrescente-se o fato de que diferentes marcas comerciais de glyphosate foram registradas no Ministério da Agricultura, antes do uso da soja RR, em doses entre 2 e 6L ha⁻¹ do produto comercial, ou seja, de 720 a 2160g e.a. ha⁻¹ de glyphosate (AGROFIT, 2010). Vale salientar que para registro no Ministério da Agricultura é necessário apresentar laudos de eficiência agrônômica, emitidos por instituições oficiais que comprovem a necessidade daqueles por parte das empresas. Assim, é provável que plantas de leiteira demonstrem ampla variação na resposta ao glyphosate devido às características próprias da espécie, sendo então naturalmente tolerante ao herbicida, em maior ou menor grau.

A tolerância de uma planta daninha a um herbicida relaciona-se à capacidade diferencial da espécie em absorver, translocar, metabolizar e/ou exsudar o herbicida para o ambiente (GALON et al., 2009). Além disso, outros fatores, como estágio vegetativo, condições climáticas antes, durante e logo após a aplicação do herbicida, podem afetar a tolerância das plantas daninhas aos herbicidas (CHRISTOFFOLETI et al., 2008). Evidências mostraram que, para leiteira, após a formação da quarta folha, ocorreu aumento na capacidade de sua recuperação após a aplicação de herbicidas de contato, especialmente em condição de adequada luminosidade (KISSMANN; GROTH, 1999).

A tolerância de plantas daninhas aos herbicidas também pode resultar dificuldade de absorção do produto, em função de características da lâmina foliar, como rugosidade, pilosidade e composição química da cera epicuticular (SANCHOTENE et al., 2008). As principais barreiras foliares à penetração de

agrotóxicos na leiteira são o alto teor de cera epicuticular, a elevada densidade de laticíferos e a grande espessura da cutícula da face adaxial (FERREIRA et al., 2003).

Com relação à matéria seca da parte aérea, observou-se decréscimo nos valores à medida que houve aumento na dose do herbicida glyphosate, para todos os biótipos (Fig. 14). A variável ajustou-se à equação de regressão sigmoidal do tipo logístico, sendo que os valores do coeficiente de determinação (R^2) variaram de 0,93 a 0,98, demonstrando ajuste satisfatório dos dados ao modelo (Fig. 14).

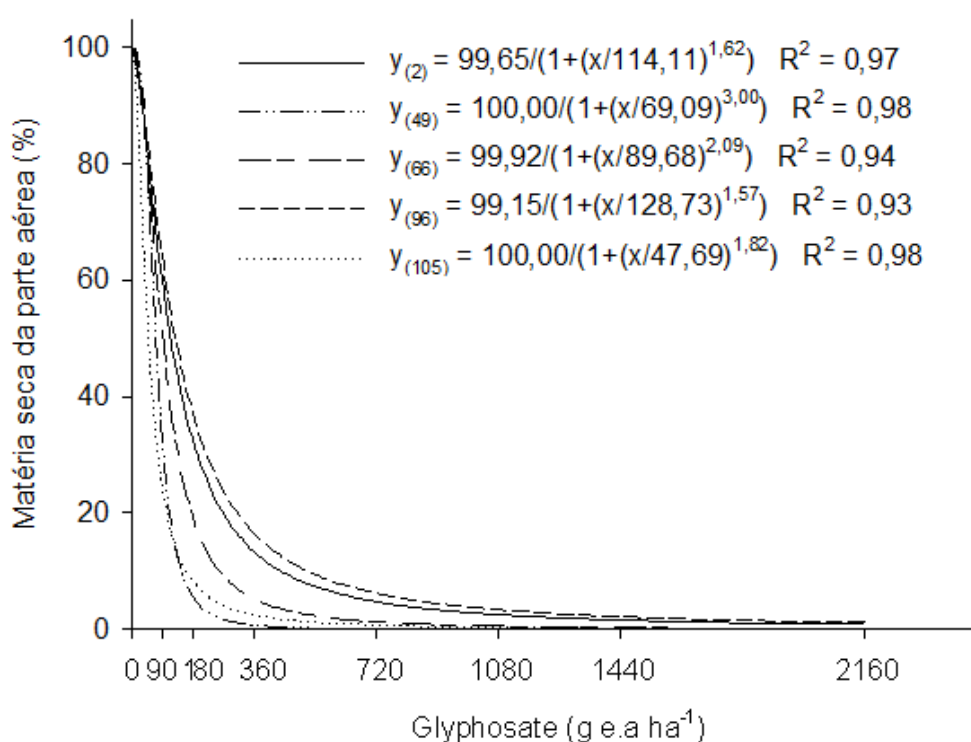


Figura 14 – Matéria seca da parte aérea (%) de cinco biótipos de *Euphorbia heterophylla*, em função da aplicação de diferentes doses do herbicida glyphosate (0, 90, 180, 360, 720, 1080, 1440 e 2160g e.a. ha⁻¹), avaliada aos 28 dias após o tratamento. FAEM/UFPEL, Capão do Leão/RS, 2009.

Verificou-se que os GR₅₀ para os Biótipos 2 e 96 foram de 114 e 127g e.a. ha⁻¹ de glyphosate, enquanto para os demais biótipos os valores foram inferior a 90g e.a ha⁻¹. Considerados os valores de FT, o Biótipo 96 demonstrou a maior tolerância ao glyphosate; porém, na avaliação dessa variável, o Biótipo 105 apresentou a menor tolerância ao herbicida (tab.4). Em trabalho semelhante, porém com a espécie *Conyza bonariensis*, também se observou diferenças entre biótipos com

relação ao nível de suscetibilidade, indicando níveis diferenciados de resposta ao herbicida glyphosate (MOREIRA et al., 2007). A tolerância diferenciada a determinado herbicida dentro de uma espécie é a norma, não a exceção; portanto, é preciso verificar se os biótipos são controlados com a dose herbicida registrada e recomendada (HARTZLER; BOERBOOM, 2006).

Tabela 4 – Valores de GR_{50} com intervalos de confiança (IC) e fator de tolerância de cinco biótipos de *Euphorbia heterophylla*, em resposta a aplicação de diferentes doses do herbicida glyphosate (0, 90, 180, 360, 720, 1080, 1440 e 2160g e.a. ha^{-1}), avaliado aos 28 dias após o tratamento (DAT). FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2009

Biótipo	GR_{50} ¹		Fator de tolerância ²
	g e.a ha^{-1}	95% IC	
2	114	98 – 129	2,4
49	69	62 – 76	1,4
66	90	74 – 105	1,9
96	127	105 – 150	2,6
105	48	35 – 60	–

¹ GR_{50} = dose necessária para obter redução de 50% da matéria da parte aérea da planta;

² Fator de tolerância ao herbicida glyphosate dos biótipos de *Euphorbia heterophylla*, obtido da divisão do GR_{50} dos biótipos em relação ao biótipo de menor tolerância ao glyphosate (105).

Mais estudos devem ser realizados para esclarecer os mecanismos que participam da resposta diferencial dos biótipos de leiteira ao herbicida e, ainda, os possíveis efeitos destes mecanismos na atividade de outros herbicidas, além do comportamento biológico dos biótipos mais tolerantes. Essas informações são fundamentais para que alternativas de manejo possam ser planejadas ou para melhorar a eficiência dos herbicidas.

3.4 Conclusões

A dose de 720g e.a. ha^{-1} do herbicida glyphosate é suficiente para controlar biótipos de leiteira, quando é aplicado em estágio de quatro folhas.

Os biótipos de leiteira apresentam níveis diferenciais de tolerância ao herbicida glyphosate.

4 CAPÍTULO III – Valor adaptativo entre biótipos de *Euphorbia heterophylla* de maior e menor tolerância ao herbicida glyphosate

4.1 Introdução

A cultura da soja ocupa papel importante na economia mundial, sendo cultivada em quase todas as partes do mundo. O Brasil é o segundo maior produtor mundial de grãos de soja, apresentando área cultivada de 21 milhões de hectares e produção de 57 milhões de toneladas (CONAB, 2009). A produtividade da cultura na safra 2008/09 foi, em média, de 2624kg ha⁻¹ (IBGE, 2009). Este está aquém do potencial observado pela pesquisa e obtido por muitos produtores, destacando-se que a produção máxima teórica estimada é de 11000kg há⁻¹ (YAMADA, 1982). Entre as causas da defasagem de produtividade destaca-se a interferência de plantas daninhas, as quais contribuem com reduções significativas na produtividade de grãos (RIZZARDI et al., 2004).

Dentre as diversas plantas daninhas que infestam a cultura da soja, destaca-se a espécie *Euphorbia heterophylla* (leiteira), resistente aos herbicidas inibidores da enzima ALS (GAZZIERO et al., 1998; VIDAL; MEROTTO JÚNIOR, 1999), com resistência múltipla a inibidores da ALS e a inibidores da PROTOX (TREZZI et al., 2005), e resistência múltipla ao herbicida glyphosate e inibidores da ALS (PRADO; RUIZ-SANTAELLA; VIDAL, 2006).

A leiteira apresenta capacidade de reproduzir-se tanto por autofecundação como por fecundação cruzada (BARROSO, 1984), que, aliada à grande produção de sementes e à emergência escalonada, dificultam o manejo dessa espécie, pois propiciam o reabastecimento do banco de sementes do solo, perpetuando a infestação nas áreas agrícolas (TREZZI et al., 2006b).

O estudo da suscetibilidade de biótipos de leiteira aos herbicidas, além de outros, como a capacidade competitiva e os mecanismos de adaptação daqueles ao ambiente, são fundamentais para desenvolver ferramentas visando controlar biótipos resistentes. As características dos biótipos afetam diretamente a taxa de evolução da resistência ou mesmo a manutenção da proporção de plantas resistentes dentro da população, quando da ausência da pressão de seleção pelo herbicida (JASIENIUK; BRÛLÉ-BABEL; MORRISON, 1996).

Trabalhos conduzidos com biótipos de leiteira suscetíveis e resistentes a herbicidas inibidores da ALS mostraram não ocorrer diferenças no crescimento e na capacidade competitiva entre os biótipos (VIDAL; TREZZI, 2000; VARGAS; SILVA, 2009). Contudo, biótipos de *Amaranthus powelli* resistentes a herbicidas inibidores da ALS sofreram restrições em seu crescimento inicial, desenvolvimento e valor adaptativo (TARDIF; RAJCAN; COSTEA, 2006). Ainda, biótipos de *Lolium multiflorum* resistentes ao glyphosate apresentaram menor capacidade competitiva, em relação aos suscetíveis (FERREIRA et al., 2008b). Assim, os resultados sugerem que a ocorrência de alterações adaptativas em plantas daninhas, resultantes de resistência, pode variar em função de espécie e do herbicida.

Para analisar as características dos biótipos, frequentemente são utilizados estudos de crescimento, que detectam possíveis diferenças funcionais e estruturais entre biótipos (CHRISTOFFOLETI, 2001). Os biótipos mais adaptados normalmente são mais competitivos e capazes de aumentar sua proporção relativa ao longo do tempo e, assim, eliminar os indivíduos menos aptos a ocupar determinado nicho ecológico (CHRISTOFFOLETI; WESTRA; MOORE, 1997). Nos casos em que os biótipos sejam menos competitivos, técnicas culturais como aumento do número de plantas da cultura por área e/ou redução do espaçamento entre fileiras, podem ser usadas para suprimir o crescimento daqueles (VARGAS; SILVA, 2009). Dessa forma, o conhecimento de tais características, bem como do comportamento bioecológico da espécie, torna-se necessário para estabelecer estratégias de manejo adequadas, com atuação tanto na prevenção ao surgimento da resistência, como também no manejo das populações de plantas daninhas tolerantes.

Diante do exposto, o trabalho teve por objetivo estimar o valor adaptativo de biótipos de leiteira com maior e menor tolerância ao herbicida glyphosate, por meio de comparação entre suas taxas de crescimento.

4.2 Material e Métodos

Conduziu-se experimento no período de setembro de 2009 a janeiro de 2010, em casa de vegetação, na Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas (FAEM/UFPel), no Município de Capão do Leão – RS. Para isto, utilizou-se delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições.

No experimento, utilizaram-se sementes produzidas em casa de vegetação de dois biótipos de leiteira, que apresentaram, respectivamente, maior (Biótipo 2) e menor (Biótipo 105) tolerância ao herbicida glyphosate. Esses foram selecionados a partir do mapeamento da ocorrência de biótipos de leiteira suspeitos de serem resistentes ao glyphosate (Capítulo I), identificados conforme o local de coleta. A semeadura foi realizada em bandejas de isopor contendo substrato orgânico PlantMax[®]. Quando as plântulas emergiram, oito dias após a semeadura, foram transplantadas para sacos plásticos com capacidade para 4L, contendo mistura de solo peneirado classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo e substrato na proporção de 2:1. Os sacos plásticos foram distribuídos aleatoriamente e suas posições alternadas à cada época de avaliação.

Os tratamentos constaram de plantas de dois biótipos (2 e 105) e sete épocas de coleta (10, 20, 30, 40, 50, 60 e 70 dias após a emergência – DAE). As variáveis avaliadas, em cada época, foram: estatura de planta (EST), área foliar (AF) e matérias secas da parte aérea (MSPA) e de radicular (MSR). Determinou-se EST com auxílio de régua milimetrada, medindo-se a distância do solo até o ponto de inserção da última folha. Após o corte das plantas, ao nível do solo, procedeu-se à separação das folhas para avaliar a AF (medidor de área foliar modelo LI 3100C). Para quantificar MSR, as raízes foram lavadas em água corrente para eliminar os restos de solo ou substrato aderidos. Em seguida, o material foi colocado em estufa, com circulação de ar à temperatura de 60°C, até atingir massa constante.

Os resultados de matéria seca total (MST = MSPA + MSR) e AF foram utilizados para se determinar a taxa de crescimento (TC) e a razão de área foliar (RAF). A TC ($\text{g planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) expressa a velocidade média de crescimento das plantas ao longo do período de observação, sendo calculada pela fórmula:

$$TC = (W_2 - W_1) / (t_2 - t_1)$$

onde: W_2 e W_1 são as MST de duas amostragens sucessivas e t_2 e t_1 são os dias transcorridos entre as duas observações.

A RAF ($\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$) expressa a área útil disponível para a fotossíntese, sendo calculada pela fórmula:

$$\text{RAF} = \text{AF}/\text{MST}$$

Os dados obtidos foram então analisados quanto à normalidade (teste de Shapiro Wilk) e, posteriormente, submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$) pelo programa SAS (SAS, 1989). No caso de ser constatada significância estatística, realizou-se a análise de regressão para o fator épocas de avaliação utilizando o SigmaPlot 10.0 (SIGMAPLOT, 2007) e, para o fator biótipo, foi procedido Teste t ($p \leq 0,05$) para as variáveis EST e AF; e, comparação entre médias utilizando-se teste de Tukey ($p \leq 0,05$) para as variáveis MSPA, MST e RAF.

As variáveis EST, AF, RAF, MSPA, MSR e MST foram ajustadas ao modelo de regressão não linear do tipo logístico, adaptado de Streibig (1988):

$$y = a / [1 + (x / x_0)^b]$$

onde: y = variável resposta de interesse; x = número de dias acumulados; e a , x_0 e b = parâmetros estimados da equação, sendo a a diferença entre os pontos máximo e mínimo da variável, x_0 o número de dias necessários para a ocorrência de 50% de resposta da variável e b a declividade da curva.

Ajustou-se a variável TC ao modelo de regressão não linear do tipo lorentzian:

$$y = a / [1 + (x - x_0 / b)^2]$$

onde: y = TC; x = número de dias acumulados; e a , x_0 e b = parâmetros estimados da equação, sendo a a diferença entre os pontos máximo e mínimo da variável, x_0 o número de dias acumulados correspondente ao ponto máximo da curva e b a declividade da curva.

4.3 Resultados e discussões

Não houve interação entre os fatores biótipos e épocas de avaliação para as variáveis, exceto para RAF, MSPA e MST (tab.6). Houve efeito do fator épocas de avaliação para as variáveis EST, AF, MSR e TC (Fig. 15, 16, 19 e 20). Já, para as variáveis EST e AF também houve efeito de biótipos (tab.5). O teste de Shapiro Wilk demonstrou não ser necessária a transformação dos dados.

As variáveis EST, AF, RAF, MSPA, MSR e MST ajustaram-se adequadamente à equação de regressão sigmoideal do tipo logístico, sendo que os valores do coeficiente de determinação (R^2) variaram de 0,93 a 0,99, demonstrando ajuste satisfatório dos dados ao modelo (Fig. 15, 16, 17, 18 e 19). Ainda, para a variável TC ocorreu ajuste adequado à equação de regressão do tipo lorentzian, com R^2 elevado (0,94) (Fig. 20).

Observou-se incremento sigmoideal na estatura das plantas com o avanço da época de avaliação (Fig. 15). A estatura representa uma característica morfológica importante que interfere na competição por luz (FLECK et al., 2008), sendo que espécies que possuem maior estatura e área foliar são favorecidas, interceptando mais radiação solar e, em decorrência, aumentando a fotossíntese (PONTES et al., 2003).

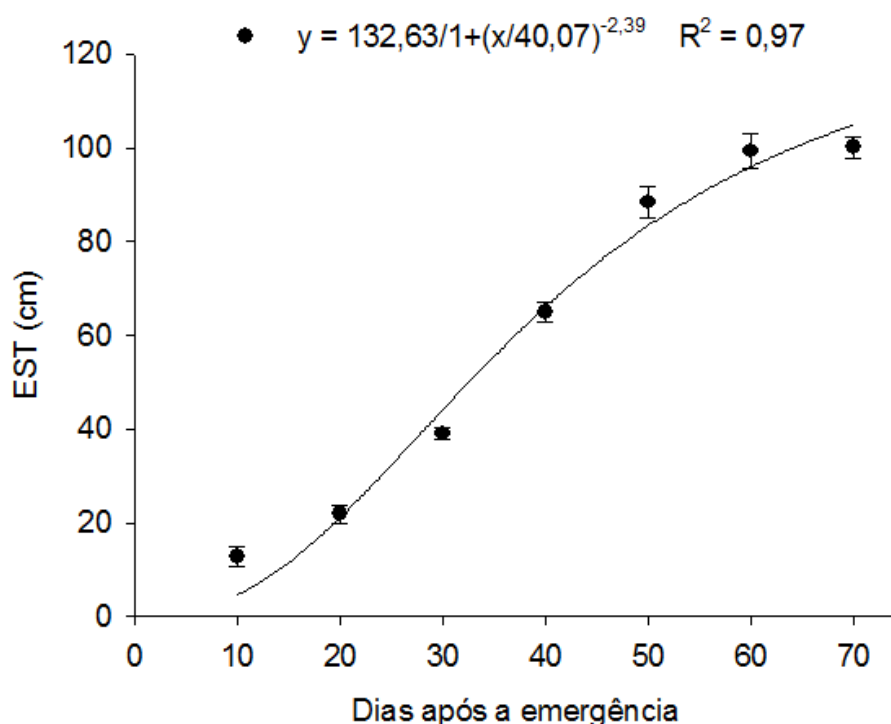


Figura 15 – Estatura (EST) média de biótipos de *Euphorbia heterophylla* (2 e 105), avaliada dos 10 aos 70 dias após a emergência. FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2010. Os pontos representam os valores médios das repetições entre biótipos e as barras, os respectivos intervalos de confiança da média.

Para o fator biótipos, verificou-se que o Biótipo 2 apresentou maior EST (tab.5). Possivelmente, as diferenças observadas entre biótipos decorreram de características genéticas ou se relacionaram ao local de origem dos mesmos. Em trabalho de análise de crescimento de biótipos de leiteira resistentes e suscetíveis

ao herbicida imazethapyr, ocorreu menor estatura em biótipos que expressavam algum grau de resistência; porém, o autor sugeriu pesquisas complementares para estabelecer conclusões mais consistentes (AMARAL, 2006).

Tabela 5 – Estatura (EST) e área foliar (AF) de *Euphorbia heterophylla* (2 e 105), em resposta ao fator biótipo. FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2010

Biótipo	EST (cm)	AF (cm ² planta ⁻¹)
Biótipo 2	62 a ¹	1490 a
Biótipo 105	60 b	1320 b
CV (%)	9	14

¹ Médias seguidas por mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste t (p≤0,05).

Com relação à AF, verificou-se crescimento inicial lento até os 20 DAE, seguido-se então, uma fase de crescimento acelerado (20 aos 50 DAE), com posterior estabilização (70 DAE), possivelmente devido à perda de folhas no processo de senescência (Fig. 16). Esses resultados podem estar relacionados com a fisiologia da espécie, verificando-se que, inicialmente, as plantas dependem das reservas da semente para formar os órgãos da plântula; depois de desenvolvidos o sistema radicular e as folhas, os processos dependentes da fotossíntese, originam rápido crescimento, atingindo o tamanho definitivo, e, por fim, ocorrem as fases de compensação e de senescência (MAGALHÃES, 1985).

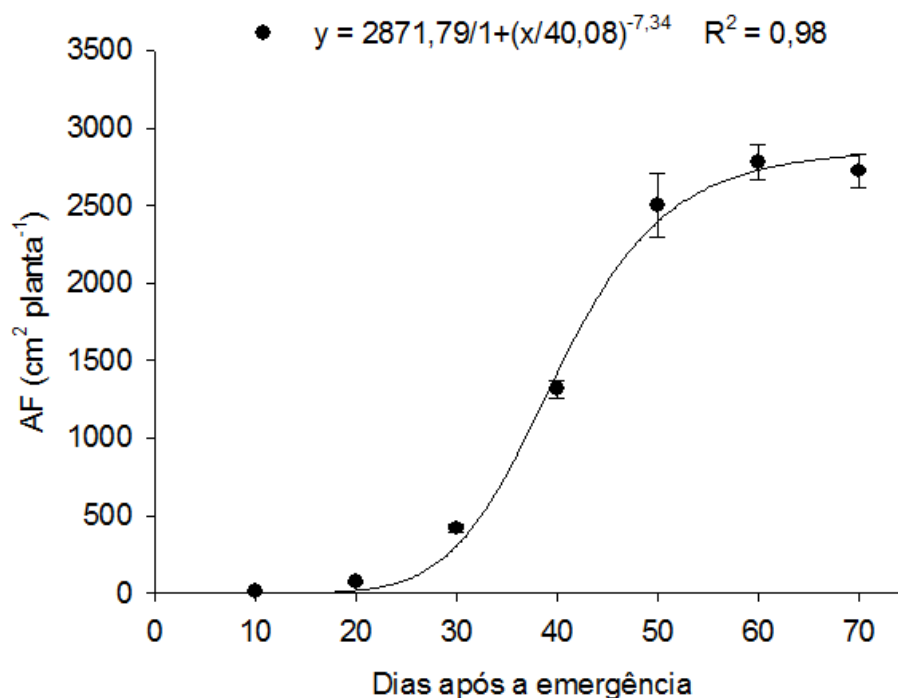


Figura 16 – Área foliar (AF) média de biótipos de *Euphorbia heterophylla* (2 e 105), avaliada dos 10 aos 70 dias após a emergência. FAEM/UFPEL, Capão do Leão/RS, 2010. Os pontos representam os valores médios das repetições entre biótipos e as barras, os respectivos intervalos de confiança da média.

A AF se relaciona diretamente com a capacidade fotossintética e de interceptação da luz, interferindo na cobertura do solo e na competição com outras plantas (SEVERINO et al., 2004). Para a variável, observaram-se diferenças entre os biótipos, em que o biótipo 2 apresentou o maior valor de AF (tab.5), possivelmente devido às diferenças constatadas no tamanho e número de folhas entre os biótipos.

Com relação à RAF, as diferenças entre os biótipos ocorreram apenas na primeira avaliação (10 DAE), quando o biótipo 105 foi superior (tab.6). Quanto mais elevada for a RAF, maior será a capacidade da planta interceptar energia luminosa e sombrear as demais (FERREIRA et al., 2008a) e, conseqüentemente, mostrar maior potencial competitivo.

Tabela 6 – Matéria seca da parte aérea (MSPA), total (MST) e razão da área foliar (RAF) de biótipos de *Euphorbia heterophylla* (2 e 105), em resposta a época de avaliação. FAEM/UFPEL, Capão do Leão/RS, 2010

DAE ²	MSPA		MST		RAF	
	Biótipo					
	2	105	2	105	2	105
10	0,03 a ¹	0,02 a	0,03 a	0,03 a	311,18 b	359,93 a
20	0,24 a	0,20 a	0,31 a	0,26 a	248,12 a	259,06 a
30	2,24 a	1,99 a	2,46 a	2,16 a	168,42 a	198,19 a
40	7,81 a	5,79 a	8,62 a	6,45 a	162,54 a	196,79 a
50	19,06 a	15,02 b	20,81 a	16,93 b	129,36 a	136,78 a
60	26,50 a	23,64 a	28,51 a	25,79 a	103,28 a	101,41 a
70	29,32 a	26,06 b	31,39 a	28,09 b	92,34 a	90,79 a
CV (%)	11		10		10	

¹ Médias seguidas por mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de tukey ($p \leq 0,05$);

² Dias após a emergência.

Ao longo do ciclo da planta, observou-se decréscimo nos valores da RAF (Fig. 17), possivelmente devido à interferência de folhas superiores sobre as inferiores (auto-sombreamento) (BRIGHENTI et al., 1993), além da formação de estruturas vegetativas ou reprodutivas que representam drenos competitivos, como flores, frutos e sementes (BENINCASA, 2003), reduzindo, assim, a partição de fotoassimilados para as folhas, em relação à matéria seca total.

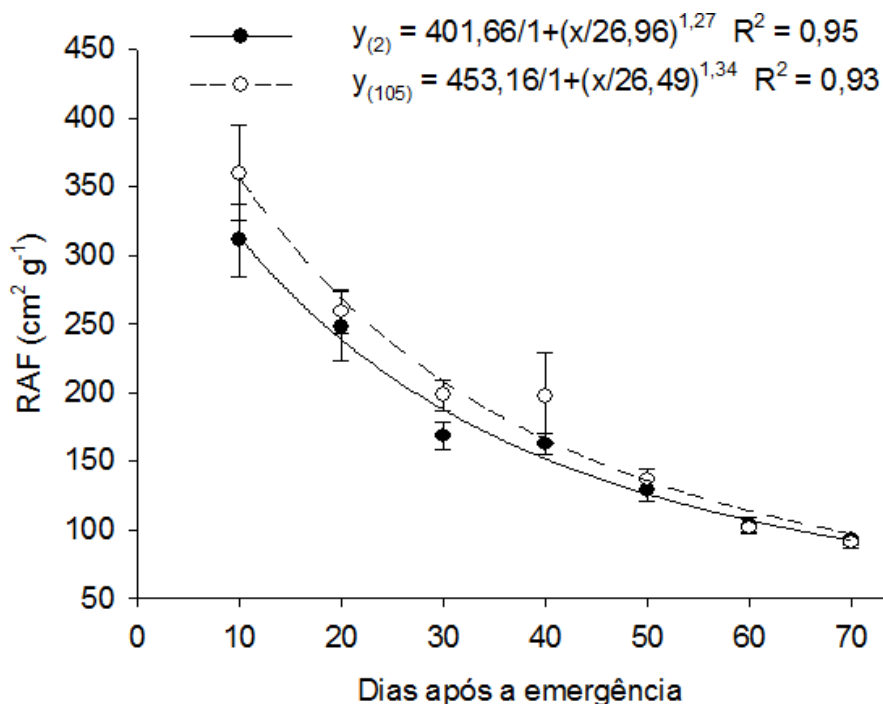


Figura 17 – Razão da área foliar (RAF) de biótipos de *Euphorbia heterophylla* (2 e 105), avaliada dos 10 aos 70 dias após a emergência. FAEM/UFPEL, Capão do Leão/RS, 2010. Os pontos representam os valores médios das repetições e as barras, os respectivos intervalos de confiança da média.

Com relação à MSPA e à MST, as diferenças entre os biótipos ocorreram aos 50 e 70 DAE, quando o Biótipo 2 apresentou os maiores valores (tab.6). Esses resultados possivelmente se relacionam ao maior número de ramificações emitidas por este biótipo. A produção de matéria seca foi crescente e sigmoideal com o período de sobrevivência das plantas (Fig. 18). Observa-se, ainda, que a distribuição da matéria seca nas diferentes partes constituintes das plantas se deve ao processo fisiológico da translocação dos fotoassimilados ao longo do ciclo da planta (AGUILERA; FERREIRA; CECOM, 2004).

A habilidade de uma espécie em acumular fitomassa é uma das características que determina sua competitividade (CARVALHO et al., 2005). Trabalho conduzido com biótipos de *Lolium multiflorum* evidenciou haver maior produção de matéria seca em biótipos suscetíveis, em relação aos resistentes ao glyphosate (VARGAS et al., 2005), além de expressarem menor tendência de reduzir a matéria seca com o aumento da densidade de plantas (FERREIRA et al., 2008b), indicando maior capacidade daqueles em comparação com aos resistentes. Dessa forma, é provável que em condições de competição em áreas com infestações mistas destes biótipos, em estágio avançado, o Biótipo 2 seja mais

competitivo que o Biótipo 105. Este fato gera preocupação, uma vez que o controle não seja efetuado no estágio vegetativo adequado, o que favorecem biótipos mais tolerantes ao herbicida glyphosate.

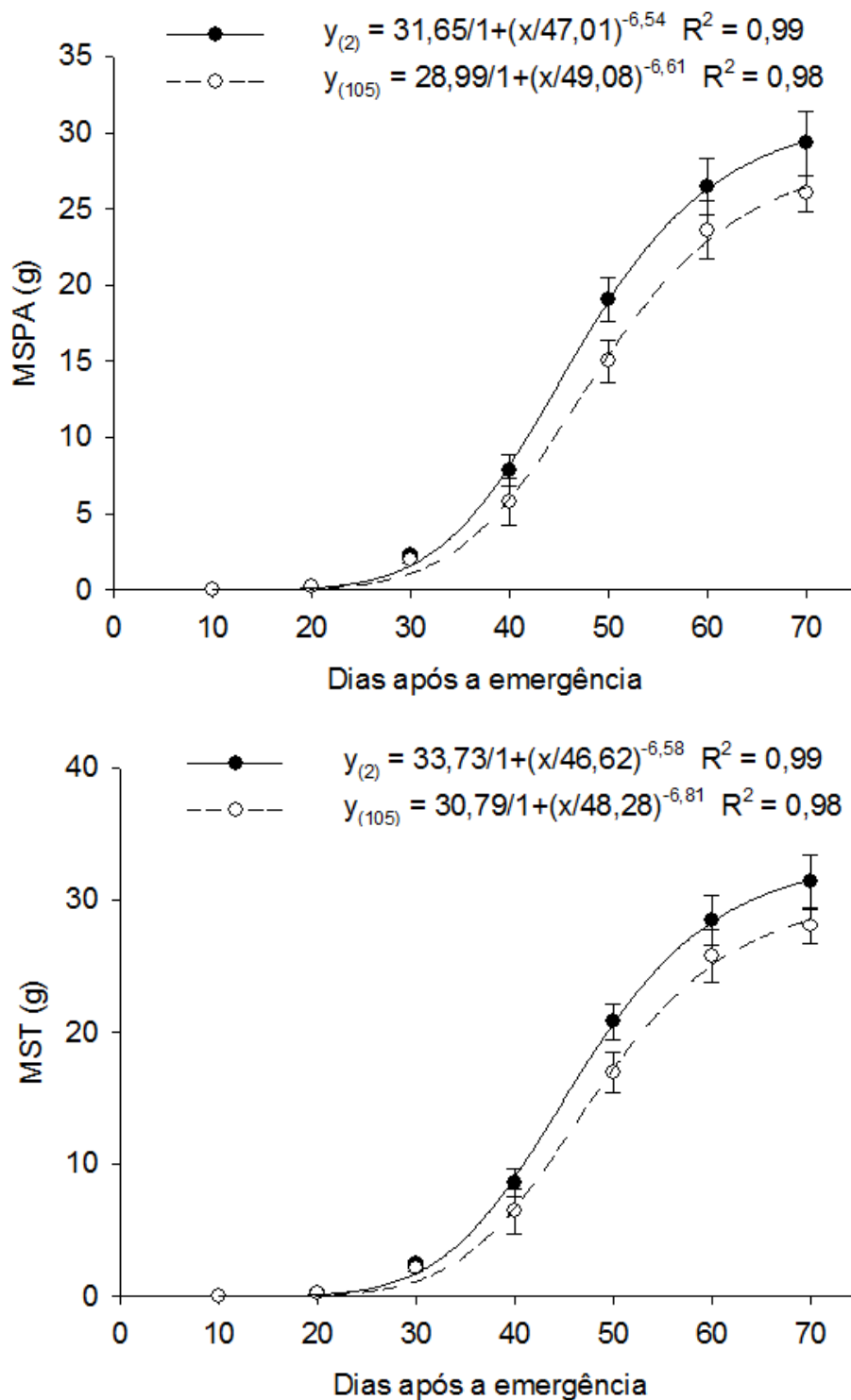


Figura 18 – Matéria seca da parte aérea (MSPA) e total (MST) de biótipos de *Euphorbia heterophylla* (2 e 105), avaliada dos 10 à 70 dias após a emergência. FAEM/UFPeI, Capão do Leão/RS, 2010. Os pontos representam os valores médios das repetições e as barras, os respectivos intervalos de confiança da média.

Com relação à MSR, verificou-se que o crescimento de raízes foi extremamente alto entre 35 e 50 DAE (Fig. 19). Esse fato é importante para definir e expressar o potencial competitivo da espécie, uma vez que a competição subsuperficial entre plantas daninhas e/ou cultivadas pode ocorrer antes mesmo da competição por luz na parte aérea (BINGHAM, 1995).

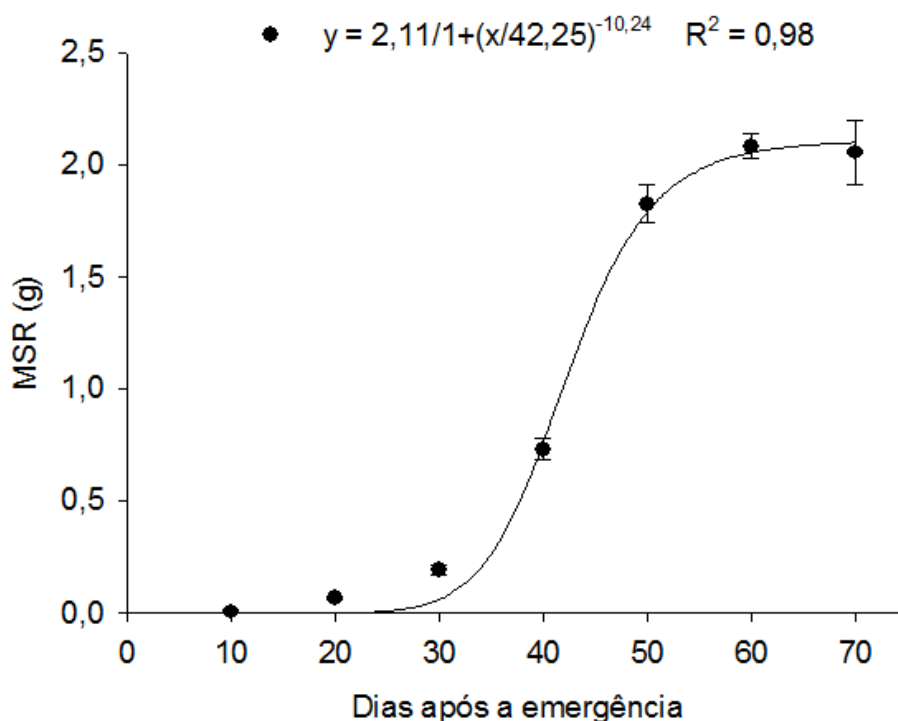


Figura 19 – Matéria seca radicular (MSR) de biótipos de *Euphorbia heterophylla* (2 e 105), avaliada dos 10 à 70 dias após a emergência. FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2010. Os pontos representam os valores médios das repetições e as barras, os respectivos intervalos de confiança da média.

Para a variável TC, no início do ciclo a taxa apresentou-se relativamente estável, após aos 30 DAE ocorreu um rápido aumento, atingindo os maiores valores próximo aos 50 DAE, decrescendo rapidamente após este pico, o que pode decorrer do processo de senescência da planta (Fig. 20). Esses resultados confirmam haver rápido crescimento inicial da espécie (KISSMANN; GROTH, 1999), o que leva à rápida ocupação do espaço, incrementando sua vantagem competitiva (VIDAL; TREZZI, 2000).

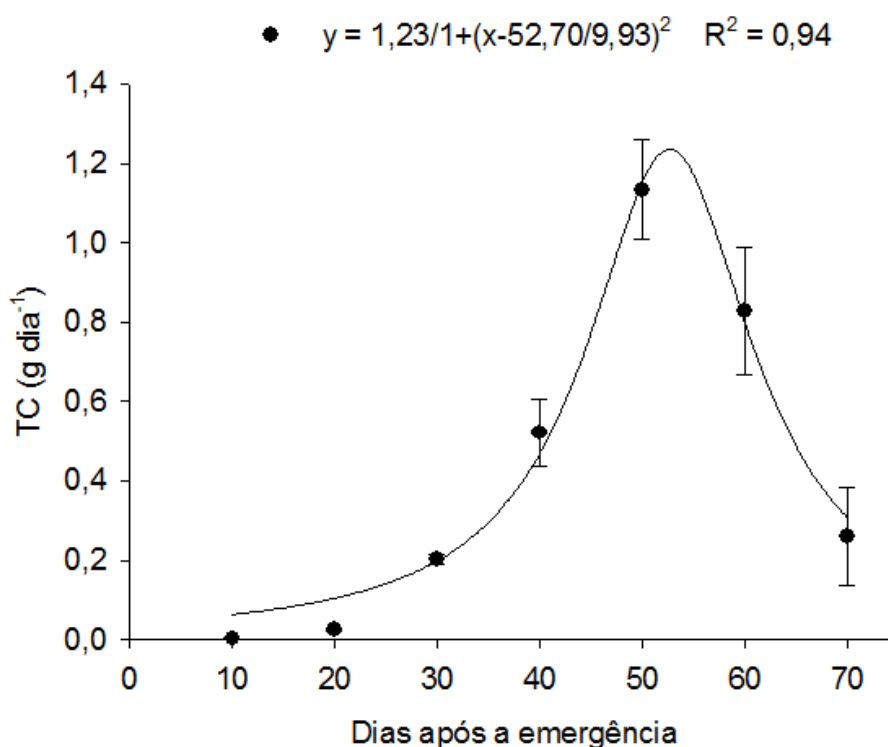


Figura 20 – Taxa de crescimento (TC) média de dois biótipos de *Euphorbia heterophylla* (2 e 105), avaliada dos 10 aos 70 dias após a emergência. FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2010. Os pontos representam os valores médios das repetições entre biótipos e as barras, os respectivos intervalos de confiança da média.

A TC representa a projeção do acúmulo da MST em termos da diferença de matéria existente em função do tempo (CARVALHO et al., 2005). Assim, o máximo crescimento é refletido na curva de acúmulo de matéria seca total como o ponto de inflexão (*b*), sendo 53 DAE para os biótipos (Fig. 20). O máximo crescimento dos biótipos possivelmente esteja relacionado ao início do processo reprodutivo.

Em decorrência dos resultados obtidos, verifica-se que, em geral, o Biótipo 2 apresenta valor adaptativo superior ao Biótipo 105. Infere-se, então, que pode haver vantagem adaptativa de biótipos mais tolerantes ao glyphosate. Em trabalho que aplicou análise de crescimento em biótipos de leiteira resistentes e suscetíveis ao herbicida imazethapyr, não foi possível estabelecer uma relação confiável entre as características genéticas e morfológicas com a resistência ao herbicida (AMARAL, 2006). Entretanto, estudo que comparou biótipos de leiteira com resistência simultânea aos inibidores de ALS e de PROTOX com biótipos resistentes apenas a ALS, indicou que esses apresentaram maior número de ramificações por planta, apontando vantagem adaptativa em áreas onde houver infestações mistas destes

biótipos (TREZZI et al., 2009). Portanto, há necessidade de se desenvolverem novos trabalhos, comparando número maior de biótipos, quanto às características fisiológicas, genéticas e bioquímicas, com intuito de esclarecer melhor as possíveis relações entre tais características e sua resposta aos herbicidas, especialmente ao glyphosate, eliminando-se a possível influência do local de origem dos biótipos nos resultados.

4.4 Conclusão

O biótipo de leiteira com maior tolerância ao herbicida glyphosate, em geral, apresenta valor adaptativo superior ao do biótipo suscetível.

5 CONCLUSÕES

Os biótipos de leiteira avaliados não são resistentes ao herbicida glyphosate; porém alguns apresentam níveis diferenciais de tolerância ao herbicida.

Práticas de manejo adotadas pela maioria dos produtores avaliados como uso de sub doses do glyphosate, utilização intensiva desse herbicida, ausência de rotação de culturas favorecem falhas no controle de leiteira pelo herbicida glyphosate em soja.

A dose do herbicida glyphosate normalmente utilizada em soja RR (720g e.a. ha⁻¹) é suficiente para controlar biótipos com maior tolerância ao herbicida, desde que aplicado em estágio de quatro folhas da leiteira.

O biótipo de leiteira com maior tolerância ao herbicida glyphosate, em geral, apresenta valor adaptativo superior ao do biótipo suscetível.

6 REFERÊNCIAS

ADEGAS, F.; GAZZIERO, D. **Group G/9 resistant sourgrass (*Digitaria insularis*)**. 2008. Disponível em: <<http://www.weedscience.org/Case/Case.asp?ResistID=5350>>. Acesso em: 20 ago. 2008.

AGROFIT. Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 13 jan. 2010.

AGUILERA, D.B.; FERREIRA, F.A.; CECON, P.R. Crescimento de *Siegesbeckia orientalis* sob diferentes condições de luminosidade. **Planta Daninha**, v.22, n.1, p.43-51, 2004.

AMARAL, André Luís. **Estudos genéticos e morfológicos de biótipos resistentes e suscetíveis de *Euphorbia heterophylla* L. (amendoim-bravo), Brasil**. 2006. 51f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias do Campus de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

ANDRES, A.; CONCENÇO, G.; MELO, P.T.B.S.; SCHMIDT, M.; RESENDE, R.G. Detecção da resistência de capim-arroz (*Echinochloa* spp.) ao herbicida quinclorac em regiões orizícolas do sul do Brasil. **Planta Daninha**, v.25, n.1, p.221-226, 2007.

BARROSO, Graziela Maciel. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1984. 377p.

BENINCASA, Margarida Maria Pereira. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: Funep, 2003. 41p.

BIANCHI, Mario Antonio. Manejo integrado de plantas daninhas no sistema plantio direto. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE MANEJO E CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS EM PLANTIO DIRETO, 1., 1998, Passo Fundo. **Palestras...** Passo Fundo: Aldeia Norte, 1998. p.108-118.

BIANCHI, M. A.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; GALLI, A.; MOREIRA, M.S.; NICOLAI, M.; RIZZARDI, M.; ROMAN, E.S.; VARGAS, L. **Group G/9 resistant hairy fleabane (*Conyza bonariensis*)**. 2005. Disponível em:

<<http://www.weedscience.org/Case/Case.asp?ResistID=5264>>. Acesso em: 05 mar. 2009.

BIANCHI, M.A.; VARGAS, L.; RIZZARDI, M.A. Manejo e controle de plantas daninhas resistentes ao glyphosate no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 26., 2008, Ouro Preto. **Palestras...** Ouro Preto: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2008. p.223-231.

BRADSHAW, L.D.; PADGETTE, S.R.; KIMBAL, S.L.; WELLS, B.H. Perspective of glyphosate resistance. **Weed Technology**, v.11, n.1, p.189-198, 1997.

BRIGHENTI, A.M.; SILVA, J.F.; LOPES, N.F.; CARDOSO, A.A.; FERREIRA, L.R. Crescimento e partição de assimilados em losna. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.5, n.1, p.41-45, 1993.

BURNSIDE, Orvin. Rationale for developing herbicide-resistant crops. **Weed Technology**, v.6, n.3, p.621-625, 1992.

CARVALHO, S.J.P. de; MOREIRA, M.S.; NICOLAI, M.; OVEJERO, R.F.L.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; MEDEIROS, D. Crescimento e desenvolvimento da planta daninha capim-camalote. **Bragantia**, v.64, n.4, p.591-600, 2005.

CHRISTOFFOLETI, Pedro Jacob. Análise comparativa do crescimento de picão-preto (*Bidens pilosa*) resistente e suscetível aos herbicidas inibidores da ALS. **Planta Daninha**, v.19, n.1, p.75-83, 2001.

CHRISTOFFOLETI, P.J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. Principais aspectos da resistência de plantas daninhas ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, v.21, n.3, p.507-515, 2003.

CHRISTOFFOLETI, P.J.; LÓPEZ-OVEJERO, R.; NICOLAI, M.; VARGAS, L.; CARVALHO, S.J.P.; CAETANEO, A.C.; CARVALHO, J.C.; MOREIRA, M.S. **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. Piracicaba: Associação Brasileira de Ação a Resistência de Plantas aos Herbicidas, 2008. 120p.

CHRISTOFFOLETI, P.J.; VICTORIA FILHO, R.; SILVA, C.B. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas. **Planta Daninha**, v.12, n.1, p.13-20, 1994.

CHRISTOFFOLETI, P.J.; WESTRA, P.; MOORE III, F. Growth analyses of sulfonylurea-resistant and susceptible kochia (*Kochia scoparia*). **Weed Science**, v.45, n.5, p.691-695, 1997.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento) – Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/estudo_safra.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2009.

DIAS, N.M.P.; REGITANO, J.B.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; TORNISIELO, V.L. Absorção e translocação do herbicida diuron por espécies suscetível e tolerante de capim-colchão (*Digitaria* spp.). **Planta Daninha**, v.21, n.2, p.293-300, 2003.

FERREIRA, E.A.; CONCENÇO, G.; ASPIAZU, I.; SILVA, A.A.; GALON, L.; SILVA, A.F.; FERREIRA, F.A.; NOLDIN, J.A. Crescimento de biótipos de capim-arroz em condição de competição. **Planta Daninha**, v.26, n.4, p.799-805, 2008a.

FERREIRA, E.A.; CONCENÇO, G.; SILVA, A.A.; REIS, M.R.; VARGAS, L.; VIANA, R.G.; GUIMARÃES, A.A.; GALON, L. Potencial competitivo de biótipos de azevém (*Lolium multiflorum*). **Planta Daninha**, v.26, n.2, p.261-269, 2008b.

FERREIRA, E.A.; GALON, L.; ASPIAZU, I.; SILVA, A.A.; CONCENÇO, G.; SILVA, A.F.; OLIVEIRA, J.A.; VARGAS, L. Glyphosate translocation in hairy flebane (*Conyza bonariensis*) biotypes. **Planta Daninha**, v.26, n.3, p.637-643, 2008c.

FERREIRA, E.A.; PROCÓPIO, S.O.; SILVA, E.A.M.; SILVA, A.A.; RUFINO, R.J.N. Estudos anatômicos de folhas de espécies de plantas daninhas de grande ocorrência no Brasil. IV - *Amaranthus deflexus*, *Amaranthus spinosus*, *Alternanthera tenella* e *Euphorbia heterophylla*. **Planta Daninha**, v.21, n.2, p.263-271, 2003.

FLECK, N.G.; LAZAROTO, C.A.; SCHAEGLER, C.E.; FERREIRA, F.B. Controle de papuã (*Brachiaria plantaginea*) em soja em função da dose e da época de aplicação do herbicida clethodim. **Planta Daninha**, v.26, n.2, p.375-383, 2008.

FRANS, R.; TALBERT, R.; MARX, D.; CROWLEY, H. Experimental design and techniques for measuring and analysing plant responses to weed control practices. In: CAMPER, N.D. (Ed.) **Research methods in weed science**. 3 ed. Champaign: Southern Weed Science Society, 1986. 37p.

FRANZ, J.E.; MAO, M.K.; SIKORSKI, J.A. **Glyphosate: A unique global herbicide**. Washington DC: American Chemical Society Monograph 189, 1997. 653p.

GALON, L.; FERREIRA, E.A.; CONCENÇO, G.; SILVA, A.A. da; VARGAS, L. Tolerância de culturas e plantas daninhas a herbicidas. In: AGOSTINETTO, D.; VARGAS, L. (Eds.) **Resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil**. Passo Fundo: Berthier, 2009. p.37-74.

GAZZIERO, Dionísio Luiz Pisa. **As plantas daninhas e soja resistente ao glyphosate no Brasil**. 2005. Disponível em: <http://www.inia.org.uy/estaciones/la_estanzuela/webseminariomalezas/articulos/gazzierodionisio.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2008.

GAZZIERO, D.L.P.; BRIGHENTI, A.M.; MACIEL, C.D.G.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; ADEGAS, F.S.; VOLL, E. Resistência de amendoim-bravo aos herbicidas inibidores da enzima ALS. **Planta Daninha**, v.16, n.2, p.117-125, 1998.

GAZZIERO, D.L.P.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; VARGAS, L.; KRUSE, N.D.; GALLI, A.J.B.; TREZZI, M.M. Critérios para relatos oficiais estatísticos de biótipos de plantas

daninhas resistentes a herbicidas. In: AGOSTINETTO, D.; VARGAS, L. (Eds.) **Resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil**. Passo Fundo: Berthier, 2009. p.91-101.

GEOLIVRE. Mapas temáticos RS. Disponível em: <<http://www.geolivres.gov.br/>>. Acesso em: 03 abr. 2008.

GRESSEL, Jonathan. Synergizing herbicides. **Reviews of Weed Science**, v.5, p.49-82, 1990.

HALL, L.M.; STROME, K.M.; HORSMAN, G.P. Resistance to acetolactate synthase inhibitors and quinclorac in a biotype of false clover (*Gallium spurium*). **Weed Science**, v.46, n.1, p.390-396, 1998.

HARTWING, I.; BERTAN, I.; GALON, L.; NOLDIN, J.A.; CONCENÇO, G.; SILVA, A.F.; ASPIAZÚ, I.; FERREIRA, E.A. Tolerância de trigo (*Triticum aestivum*) e aveia (*Avena sp.*) a herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS). **Planta Daninha**, v.26, n.2, p.361-368, 2008.

HARTZLER, B.; BOERBOOM, C. **Understanding glyphosate to increase performance**. Iowa: Academic Press, 2006. 08p.

HEAP, Ian. **Internacional survey of herbicide resistant weeds**. Disponível em: <www.weedscience.org>. Acesso em: 15 mar. 2010.

HOLT, R.D.; HOCHBERG, M.E. When is biological control evolutionary stable (or is it?). **Ecology**, v.78, n.14, p.1673-1683, 1997.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) – Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/defaulttab.sh>>. Acesso em: 02 dez. 2009.

JASIENIUK, M.; BRÛLÉ-BABEL, A.L.; MORRISON, I.N. The evolution and genetics of herbicide resistance in weeds. **Weed Science**, v.44, n.2, p.176-193, 1996.

KAWAGUCHI, I.T.; GALLI, J.B. Avaliação da eficácia do MON 14445 quando em mistura com inseticidas no controle de uma comunidade de plantas infestantes na cultura da soja RR. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23., Gramado. **Anais...** Gramado: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2002. p.220.

KISSMANN, K.G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. Tomo II. 2 ed. São Paulo: Basf Brasileira, 1999. 978p.

KOGER, C.H.; POSTON, D.H.; HAYES, R.M.; MONTGOMERY, R.F. Glyphosate-resistant horseweed (*Conyza canadensis*) in Mississippi. **Weed Technology**, v.18, n.3, p.820-825, 2004.

KRUSE, Nelson Diehl. **Análise da associação de metribuzin e clomazone como modelo para o estudo do sinergismo entre herbicidas, Brasil**. 2002. 148f. Tese

(Doutorado em Fitotecnia)-Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

LAMEGO, F.P.; VIDAL, R.A. Resistência ao glyphosate em biótipos de *Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis* no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Planta Daninha**, v.26, n.2, p.467-471, 2008.

LAZAROTO, C.A.; FLECK, N.G.; VIDAL, R.A. Biologia e ecofisiologia de buva (*Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis*). **Ciência Rural**, v.38, n.3, p.852-860, 2008.

LÓPEZ-OVEJERO, Ramiro Fernando. **Resistência de populações da planta daninha *Digitaria ciliaris* (Retz.) Koel. a herbicidas inibidores da acetil coenzima A carboxilase (ACCase), Brasil**. 2006.102f. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

LORENZI, Harri. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. 640p.

MAGALHÃES, Antonio Celso Novaes de. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI, M.G. (Ed.) **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EPU, 1985. p.333-350.

MAROCHI, A.I.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; TRENTIN, R.; GALLI, A.J.B.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F. **Sistemas de manejo para controle de biótipos resistentes de azevém (*Lolium multiflorum* Lam) através de rotação com cobertura verde de ervilhaca (*Vicia sativa*) e herbicidas**. 2004. Disponível em: <<http://www.monsanto.com.br/produtos/biotecnologia/estudos/pdf/xxivcongresso/495.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2010.

MAROCHI, A.I.; GALLI, A.J.B.; TRENTIN, R.; TOCHETTO, S. Estudo de doses de glifosato em pós-emergência da soja Roundup Ready[®], em áreas consideradas com problemas de controle de *Euphorbia heterophylla* no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 26., 2008, Ouro Preto. **Resumos...** Ouro Preto, 2008. Disponível em: <<http://www.sbcpd.org/Congresso/default.asp>>. Acesso em: 15 jan. 2010.

MARUCCI, Rosângela. **A rotação de culturas como ferramenta ao controle de pragas agrícolas**. 2007. Disponível em: <<http://www.rehagro.com.br/siterehagro/publicacao.do?cdnoticia=1389>>. Acesso em: 10 jan. 2010.

MAXWELL, B.D.; ROUSH, M.L.; RADOSEVICH, J.R. Predicting the evolution and dynamics of herbicide resistance in weed populations. **Weed Technology**, v.4, n.1, p.2-13, 1990.

MONQUERO, Patrícia Andrea. **Dinâmica populacional e mecanismos de tolerância de espécies de plantas daninhas ao herbicida glyphosate, Brasil**. 2003. 99f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MONQUERO, P.A.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Dinâmica do banco de sementes em áreas com aplicação freqüente do herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, v.21, n.1, p.63-69, 2003.

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.

MOREIRA, M.S.; NICOLAI, M.; CARVALHO, S.J.P.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Resistência de *Conyza canadensis* e *C. bonariensis* ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, v.25, n.1, p.157-164, 2007.

OWEN, Michael. World maize/soybean herbicide resistance. In: POWLES, S.B.; SHANER, D.L. (Eds.) **Herbicide resistance and world grains**. Boca Raton: CRC, 2001. p.101-164.

PEREZ, A.; KOGAN, M. Glyphosate-resistant *Lolium multiflorum* in chilean orchards. **Weed Research**, v.43, n.1, p.12-19, 2003.

PETTER, F.A.; PROCÓPIO, S.O.; CARGNELUTTI FILHO, A.; BARROSO, A.L.L.; PACHECO, L.P. Manejo de herbicidas na cultura da soja Roundup Ready®. **Planta Daninha**, v.25, n.3, p.557-566, 2007a.

PETTER, F.A.; PROCÓPIO, S.O.; CARGNELUTTI FILHO, A.; BARROSO, A.L.L.; PACHECO, L.P.; BUENO, A.F. Associações entre o herbicida glyphosate e inseticidas na cultura da soja Roundup Ready®. **Planta Daninha**, v.25, n.2, p.389-398, 2007b.

PITELLI, Robinson Antonio. Weed-soybean interference studies in Brazil. In: COPPING, L.G.; GREEN, M.B.; REES, R.T. (Eds.) **Pest management in soybean**. London: Elsevier Publishers, 1992. p.282-289.

PONCHIO, João Adolfo de Rezende. **Resistência de *Bidens pilosa* L. aos herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase, Brasil**. 1997. 138f. Tese (Doutorando em Fitotecnia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PONTES, L.S.; NABINGER, C.; FACCIO CARVALHO, P.C. de; TRINDADE, J.K. da; MONTARDO, D.P.; SANTOS, R.J. dos. Variáveis morfogênicas e estruturais de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejado em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.814-820, 2003.

POWLES, S.B.; HOLTUM, J.A.M. **Herbicide resistance in plants: biology and biochemistry**. Boca Raton: Lewis Publishers, 1994. 353p.

POWLES, S.B.; PRESTON, C. Evolved glyphosate resistance in plants: biochemical and genetic basis of resistance. **Weed Technology**, v.20, n.2, p.282-289, 2006.

PRADO, R.D.; RUIZ-SANTAELLA, J.P.; VIDAL, R. **Multiple resistant wild poinsettia (*Euphorbia heterophylla*)**. 2006. Disponível em: <<http://www.weedscience.org/Case/Case.asp?ResistID=5318>>. Acesso em: 10 jan. 2010.

RAMOS, H.H.; ARAÚJO, D. **Preparo da calda e sua interferência na eficácia de agrotóxicos**. Disponível em: <<http://www.infobibos.com/Artigos/2006>>. Acesso em: 27 out. 2009.

RIZZARDI, M.A.; ROMAN, E.S.; BOROWSKI, D.Z.; MARCON, R. Interferência de populações de *Euphorbia heterophylla* e *Ipomoea ramosissima* isoladas ou em misturas sobre a cultura de soja. **Planta Daninha**, v.22, n.1, p.29-34, 2004.

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

SANCHOTENE, D.M.; DORNELLES, S.B.; PERINI, F.L.; GONÇALVES, R.A.; ESTEVO, A.P. Manejo químico de plantas daninhas tolerantes ao glyphosate na cultura da soja. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, v.15, n.2, p.77-84. 2008.

SANTOS, I.C.; SILVA, A.A.; FERREIRA, F.A.; MIRANDA, G.V.; PINHEIRO, R.A.N. Eficiência de glyphosate no controle de *Commelina benghalensis* e *Commelina diffusa*. **Planta Daninha**, v.19, n.1, p.135-143, 2001.

SANTOS, J.B.; PROCOPIO, S.O.; SILVA, A.A.; COSTA, L.C. Production and qualitative characteristics of weed seeds. **Planta Daninha**, v.20, n.2, p.237-241, 2002.

SAS – Institute Statistical Analysis System. **User's guide**. Version 6. 4 ed. North Caroline: SAS Institute, 1989. 846p.

SEVERINO, L.S.; CARDOSO, G.D.; VALE, L.S.; SANTOS, J.W. Método para determinação da área foliar da mamoneira. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v.8, n.1, p.753-762, 2004.

SIGMAPLOT – **Scientific Graphing Software**. Version 10.0, 2007.

SILVA, Alexandre Ferreira da. **Interferência de plantas daninhas no desenvolvimento da soja resistente ao glyphosate, Brasil**. 2008. 67f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

STREIBIG, Jens Carl. Herbicide bioassay. **Weed Research**, v.28, n.6, p.479-484, 1988.

TARDIF, F.J.; RAJCAN, I.; COSTEA, M.A. A mutation in the herbicide target side acetohydroxyacid synthase produces morphological and structural alterations and reduces fitness in *Amaranthus powellii*. **New Phytologist**, v.169, n.2, p.251-264, 2006.

TREZZI, M.M.; FELIPPI, C.L.; MATTEI, D.; SILVA, H.L.; NUNES, A.L.; DEBASTIANI, C.; VIDAL, R.A. Multiple resistance of acetolactate synthase and protoporphyrinogen oxidase inhibitors in *Euphorbia heterophylla* biotypes. **Journal of Environmental Science and Health**, v.40, n.1, p.1-9, 2005.

TREZZI, M.M.; PORTES, E.D.S.; SILVA, H.L.; GUSTMAN, M.S.; SILVA, R.P. da; FRANCHIN, E. Características morfofisiológicas de biótipos de *Euphorbia heterophylla* com resistência a diferentes mecanismos de ação herbicida. **Planta Daninha**, v.27, n.especial, p.1075-1082, 2009.

TREZZI, M.M.; VIDAL, R.A.; KRUSE, N.D.; NUNES, A.L. Bioensaios para identificação de biótipos de *Euphorbia heterophylla* com resistência múltipla a inibidores da ALS e da PROTOX. **Planta Daninha**, v.24, n.3, p.563-571, 2006a.

TREZZI, M.M.; VIDAL, R.A.; MATTEI, D.; SILVA, H.L.; CARNIELETO, C.E.; GUSTMANN, M.S.; VIOLA, R.; MACHADO, A. Efeitos de resíduos da parte aérea de sorgo, milho e aveia na emergência e no desenvolvimento de plântulas de leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) resistentes a inibidores da ALS. **Planta Daninha**, v.24, n.3, p.443-450, 2006b.

VARGAS, L.; AGOSTINETTO, D.; TOLEDO, R.E.; PAULA, J.M de. Herbicidas alternativos para manejo de buva resistente ao glyphosate. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GLYPHOSATE, 1., 2007, Botucatu. **Trabalhos Científicos...** Botucatu: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2007a. p.90-92.

VARGAS, L.; BIANCHI, M.A.; RIZZARDI, M.A.; AGOSTINETTO, D.; DAL MAGRO, T. Buva (*Conyza bonariensis*) resistente ao glyphosate na região sul do Brasil. **Planta Daninha**, v.25, n.3, p.573-578, 2007b.

VARGAS, L.; BOREM, A.; SILVA, A.A. da. Técnica de cruzamentos controlados em *Euphorbia heterophylla* L. **Bragantia**, v.58, n.1, p.23-27, 1999.

VARGAS, L.; GAZZIERO, D. **Seleção de plantas daninhas tolerantes e resistentes ao glyphosate**. 2007. Disponível em: <<http://www.agrolink.com.br/downloads/GlifosatoeselecaopeciesCongressomilho.PDF>>. Acesso em: 10 dez. 2009.

VARGAS, L.; ROMAN, E.S. **Resistência de plantas daninhas a herbicidas: conceitos, origem e evolução**: Passo Fundo, 2006. (Embrapa Trigo. Documentos online, 58). Disponível em: <<http://www.cnpt.embrapa.br/biblio>>. Acesso em: 27 abr. 2008.

VARGAS, L.; ROMAN, E.S.; RIZZARDI, M.A.; SILVA, V.C. Alteração das características biológicas dos biótipos de azevém (*Lolium multiflorum*) ocasionada pela resistência ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, v.23, n.1, p.153-160, 2005.

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**, v.22, n.4, p.617-622, 2004.

VARGAS, L.; SILVA, A.A. da. Resistência de *Euphorbia heterophylla* a herbicidas inibidores da ALS. In: AGOSTINETTO, D.; VARGAS, L. (Eds.) **Resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil**. Passo Fundo: Berthier, 2009. p.143-174.

VARGAS, L.; SILVA, A.A. da.; AGOSTINETTO, D.; GAZZIERO, D. Resistência de Plantas Daninhas a Herbicidas. In: AGOSTINETTO, D.; VARGAS, L. (Eds.) **Resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil**. Passo Fundo: Berthier, 2009. p.09-36.

VIDAL, R.A.; FLECK, N.G. Análise de risco da ocorrência de biótipos de plantas daninhas resistentes aos herbicidas. **Planta Daninha**, v.15, n.2, p.152-161, 1997.

VIDAL, R.A.; MEROTTO JÚNIOR, A. Resistência de amendoim bravo (*Euphorbia heterophylla* L.) aos herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase. **Planta Daninha**, v.17, n.3, p.367-373, 1999.

VIDAL, R.A.; TREZZI, M.M. Análise de crescimento de biótipos de leiteira (*Euphorbia heterophylla*) resistentes e suscetível aos herbicidas inibidores da ALS. **Planta Daninha**, v.18, n.3, p.427-433, 2000.

VIDAL, R.A.; TREZZI, M.M.; PRADO, R. de; RUIZ-SANTAELLA, J.P.; VILA-AIUB, M. Glyphosate resistant biotypes of wild poinsettia (*Euphorbia heterophylla* L.) and its risk analysis on glyphosate-tolerant soybeans. **International Journal of Food, Agriculture and Environment**, v.5, n.2, p.265-269, 2007.

VOLL, E.; GAZZIERO, D.L.P.; BRIGHENTI, A.A.M.; ADEGAS, F.S. Competição relativa de espécies de plantas daninhas com dois cultivares de soja. **Planta Daninha**, v.20, n.1, p.17-24, 2002.

YAMADA, Tsuioshi. "Blueprint" para maximizar a produção de soja. **Informações Agronômicas**, v.19, p.1-4, 1982. Disponível em: <[http://www.ipni.org.br/ppiweb/brazil.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/b5ab0b43bc6f1a48032571e1003e6760/\\$FILE/Page1-4-19.pdf](http://www.ipni.org.br/ppiweb/brazil.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/b5ab0b43bc6f1a48032571e1003e6760/$FILE/Page1-4-19.pdf)>. Acesso em: 2 set. 2008.

7 APÊNDICES

Apêndice A – Identificação das amostras utilizadas no experimento para avaliação de resistência a glyphosate. FAEM/UFPeI, Capão do Leão/RS, 2008

Código	Município	Localidade	Coordenadas geográficas		Cooperativa
			Latitude	Longitude	
1	Jóia	B. de Palma			Agropan
2	Tupanciretã	Espinilho Grande			Agropan
3	Capão B. do Sul	Estrada Esmeralda-Capão			Camila
4	Capão B. do Sul	Município-Sede	28°08'16"	51°22'36"	Camila
5	Esmeralda	Rincão			Camila
6	Lagoa Vermelha	Estância	27°59'29"	51°27'57"	Camila
7	Lagoa Vermelha	Limeira	28°02'35"	51°26'57"	Camila
8	Lagoa Vermelha	S. Joaquim	27°57'34"	51°22'44"	Camila
9	Lagoa Vermelha	Santa Luzia			Camila
10	Lagoa Vermelha	Pontão	28°02'35"	51°26'56"	Camila
11	Nova Palma	São Francisco	29°26'14"	53°26'49"	Camnpal
12	Restinga Seca	São Sebastião	29°43'59"	53°27'11"	Camnpal
13	Restinga Seca	São Rafael	29°40'14"	53°26'20"	Camnpal
14	Mormaço	Mormaço	28°40'51"	52°40'55"	Coagrisol
15	Mormaço	Sto Antônio	28°38'34"	52°38'36"	Coagrisol
16	Mormaço	Mormaço	28°40'40"	52°40'47"	Coagrisol
17	Mormaço	Santo Antonio Jacuí	28°39'02"	52°39'51"	Coagrisol
18	Mormaço	São Luiz	28°39'33"	52°38'11"	Coagrisol
19	São Luiz Gonzaga	São Lourenço	28°17'47"	54°25'59"	Coopatrigo
20	Giruí	Rincão dos Mineiros	27°59'16"	54°20'57"	Coopermil
21	Tupandi	Sta. Lucia	27°44'29"	54°35'10"	Coopermil
22	Cerro Largo	Vila São Francisco	28°01'47"	54°28'50"	Cooperoque
23	Salvador das Missões	Vila Santa Catarina	28°03'35"	54°29'32"	Cooperoque
24	Salvador das Missões	Sede	28°03'59"	54°30'28"	Cooperoque
25	Lagoa Vermelha		28°23'57"	51°29'45"	Coopibi
26	Ibiraiaras	N.S. Lurdes	28°24'09"	51°40'35"	Coopibi
27	Ibiraiaras	Turvo	28°14'25"	51°18'42"	Coopibi
28	Campinas do Sul	Linha Santa Catarina	27°41'48"	52°36'56"	Cotrel
29	Campinas do Sul	Linha Crédula	27°42'03"	52°40'21"	Cotrel
30	Campinas do Sul	Linha São Cristovão	27°42'46"	52°35'46"	Cotrel
31	Viadutos	Lambari			Cotrel
32	Viadutos	Lambari			Cotrel
33	Viadutos	Lambari			Cotrel
34	Ibirubá	Esquina João Carlos			Cotribá
35	Ibirubá	Santo Ant. B. Remo			Cotribá
36	Ibirubá	Alfredo Brenner			Cotribá
37	Santa Bárbara	Pinheirinho			Cotribá
38	Campo Novo	Área demonstrativa	27°40'44"	53°49'51"	Cotricampo
39	Espumoso	Esp.Pontão dos Cavalli			Cotriel
40	Espumoso	Terra dos Engenhos	28°58'21"	52°53'41"	Cotriel

Continuação do Apêndice A

41	Espumoso	Alto Tigreiro			Cotriel
42	Espumoso	Júlio Cardoso	28°54'47"	52°54'43"	Cotriel
43	Espumoso	Terra dos Engenhos	28°57'10"	52°55'16"	Cotriel
44	Espumoso	Cidade			Cotriel
45	Espumoso	Depósito	28°55'36"	52°43'51"	Cotriel
46	Espumoso	Terra dos Engenhos	28°58'21"	52°53'52"	Cotriel
47	Espumoso	Ponta do Butiá			Cotriel
48	Espumoso	Terra dos Engenhos	28°55'41"	52°55'22"	Cotriel
49	Espumoso	Linha Durigon			Cotriel
50	Almirante Tamandaré do Sul	Linha Quadros	28°09'20"	52°53'56"	Cotrijal
51	Almirante Tamandaré do Sul				Cotrijal
52	Colorado	Vista Alegre	28°24'20"	52°57'10"	Cotrijal
53	Colorado	Vista Alegre	28°23'39"	52°58'14"	Cotrijal
54	Coqueiros do Sul				Cotrijal
55	Lagoa dos Três Cantos	Linha Colorado	28°34'00"	52°54'20"	Cotrijal
56	Mato Castelhana	Povinho Velho	28°16'07"	52°17'10"	Cotrijal
57	Santo Antônio do Planalto	Estância Nova	28°20'33"	52°43'04"	Cotrijal
58	Santo Antônio do Planalto	Estância Nova	28°21'57"	52°40'17"	Cotrijal
59	Augusto Pestana	Rosário			Cotrijuí
60	Chapetta	Vila Nova	27°32'56"	53°34'33"	Cotrijuí
61	Chapetta	Linha Maurício Cardoso	27°33'15"	53°32'52"	Cotrijuí
62	Chapetta	As Brancas	28°01'06"	53°28'45"	Cotrijuí
63	Coronel Bicaco	Galpões	27°44'14"	53°39'14"	Cotrijuí
64	Derrubadas	Três Marcos	27°17'11"	53°51'57"	Cotrijuí
65	Ijuí	Rincão dos Goi	28°29'25"	53°52'49"	Cotrijuí
66	Nova Ramada	Formigueiro			Cotrijuí
67	Nova Ramada	Pinhal			Cotrijuí
68	Tenente Portela	Gamelinhas	27°25'36"	53°43'35"	Cotrijuí
69	Três de Maio	Vista Alegre	27°45'31"	54°16'29"	Cotrimaio
70	Três de Maio	Lageado Lamedos	27°44'33"	54°12'24"	Cotrimaio
71	Horizontina	Laj Guilherme	27°37'33"	54°20'49"	Cotrimaio
72	Horizontina	Esq. Tunas	27°35'24"	54°21'54"	Cotrimaio
73	Independência	Esquina Araujo	27°56'41"	54°07'59"	Cotrimaio
74	Independência	Esquina Araujo	27°55'28"	54°05'29"	Cotrimaio
75	Ajuricaba	Linha 26			Cotripal
76	Ajuricaba	Linha Norte			Cotripal
77	Ajuricaba	Linha 20			Cotripal
78	Condor	L. Esquina Beck	28°04'05"	53°36'0,3"	Cotripal
79	Condor	Linha Colônia Cash	28°13'41"	53°25'36"	Cotripal
80	Condor	Linha Mambuca	28°13'51"	53°21'49"	Cotripal
81	Palmeira das Missões	Fazenda Bom Retiro	28°03'52"	53°27'13"	Cotripal
82	Pananbi	Rincão Fundo	28°16'11"	53°34'57"	Cotripal
83	Pananbi	L. Marane	28°18'44"	53°35'36"	Cotripal
84	Saldanha Marinho	São Roque	28°24'53"	53°05'08"	Cotripal
85	Entre Ijuis	Esq. Caraguatai	28°14'56"	54°07'05"	Cotrisa
86	Entre Ijuis	Carajazinho	28°37'23"	54°21'34"	Cotrisa

Continuação do Apêndice A

87	Roque Gonzales	Laranjeira			Cotrisa
88	Roque Gonzales	Laranjeira			Cotrisa
89	Roque Gonzales	Linha			Cotrisa
90	S. Pedro do Butiá				Cotrisa
91	Vitória Missões	Campinas	28°13'27"	54°18'39"	Cotrisa
92	Chapada	Linha Gois			Cotrisal-Sarandi
93	Engenho Velho	L. Bonita	27°25'14"	52°31'33"	Cotrisal-Sarandi
94	Liberato S.	Linha Peixe	27°21'49"	52°35'49"	Cotrisal-Sarandi
95	Liberato Salzano	Pinhalzinho Baixo	27°18'05"	53°05'08"	Cotrisal-Sarandi
96	Nova Boa Vista	Li Perau	27°34'50"	52°35'22"	Cotrisal-Sarandi
97	Nonoai		27°13'34"	52°28'09"	Cotrisal-Sarandi
98	Pontão	Passo Real			Cotrisal-Sarandi
99	Rio dos Índios	Rio dos Índios	27°15'50"	52°51'11"	Cotrisal-Sarandi
100	Sarandi	Rio Bonito	28°01'21"	52°30'53"	Cotrisal-Sarandi
101	Três Palmeiras	L. São João	27°21'49"	52°30'24"	Cotrisal-Sarandi
102	Sananduva	Linha Enbrado	27°58'38"	51°47'33"	Cotrisana
103	Sananduva	Mão Curta	27°51'26"	51°52'58"	Cotrisana
104	Sananduva	Nossa Senhora Carmo	27°59'31"	51°51'16"	Cotrisana
105	Sananduva	Três Porteira	28°02'05"	51°45'33"	Cotrisana
106	Santa Rosa	Pessegueiro	27°52'51"	54°25'39"	Cotrisoja
107	Santa Rosa	Reginaldo	27°51'32"	54°23'15"	Cotrisoja
108	Santa Rosa	Pessegueiro	27°53'16"	54°25'18"	Cotrisoja
109 ¹					

¹ Amostra oriunda de área onde biótipos resistentes foram identificados (Fonte: Renato Trentin – Monsanto do Brasil).

Apêndice B – Questionário aplicado aos agricultores para análise dos fatores agronômicos associados à resistência de *Euphorbia heterophylla* L. ao herbicida glyphosate.

1) Tempo de cultivo contínuo de soja RR na lavoura:

3 anos 4 anos 5 anos 6 anos 7 anos mais de 7 anos

2) Quantas vezes herbicidas à base de glyphosate são aplicados na lavoura de soja RR (dessecação e em pós-emergência da cultura)?

Uma Duas Três Mais de três

3) Qual a dose média de herbicidas à base de glyphosate é utilizada em cada aplicação?

1 L/ha 2 L/ha 3 L/ha mais de 3 L/ha

4) Quantas vezes por ano os herbicidas a base de glyphosate são aplicados na lavoura?

Uma Duas Três Mais de três

5) Costuma fazer rotação de culturas na lavoura?

Sim Não

6) Qual a cultura de rotação usualmente é cultivada nessa lavoura?

Milho Feijão Girassol Outra:

7) Os herbicidas à base de glyphosate são aplicados sem mistura na dessecação antes da semeadura da soja RR?

Sim Não Se for em mistura, qual o produto e dose utilizada?

8) Os herbicidas à base de glyphosate são aplicados sem mistura em pós-emergência da soja RR?

Sim Não Se for em mistura, qual o produto e dose utilizada?

9) Qual (is) espécie (s) daninhas em que o herbicida glyphosate tem apresentado controle insatisfatório?

- Papuã (*Brachiaria plantaginea*)
 Milhã (*Digitaria* spp.)
 Capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*)
 Saco-de-padre (*Cardiospermum halicacabum*)
 Carurú (*Amaranthus* spp.)
 Leiteira (*Euphorbia heterophylla*)
 Picão-preto (*Bidens* spp.)
 Corriola (*Ipomoea* spp.)
 Poaia-branca (*Richardia brasiliensis*)
 Buva (*Conyza* spp.)
 Trapoeraba (*Commelina* spp.)
 Outra (cite o nome popular)

VITA

Marcos André Nohatto é filho de Clóvis Gilmar Nohatto e Irendina Machado Nohatto. Nasceu em 10 de novembro de 1985, no Município de Campos Novos, Santa Catarina. Formou-se pelo Colégio Agrícola de Água Doce/SC no ano de 2002. No ano de 2003 ingressou no curso de Agronomia da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), onde se graduou como Engenheiro Agrônomo em 2007. No período de 2004 a 2007 desenvolveu atividades como estagiário e bolsista de Iniciação Científica (CNPq), atuando no Departamento de Solos. Em 2008, iniciou o curso de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, em Capão do Leão/RS.