

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**CONTROLE QUÍMICO DE *Eleusine indica* (L.) Gaertn.
EM SOJA ROUNDUP READY® E RESPOSTA DE
BIÓTIPO AO HERBICIDA GLIFOSATO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Marcos Vinicius Palma Alves

Santa Maria, RS, Brasil

2014

**CONTROLE QUÍMICO DE *Eleusine indica* (L.) Gaertn. EM
SOJA ROUNDUP READY[®] E RESPOSTA DE BIÓTIPO AO
HERBICIDA GLIFOSATO**

Marcos Vinicius Palma Alves

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agronomia**.

Orientador: Dr. Sérgio Luiz de Oliveira Machado

Santa Maria, RS, Brasil

2014

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Alves, Marcos Vinicius Palma

Controle químico de *Eleusine indica* (L.) Gaertn. em soja Roundup Ready® e Resposta de biótipo ao Herbicida Glifosato / Marcos Vinicius Palma Alves.-2014.

46 p.; 30cm

Orientador: Sérgio Luiz de Oliveira Machado

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, RS, 2014

1. Capim pé-de-galinha 2. *Glycine max* 3. Resistência
I. Machado, Sérgio Luiz de Oliveira II. Título.

© 2014

Todos os direitos autorais reservados a Marcos Vinicius Palma Alves. A reprodução de parte ou do todo deste trabalho só poderá ser feita com autorização por escrito do autor.

Email: marcosvpalves@gmail.com

**Universidade Federal De Santa Maria
Centro De Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Agronomia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**CONTROLE QUÍMICO DE *Eleusine indica* (L.) Gaertn. EM SOJA
ROUNDUP READY® E RESPOSTA DE BIÓTIPO AO HERBICIDA
GLIFOSATO**

elaborada por
Marcos Vinicius Palma Alves

Como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Agronomia.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Sérgio Luiz de Oliveira Machado (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Prof. Dr. Nelson Diehl Kruse (UFSM)

Prof. Dr. Sandra Cadore Peixoto (UNIFRA)

Santa Maria, 28 de março de 2014.

DEDICATÓRIA

“A minha família pela atenção, compreensão e ajuda durante minha trajetória”

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me apoiar em mais esta etapa de minha vida.

A Universidade Federal de Santa Maria, por possibilitar o meu crescimento profissional e pessoal, através de atividades de ensino e pesquisa com profissionais de qualidade.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e tecnológico, pelo auxílio financeiro.

Ao professor Sérgio Luiz de Oliveira Machado pela orientação, atenção, amizade e confiança.

Aos professores Enio Marchesan e Nelson Diehl Kruse, pela disponibilidade e apoio nos momentos em que precisei de suas colaborações para execução deste trabalho.

Aos doutorandos do Laboratório de Plantas Daninhas da UFSM, Kelen Muller Souto, Keli Souza da Silva e André Guareschi, pelo apoio, companheirismo e conhecimento compartilhado durante essa jornada.

Aos estagiários do Laboratório de Plantas Daninhas da UFSM, Leonardo José Kurtz Urban e Rodrigo Roso, pela parceria, disponibilidade e ajuda na condução e avaliação dos experimentos.

Aos meus amigos Maykon Colpo, Marcelo Machado e Gustavo Schnor, pela amizade, disponibilidade e apoio durante este trabalho.

A minha família, Gerson Alves (pai), Marta Alves (mãe) e Juliana Alves (irmã), pela compreensão, disponibilidade, atenção e apoio incondicional em todos os momentos desta caminhada.

Contudo, agradeço a todas as pessoas que de alguma forma auxiliaram neste trabalho.

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Universidade Federal de Santa Maria - RS, Brasil

CONTROLE QUÍMICO DE *Eleusine indica* (L.) Gaertn. EM SOJA ROUNDUP READY® E RESPOSTA DE BIÓTIPO AO HERBICIDA GLIFOSATO

Autor: Marcos Vinicius Palma Alves
Orientador: Sérgio Luiz de Oliveira Machado
Data e Local da Defesa: Santa Maria, 28 de março de 2014.

Em geral, no Rio Grande do Sul, o controle de plantas daninhas em lavouras de soja geneticamente modificada e resistente ao herbicida Roundup Ready® (soja RR®) no sistema plantio direto, é realizado com o glifosato. Entretanto, plantas daninhas escapes ao tratamento podem ocorrer, como é o caso de *Eleusine indica* (capim pé-de-galinha) que é considerada pelos sojicultores planta de difícil controle pelo glifosato. Neste contexto, este trabalho tem por objetivos avaliar a melhor associação de herbicidas no controle de capim pé-de-galinha, combinando herbicidas aplicados em pré-semeadura e pós-emergência de soja RR® em dois estádios de desenvolvimento desta planta daninha (Capítulo I). Avaliar ainda a resposta de um biótipo de capim pé-de-galinha oriundo do município de Tupanciretã (RS) ao herbicida glifosato (Capítulo II). O experimento I (Capítulo I) foi conduzido na safra 2012/2013 em Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico típico pertencente à unidade de mapeamento Tupanciretã. Os resultados do experimento I mostraram que os herbicidas paraquate + diurom (200 g i.a. ha⁻¹) e glufosinato de amônio (400 g i.a. ha⁻¹) são alternativas eficientes ao glifosato visando à dessecação do capim pé-de-galinha na operação de manejo em pré-semeadura da soja RR®. Independente do herbicida dessecante aplicado, o controle de capim pé-de-galinha é superior quando as plantas recebem a aplicação de glifosato (712 g e.a. ha⁻¹) em estágio vegetativo de três a quatro afilhos; e os herbicidas cletodim (96 g i.a. ha⁻¹) e imazetapir (106 g i.a. ha⁻¹) não controlam satisfatoriamente o capim pé-de-galinha em estágio vegetativo a partir de três afilhos em soja RR®. A produtividade de grãos é superior com a aplicação do glifosato em comparação às de cletodim e imazetapir, quando o alvo for capim pé-de-galinha com as plantas no estágio de três a seis afilhos. O experimento II (Capítulo II) foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia (UFSM), em vasos plásticos (5 L) contendo três mudas de plantas de capim pé-de-galinha (dois a três afilhos) com suspeita de resistência a glifosato. Os tratamentos consistiram da aplicação de cinco concentrações do produto (0, 25, 50, 100, 200 e 400% da dose de registro de glifosato, que é de 712 g e.a. ha⁻¹). Os resultados para as avaliações de controle e produção de biomassa seca mostraram que este biótipo de capim pé-de-galinha é suscetível ao glifosato, uma vez que na menor dose de registro (712 g e.a. ha⁻¹) testada, o controle foi superior a 98%.

Palavras-chave: Capim pé-de-galinha. *Glycine max*. Resistência.

ABSTRACT

M.S. Dissertation
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Universidade Federal de Santa Maria - RS, Brasil

CHEMICAL CONTROL OF *Eleusine indica* (L.) Gaertn. IN SOYBEAN ROUNDUP READY® AND RESPONSE BIOTYPE TO GLYPHOSATE HERBICIDE

Author: Marcos Vinicius Palma Alves
Advisor: Sérgio Luiz de Oliveira Machado
Date and Location of Defense: Santa Maria, 28th of March, 2014.

In general, in Rio Grande do Sul, the control of weeds in crops genetically modified soybean and resistant to the herbicide Roundup Ready® (RR® soybeans) in no-tillage is performed with glyphosate. However, weeds escapes to the treatment can occur as is the case of goosegrass which is considered by soybean growers plant is difficult to control by glyphosate. In this context, this study aims to evaluate the best combination of herbicide to control goosegrass, combining herbicides applied pre-seeding and post-emergence RR® soybean in two stages of development of this weed (Chapter I). Further evaluate the response of a biotype of goosegrass coming from the municipality of Tupanciretã (RS) to the glyphosate herbicide (Chapter II). The experiment I (Chapter I) was conducted in 2012/2013 harvest in Argisoil Yellow-Red hapludox typical belonging to unit Tupanciretã mapping. The results of the experiment I showed that the paraquat + diuron (200 g i.a. ha⁻¹) and ammonium glufosinate (400 g i.a. ha⁻¹) herbicides are efficient alternatives to glyphosate aiming to desiccation of goosegrass in operation management in RR® soybean pre-seeding. Regardless of desiccant herbicide, the control of goosegrass is higher when the plants receive the application of glyphosate (712 g e.a. ha⁻¹) in vegetative stage three to four tillers, and clethodim (96 g i.a. ha⁻¹) and imazethapyr (106 g i.a. ha⁻¹) herbicides did not satisfactorily control goosegrass in vegetative stage from three tillers in RR® soybeans. Grain yield is higher with the application of glyphosate compared to the clethodim and imazethapyr, when the target is goosegrass with plants in stage three to six tillers. The experiment II (Chapter II) was conducted in the greenhouse of the Department (UFSM), in plastic pots (5 L) containing three seedlings of goosegrass (two to three tillers) with suspected resistance to glyphosate. The treatments consisted of five concentrations of the product (0, 25, 50, 100, 200 and 400% of the dose registry of glyphosate, which is 712 g e.a. ha⁻¹). The results for the control evaluations and production of dry biomass showed that biotype of goosegrass is susceptible to glyphosate, once at the lowest dose registration (712 g e.a. ha⁻¹) tested, the control was greater than 98%.

Keywords: Goosegrass. *Glycine max.* Resistance.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Controle do capim pé-de-galinha com os tratamentos, glifosato em pré-semeadura + glifosato no estágio E₁ (A) e glifosato em pré-semeadura + imazetapir no estágio E₁ (B), aos 60 DAT. Tupanciretã - RS, 2014..... 23
- Figura 2 - Vista do tratamento sem controle de capim pé-de-galinha na colheita da soja RR[®]. Tupanciretã - RS, 2014..... 24
- Figura 3 - Vista da soja na colheita para o tratamento com a aplicação de paraquate + diurom (pré-semeadura) combinado com glifosato em E₁. Tupanciretã - RS, 2014..... 24
- Figura 4 - Controle de plantas jovens de capim pé-de-galinha aos 7 (A), 14 (B) e 21 (C) dias após o tratamento (DAT) com diferentes doses do herbicida glifosato (356 g e.a. L⁻¹). Santa Maria - RS, 2014..... 36
- Figura 5 - Controle de capim pé-de-galinha, em percentagem, em resposta ao glifosato. Santa Maria - RS, 2014..... 37
- Figura 6 - Biomassa seca de plantas jovens de capim pé-de-galinha em resposta ao herbicida glifosato. Santa Maria - RS, 2014..... 38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tratamentos visando o controle do capim pé-de-galinha composto pela combinação de épocas de aplicação de herbicidas em soja RR [®] ...	19
Tabela 2 - Avaliação visual do capim pé-de-galinha aos 7, 14, 28 e 42 dias após aspersão dos herbicidas pós-emergentes em cultivar de soja RR [®]	22
Tabela 3 - Estatura e produtividade de soja RR [®] em respostas aos tratamentos testados visando o controle do capim pé-de-galinha.....	27
Tabela 4 - Controle de capim pé-de-galinha, em percentagem, aos 7, 14 e 21 dias após aspersão do herbicida glifosato em diferentes doses.....	35
Tabela 5 - Parâmetros estimados para as equações de resposta de plantas jovens de capim pé-de-galinha às doses de glifosato (356 g e.a. L ⁻¹).....	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACCase	– enzima acetil coenzima A carboxilase.
ALS	– enzima acetolactato sintase.
CONAB	– Companhia Nacional de Abastecimento.
DAT	– dias após o tratamento.
e.a.	– equivalente ácido.
ELEIN	– <i>Eleusine indica</i> .
EPSPS	– enzima enolpiruvil-shikimato-fosfato sintase.
i.a.	– ingrediente ativo.
IBGE	– Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
Soja RR [®]	– Cultivares de soja resistentes ao herbicida Roundup Ready [®] (glifosato).
SPD	– Sistema plantio direto.
V ₃	– três folhas completamente expandidas.
V ₆	– seis folhas completamente expandidas.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	12
CAPÍTULO I	15
Resumo	15
Abstract.....	16
Introdução.....	17
Material e métodos	18
Resultados e Discussão.....	21
Conclusões.....	28
Referências Bibliográficas.....	28
CAPÍTULO II.....	31
Resumo	31
Abstract.....	32
Introdução.....	32
Material e Métodos.....	34
Resultados e Discussão.....	35
Conclusões.....	39
Referências Bibliográficas.....	40
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

INTRODUÇÃO GERAL

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill.) por ser rica em proteína e óleos é uma das bases da alimentação humana e animal. Além da importância alimentar, a soja também desempenha papel principal no agronegócio representando cerca de 10% das exportações do Brasil, e só perde em produção de grãos para os Estados Unidos da América (CONAB, 2013). O Brasil é o maior exportador mundial de soja, com produção superior a 81 milhões de toneladas de grãos em área cultivada de 27 milhões de hectares, e o Rio Grande do Sul (RS) é o terceiro maior estado produtor representando 15 % da produção nacional de soja (IBGE, 2013).

Com a introdução do sistema plantio direto (SPD), cujo principal objetivo foi o controle da erosão (BORGES, 1993), ocorreram alterações no manejo de plantas daninhas. No sistema convencional, o controle destas espécies era realizado através de arações e gradagens antes da semeadura das culturas que foram substituídas no sistema plantio direto por herbicidas não seletivos como glifosato e paraquate com ação dessecante. Em geral, o controle de plantas daninhas em soja Roundup Ready[®] (soja RR[®]) é realizado com uma aplicação de glifosato antes da semeadura e uma a duas aplicações deste herbicida em pós-emergência da cultura e das plantas daninhas.

A competição causada pelas plantas daninhas é um dos inúmeros fatores que interferem no potencial produtivo da soja, podendo reduzir a produtividade da cultura de 20 e 60% (FLECK; CANDEMIL, 1995) e dependendo da espécie dominante na lavoura, a redução pode alcançar até 90% (GARCIA, 1981). Os prejuízos decorrentes da competição derivam da influência negativa na formação dos trifólios, acúmulo de biomassa seca, número de vagens, número e peso de grãos por vagem (POTTELKOW et al., 2009). Podem ainda causar prejuízos na colheita na soja, pois a grande massa de plantas daninhas impede o desempenho adequado da colhedora.

Dentre as plantas daninhas de importância recente na lavoura de soja RR[®] destaca-se o capim pé-de-galinha (*Eleusine indica*), considerada uma das cinco plantas daninhas mais importantes do mundo. É relatada como problema em 45 plantas cultivadas em mais de 60 países (NG et al., 2004a) e sua capacidade em estabelecer-se em áreas agrícolas é atribuída a alta produção de sementes e, uma vez que estabelecida, torna-se difícil o controle.

Em geral, culturas perenes e semiperenes são as mais afetadas, mas culturas anuais também sofrem competição especialmente em locais quentes e úmidos. Na região Sul do Brasil ocorre durante os cultivos de primavera-verão.

Atualmente a necessidade do controle de plantas daninhas faz do método químico o mais utilizado pelos agricultores para solucionar os problemas nas lavouras. Com o lançamento no mercado agrícola de cultivares de soja RR[®] e a possibilidade de aplicação do glifosato em pós-emergência da soja, os agricultores passaram a utilizá-lo intensamente por meio de duas a três aplicações por safra agrícola. Com isto, o uso repetido deste herbicida caracteriza uma situação de alta pressão de seleção (VARGAS et al., 2007), o que pode favorecer o surgimento de biótipos resistentes pré-existentes na população (VILA-AIUB et al., 2008).

A associação de dois ou mais herbicidas é uma técnica amplamente empregada no controle às plantas daninhas e compõe, ao lado de outras técnicas, modernas estratégias de manejo da vegetação. Dentre as vantagens apresentadas pela associação de herbicidas estão o aumento do espectro de controle, redução de custos, menor resíduo no ambiente pelo uso de doses menores e prevenção do surgimento de plantas daninhas resistentes aos herbicidas.

No mundo, há registros de biótipos de capim pé-de-galinha resistente a herbicidas inibidores de mitose (1973), inibidores da enzima acetolactatosintase (ALS) (1989), inibidores da enzima acetil coenzima A carboxilase (ACCCase) (1990), inibidores do fotossistema I (1990) e inibidores da enzima enolpiruvil-shikimato-fosfato sintase (EPSPS) (1997) (HEAP, 2014). É relevante ressaltar que essa espécie possui o biótipo com o único caso conhecido de gene recessivo conferindo resistência aos herbicidas inibidores de mitose (MORRISSETTE et al., 2004). Outro biótipo coletado na Malásia possui resistência múltipla a herbicidas inibidores da ACCCase e EPSPS (HEAP, 2014).

É importante salientar que a simples ocorrência de falhas de controle de determinada espécie não caracteriza resistência, pois esta pode ser causada por outros fatores. Em geral, plantas jovens são mais sensíveis a herbicidas e mais facilmente controladas do que plantas em estádios mais avançados de desenvolvimento (SILVA; SILVA, 2007). Desse modo, deve-se priorizar a aplicação do herbicida na época adequada para proporcionar melhor eficiência de controle. Observações de campo têm mostrado que o nível de resistência varia com o herbicida. Com isso, em estudo com biótipos de capim pé-de-galinha oriundos de diferentes locais do RS pode-se encontrar um biótipo com resistência de baixo nível ao herbicida glifosato, este é oriundo do município de Boa Vista do Incra (RS) (VARGAS et al., 2013). Assim, medidas complementares de manejo devem ser adotadas para reduzir a pressão de

seleção. Neste sentido, a associação de herbicidas com mecanismos de ação diferentes é preconizada no manejo de plantas daninhas resistentes ao glifosato (JOHNSON; GIBSON, 2006).

Para o controle eficiente do capim pé-de-galinha em soja RR[®] é importante o conhecimento dos herbicidas registrados e disponíveis no mercado, as épocas de aplicação preconizadas bem como as alternativas técnicas quando da suspeita ou existência de biótipo resistente ao herbicida glifosato. Este estudo tem como objetivos elencar alternativas de controle químico visando o controle de capim pé-de-galinha em soja RR[®] e também avaliar a resposta de um biótipo com suspeita de resistência ao herbicida glifosato.

CAPÍTULO I

CONTROLE DE *Eleusine indica* EM SOJA ROUNDUP READY® ATRAVÉS DA ASSOCIAÇÃO DE HERBICIDAS COM ÉPOCAS DE APLICAÇÃO

***Eleusine indica* CONTROL IN ROUNDUP READY® SOYBEAN THROUGH ASSOCIATION WITH PERIODS OF HERBICIDE APPLICATION**

Resumo

A utilização do herbicida glifosato em pós-emergência da soja Roundup Ready® é uma tecnologia que proporciona praticidade ao produtor rural e eficiência de controle da maioria das plantas daninhas que interferem na produtividade e qualidade de grãos. Entretanto plantas daninhas escapes ao tratamento com glifosato podem ocorrer como é o caso do capim pé-de-galinha. Nesse sentido, este trabalho tem por objetivo avaliar a melhor associação de herbicidas visando o controle desta espécie, combinando herbicidas dessecantes aplicados na operação de manejo em pré-semeadura de soja RR® com herbicidas pós-emergentes em dois estádios de desenvolvimento. Em pré-semeadura da soja RR® foram aplicados os herbicidas glifosato (712 g e.a. ha⁻¹), a mistura formulada de paraquate + diurom (200 g i.a. ha⁻¹) e glufosinato de amônio (400 g e.a. ha⁻¹) acrescidos ou não de seus respectivos adjuvantes. Em pós-emergência no estádio E₁ (capim pé-de-galinha - 3 a 4 afilhos; soja - V₃) e no estádio E₂ (capim pé-de-galinha - 5 a 6 afilhos; soja - V₆) foram aplicados os herbicidas glifosato (712 g e.a. ha⁻¹), cletodim (96 g i.a. ha⁻¹) e imazetapir (106 g i.a. ha⁻¹). Os resultados mostraram que os herbicidas paraquate + diurom (200 g i.a. ha⁻¹) e glufosinato de amônio (400 g i.a. ha⁻¹) são alternativas eficientes ao glifosato visando à dessecação do capim pé-de-galinha na operação de manejo em pré-semeadura da soja RR®. Independente dos herbicidas dessecantes aplicados na operação de manejo em pré-semeadura da soja RR®, o controle de capim pé-de-galinha é superior quando as plantas recebem a aplicação de glifosato (712 g e.a. ha⁻¹) em estádio vegetativo de três a quatro afilhos; e os herbicidas cletodim (96 g i.a. ha⁻¹) e imazetapir (96 g

i.a. ha⁻¹) não controlam satisfatoriamente capim pé-de-galinha em estágio vegetativo a partir de três filhotes em condições de lavoura de soja RR[®]. Os herbicidas glifosato (712 g e.a. ha⁻¹), cletodim (96 g i.a. ha⁻¹) e imazetapir (106 g i.a. ha⁻¹) são seletivos para a soja RR[®] e a produtividade de grãos é superior com a aplicação do glifosato em comparação às de cletodim e imazetapir, quando o alvo for capim pé-de-galinha com as plantas no estágio de três a seis filhotes.

Palavras-chave: Sistema plantio direto. Controle químico. Glifosato. Cletodim. Imazetapir.

Abstract

The use of glyphosate in post-emergence of Roundup Ready[®] is a technology that provides convenience to farmers and control efficiency of most weeds that interfere with productivity and grain of quality. However escapes weeds to the treatment with glyphosate can occur as is the case of goosegrass. Thus, this study aims to evaluate the best combination of herbicides for the control of this species, combining selective herbicides applied in handling operation in pre-seeding of RR[®] soybean with post-emergence herbicides in two stages. In pre-seeding of the RR[®] soybean the glyphosate (712 g e.a. ha⁻¹), a formulated mixture of paraquat + diuron (200 g i.a. ha⁻¹) and ammonium glufosinate (400 g e.a. ha⁻¹) herbicides were applied, increased or not their respective adjuvant. Post-emergence in E₁ stage (goosegrass - 3-4 tillers; soybean - V₃) and E₂ stage (goosegrass - 5-6 tillers; soybean - V₆) were applied the glyphosate (712 g e.a. ha⁻¹), clethodim (96 g i.a. ha⁻¹) and imazethapyr (106 g i.a. ha⁻¹) herbicides. The results showed that the paraquat + diuron (200 g i.a. ha⁻¹) and ammonium glufosinate (400 g e.a. ha⁻¹) herbicides are efficient alternatives to glyphosate aiming to desiccation of goosegrass in operation management in pre-seeding RR[®] soybean. Regardless of desiccants applied in handling operation in pre-seeding of RR[®] soybean, control of goosegrass is higher when the plants receive the application of glyphosate (712 g e.a. ha⁻¹) in vegetative stage three to four tillers; and the clethodim (96 g i.a. ha⁻¹) and imazethapyr (106 g i.a. ha⁻¹) herbicides did not satisfactorily control goosegrass in vegetative stage from three tillers under field conditions of RR[®] soybean. The glyphosate (712 g e.a. ha⁻¹), clethodim (96 g i.a. ha⁻¹) and imazethapyr (106 g i.a. ha⁻¹) herbicides are selective for RR[®] soybean and grain yield is higher with the application glyphosate compared to the clethodim and imazethapyr, when the target is goosegrass with plants in stage three to six tillers.

Keywords: No-tillage. Chemical control. Glyphosate. Clethodim. Imazethapyr.

Introdução

Eleusine indica (capim-pé-de-galinha) é uma espécie que tem se alastrado muito nos últimos anos e pode tornar-se, no futuro, um sério problema para a produtividade de culturas agrícolas. Dentre as plantas daninhas poáceas, o capim pé-de-galinha é considerado uma das mais importantes. Há relatos de mais de 60 países e 45 culturas que sofrem competição com a espécie, e alguns autores incluem entre as 18 piores plantas daninhas do mundo (RADOSEVICH et al., 1997; LEE; NGIM, 2000). É encontrada em praticamente todas as regiões tropicais, subtropicais e temperadas do mundo. É uma espécie introduzida nas Américas. No Brasil, é comum nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste (KISSMANN, 1997). Planta herbácea, ereta, cespitosa, ciclo de vida variável de 120 e 180 dias, ocorrendo nos meses com temperaturas mais altas, e eventualmente pode se perenizar em locais não sujeitos a geadas. Além disso, a espécie é hospedeira de diversos patógenos que infectam as plantas cultivadas e prejudicam ainda mais o desenvolvimento das culturas agrícolas.

No RS, a espécie é citada pelos produtores de soja RR[®] como uma planta daninha de difícil controle pelo glifosato (VARGAS et al., 2013) e capaz de reduzir a produtividade da grãos. Entretanto, as falhas no controle de capim pé-de-galinha não podem ser exclusivamente atribuídas à aplicação do glifosato, pois outros fatores podem estar envolvidos, como estágio avançado de desenvolvimento das plantas, dose do herbicida, tecnologia de aplicação e condições meteorológicas antes e após a aplicação do produto.

Associações de dois ou mais herbicidas é prática comum para manejar plantas daninhas na maioria das culturas e objetiva ampliar o período de controle. Contudo, o uso continuado de herbicidas pertencentes a um único mecanismo de ação resulta geralmente em pressão de seleção de biótipos resistentes de plantas daninhas (SBCPD, 2000).

Pereira et al. (2011) afirmam que fluazifope-P-butílico (125 g i.a. ha⁻¹) e haloxifope-P-metílico (60 g i.a. ha⁻¹) são herbicidas eficientes no controle de capim pé-de-galinha, e que cletodim (96 g i.a. ha⁻¹) também controla esta espécie quando aplicado nos estádios iniciais de desenvolvimento das plantas (CULPEPPER; YORK, 1999). Todavia, a aplicação de glufosinato de amônio em doses variáveis de 290 a 410 g i.a. ha⁻¹ não é eficiente no controle da espécie (BURKE et al., 2005; STECKEL et al., 2011).

Há relatos, por parte de produtores e técnicos, da ocorrência de falhas de controle do capim pé-de-galinha pelo glifosato, mesmo com duas a três aplicações de glifosato em lavouras de soja RR[®]. Portanto, é provável que esta planta daninha tenha adquirido resistência ao glifosato. Dada a importância relativa desta espécie para o cenário agrícola do RS e em virtude de haver poucos trabalhos a respeito de alternativas químicas de controle, este trabalho teve por objetivo avaliar a melhor associação de herbicidas visando o controle de capim pé-de-galinha combinando herbicidas dessecantes aplicados na operação de manejo em pré-semeadura de soja RR[®] com herbicidas pós-emergentes em dois estádios de desenvolvimento desta planta daninha.

Material e métodos

O experimento foi conduzido a campo, em área de coxilha na safra agrícola 2012/2013, no município de Tupanciretã, localizado no Planalto Médio do RS, Brasil. As coordenadas geográficas do local são: latitude 29° 01' 40" sul, longitude 53° 41' 45" oeste e altitude de 465 m. O solo é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico típico (STRECK et al., 2008) pertencente à unidade de mapeamento Tupanciretã. Apresenta relevo suave a fortemente ondulado, tendo o arenito como material de origem. Solo profundo, boa drenagem, baixa fertilidade natural, baixo teor de argila e matéria orgânica resultando em suscetibilidade a erosão. A análise química do solo indicou $\text{pH}_{\text{água (1:1)}} = 4,3$; $\text{P} = 92,1 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{K} = 96 \text{ mg dm}^{-3}$; argila = 16%; M.O.= 1,7%; $\text{Ca} = 1,3 \text{ cmol}_c / \text{dm}^{-3}$; $\text{Mg} = 0,2 \text{ cmol}_c / \text{dm}^{-3}$ e $\text{Al} = 0,6 \text{ cmol}_c / \text{dm}^{-3}$. Cabe salientar que a área do experimento possui histórico de monocultura de soja, e no período de outono-inverno possui pastagem de aveia-preta, a qual é utilizada para pastoreio de bovinos de corte.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com quatro repetições. As unidades experimentais mediram 5 x 2m e os tratamentos encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 - Tratamentos visando o controle do capim pé-de-galinha composto pela combinação de épocas de aplicação de herbicidas em soja RR[®].

		Épocas de Aplicação	
Pré-semeadura (Dessecação)		E ₁ ⁶	Pós-emergência (Soja) E ₂ ⁷
T ₁	Tratamento sem controle (Testemunha)	---	---
T ₂	Glifosato ¹ (712 g e.a. ha ⁻¹)	Glifosato (712 g e.a. ha ⁻¹)	---
T ₃	Glifosato (712 g e.a. ha ⁻¹)	---	Glifosato (712 g e.a. ha ⁻¹)
T ₄	Glifosato (712 g e.a. ha ⁻¹)	Cletodim ⁴ (96 g i.a. ha ⁻¹)	---
T ₅	Glifosato (712 g e.a. ha ⁻¹)	---	Cletodim (96 g i.a. ha ⁻¹)
T ₆	Glifosato (712 g e.a. ha ⁻¹)	Imazetapir ⁵ (106 g i.a. ha ⁻¹)	---
T ₇	Glifosato (712 g e.a. ha ⁻¹)	---	Imazetapir (106 g i.a. ha ⁻¹)
T ₈	Paraquate + diurom ² (200 g i.a. ha ⁻¹)	Glifosato (712 g e.a. ha ⁻¹)	---
T ₉	Paraquate + diurom (200 g i.a. ha ⁻¹)	---	Glifosato (712 g e.a. ha ⁻¹)
T ₁₀	Paraquate + diurom (200 g i.a. ha ⁻¹)	Cletodim (96 g i.a. ha ⁻¹)	---
T ₁₁	Paraquate + diurom (200 g i.a. ha ⁻¹)	---	Cletodim (96 g i.a. ha ⁻¹)
T ₁₂	Paraquate + diurom (200 g i.a. ha ⁻¹)	Imazetapir (106 g i.a. ha ⁻¹)	---
T ₁₃	Paraquate + diurom (200 g i.a. ha ⁻¹)	---	Imazetapir (106 g i.a. ha ⁻¹)
T ₁₄	Glufosinato de amônio ³ (400 g e.a. ha ⁻¹)	Glifosato (712 g e.a. ha ⁻¹)	---
T ₁₅	Glufosinato de amônio (400 g e.a. ha ⁻¹)	---	Glifosato (712 g e.a. ha ⁻¹)
T ₁₆	Glufosinato de amônio (400 g e.a. ha ⁻¹)	Cletodim (96 g i.a. ha ⁻¹)	---
T ₁₇	Glufosinato de amônio (400 g e.a. ha ⁻¹)	---	Cletodim (96 g i.a. ha ⁻¹)
T ₁₈	Glufosinato de amônio (400 g e.a. ha ⁻¹)	Imazetapir (106 g i.a. ha ⁻¹)	---
T ₁₉	Glufosinato de amônio (400 g e.a. ha ⁻¹)	---	Imazetapir (106 g i.a. ha ⁻¹)
T ₂₀	Tratamento Capinado	---	---

¹Glifosato Atanor (356 g e.a. L⁻¹) - Inibidor da enzima Enol-piruvil-shiquimato-fosfato sintase (EPSPS).

²Gramocil (Paraquate 200 g i.a. L⁻¹ + diurom 100 g i.a. L⁻¹) acrescido de Agral (0,2% v/v) - Inibidores do fotosistema I e II, respectivamente. ³Finale (200 g i.a. L⁻¹) acrescido de óleo vegetal (0,2% v/v) - Inibidor da enzima glutamina sintetase (GS). ⁴Poquer (240 g i.a. L⁻¹) acrescido do adjuvante Assist (0,5% v/v) - Inibidor da enzima Acetil Co-A carboxilase (ACCase). ⁵Zethapyr 106 SL (106 g i.a. L⁻¹) - Inibidor da enzima Acetolactato sintase (ALS). ⁶E₁ - Capim pé-de-galinha no estágio de 3 a 4 afilhos e soja com três folhas. ⁷E₂ - Capim pé-de-galinha no estágio de 5 a 6 afilhos e soja com seis folhas.

Os tratamentos foram compostos pela combinação de três herbicidas dessecantes (glifosato, paraquate + diurom e glufosinato de amônio) aplicados na dessecação em pré-semeadura da soja (30/10/2012) com três herbicidas aplicados em pós-emergência da soja RR[®] (glifosato, cletodim e imazetapir) e em dois estádios (E₁ e E₂). Em E₁ as plantas de capim pé-de-galinha encontravam-se com três a quatro afilhos e a soja com três folhas

completamente expandidas (V_3). Já em E_2 as plantas de capim pé-de-galinha encontravam-se com cinco a seis filhotes e a soja com seis folhas completamente expandidas (V_6). O tratamento capinado foi mantido durante todo ciclo da cultura livre de plantas daninhas. No tratamento sem controle existia a densidade de uma planta de capim pé-de-galinha por m^2 ou uma cobertura do solo de 75% com a planta daninha.

A cultivar utilizada foi a Nidera 5909 RR[®], com grupo de maturação 5.9 e ciclo médio de 130 dias. A semeadura foi realizada, em 19/11/2012, no sistema plantio direto com densidade corrigida para 28 sementes viáveis por m^2 . O manejo da soja foi realizado de acordo com as recomendações da pesquisa para a cultura da soja no Rio grande do Sul e em Santa Catarina (2010).

Os herbicidas pós-emergentes (glifosato, cletodim e o imazetapir) foram aplicados nos estádios E_1 (18/12/2012) e E_2 (02/01/2013). As aplicações foram realizadas com um pulverizador costal pressurizado com dióxido de carbono (CO_2), equipado com pontas do tipo leque (110015) e com volume de aplicação equivalente a $200 L ha^{-1}$.

Os efeitos dos tratamentos sobre as plantas foram avaliados visualmente aos 7, 14, 28 e 42 dias após aplicação, por meio de escala percentual de notas, na qual zero consiste em ausência de injúria e 100, em morte das plantas (FRANS; CROWLEY, 1986). A estatura de plantas (cm) foi determinada antes da colheita, em 16/04/2013, medindo-se 10 plantas amostradas ao acaso na área central de cada unidade experimental, da superfície do solo até a última inflorescência do afilho principal de cada planta.

A colheita foi realizada manualmente, em 17/04/2013, na área útil de $1,5 m^2$ da área central de cada unidade experimental. Após a trilha, limpeza e pesagem dos grãos, correção da umidade dos grãos para 13 %, a produção de grãos foi convertida em $kg ha^{-1}$. Os dados obtidos foram analisados previamente quanto ao atendimento das pressuposições da análise de variância (homocedasticidade e normalidade), submetidos à análise de variância e a comparação de médias foi realizada pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Resultados e Discussão

Na Tabela 2 encontram-se os resultados de controle de capim pé-de-galinha. Em geral, os herbicidas paraquate + diurom e glufosinato de amônio são alternativas eficientes ao glifosato visando à dessecação do capim pé-de-galinha na operação de manejo em pré-semeadura da soja RR[®]. Quando as plantas receberam a aplicação de glifosato no estágio de três a quatro filhos, o controle foi satisfatório (88%) na avaliação realizada aos 42 DAT, corroborando com os resultados reportados por outros autores, onde o controle químico obtido em estádios iniciais do capim pé-de-galinha foi acima de 90% (THOMAS et al., 2006; CLEWIS et al., 2006; WERLANG; SILVA, 2002; ULGUIM, 2012). Já quando a aplicação foi realizada no estágio de cinco a seis filhos, o controle foi inferior a 50%, estando em concordância com Ulguim (2012). Esses resultados são indicativos de que quanto maior o desenvolvimento do capim pé-de-galinha, menor a sensibilidade ao glifosato. É importante salientar que após a avaliação (42 DAT), as plantas rebrotaram e produziram sementes. Portanto, a utilização de doses corretas de glifosato, na época e no estágio adequados das plantas daninhas é considerada prática importante para reduzir a ocorrência de resistência a este herbicida (SBCPD, 2000).

O controle de capim pé-de-galinha pelo cletodim foi baixo (< 25%) aos 42 DAT independente do estágio de desenvolvimento das plantas (Tabela 2), diferentemente dos resultados de Burke et al. (2005) onde o controle desta espécie foi eficiente com cletodim (inibidor da ACCase) em plantas de até seis filhos. Entretanto, há também relatos de resistência de capim pé-de-galinha aos inibidores da ACCase (VIDAL et al., 2006), o que aponta para o risco de resistência caso haja alta pressão de seleção.

Tabela 2 – Avaliação visual do capim pé-de-galinha aos 7, 14, 28 e 42 dias após aspersão dos herbicidas pós-emergentes em cultivar de soja RR[®].

TRATAMENTOS		Controle (%) ¹							
		7 DAT		14 DAT		28 DAT		42 DAT	
Pré-semeadura	Pós-emergência	E ₁ ⁵	E ₂ ⁶	E ₁	E ₂	E ₁	E ₂	E ₁	E ₂
Tratamento capinado		100 aA*	100 aA	100 aA	100 aA	100 aA	100 aA	100 aA	100 aA
Glifosato (712 g e.a. ha ⁻¹)	Glifosato ² (712 g e.a. ha ⁻¹)	55,62 bA	43,12 bA	75 bA	32,5 bB	76,25 bA	47,5 bB	82,5 bA	32,5 cB
Glifosato (712 g e.a. ha ⁻¹)	Cletodim ³ (96 g i.a. ha ⁻¹)	23,75 cA	10,0 dB	29,37 cA	11,25 dB	11,87 cA	15,0 cA	4,37 cB	14,37 dA
Glifosato (712 g e.a. ha ⁻¹)	Imazetapir ⁴ (106 g i.a. ha ⁻¹)	1,88 dB	5,62 dA	5,25 eA	3,75 eA	1,87 dA	1,87 dA	0,62 dA	0,62 eA
Paraquate + diurom (200 g i.a. ha ⁻¹)	Glifosato (712 g e.a. ha ⁻¹)	51,25 bA	50,0 bA	73,75 bA	33,75 bB	85,0 bA	55,0 bB	97,5 aA	31,25 cB
Paraquate + diurom (200 g i.a. ha ⁻¹)	Cletodim (96 g i.a. ha ⁻¹)	18,12 cA	21,87 cA	23,12 dA	33,12 bA	7,5 cB	26,25 cA	6,87 cB	22,5 dA
Paraquate + diurom (200 g i.a. ha ⁻¹)	Imazetapir (106 g i.a. ha ⁻¹)	3,75 dA	5,0 dA	7,5 eA	2,5 fB	1,87 dA	1,25 dA	0,62 dA	0,0 eA
Glufosinato de amônio (400 g e.a. ha ⁻¹)	Glifosato (712 g e.a. ha ⁻¹)	46,25 bA	53,75 bA	75,0 bA	41,25 bB	77,5 bA	57,5 bB	82,5 bA	48,75 bB
Glufosinato de amônio (400 g e.a. ha ⁻¹)	Cletodim (96 g i.a. ha ⁻¹)	13,75 cA	10,0 dA	19,37 dA	17,5 cA	9,37 cB	20,0 cA	4,37 cB	15,0 dA
Glufosinato de amônio (400 g e.a. ha ⁻¹)	Imazetapir (106 g i.a. ha ⁻¹)	3,75 dA	5,0 dA	6,87 eA	5,0 eA	2,5 dA	2,5 dA	0,62 dA	1,25 eA
Tratamento sem controle (Testemunha)		0 e	0 e	0 f	0 f	0 d	0 d	0 d	0 e
CV (%)		14,26	20,30	7,95	14,45	21,76	23,33	23,03	18,78

* Nas colunas, médias não seguidas da mesma letra minúscula diferem entre si e nas linhas nos E₁ e E₂, médias não seguidas da mesma letra maiúscula diferem entre si, pelo teste Scott-Knott ao nível de 5% de erro. ¹ Dados analisados com transformação $\text{arc. sen } \sqrt{\% / 100}$ ² Glifosato Atanor (356 g e.a. L⁻¹) - Inibidor da EPSPS. ³ Poquer (240 g i.a. L⁻¹) acrescido do adjuvante Assist (0,5% v/v) - Inibidor da enzima ACCase. ⁴ Zethapyr 106 SL (106 g i.a. L⁻¹) - Inibidor da enzima ALS. ⁵ E₁ - Capim pé-de-galinha no estágio de 3 a 4 afilhos e soja com três folhas. ⁶ E₂ - Capim pé-de-galinha no estágio de 5 a 6 afilhos e soja com seis folhas.

A Figura 1 ilustra tratamentos que apresentaram resultados contrastantes no controle de capim pé-de-galinha quando estas receberam os tratamentos no estágio de três a quatro afilhos (E_1). A associação composta por duas aplicações de glifosato, a primeira na operação de manejo antecedendo a semeadura da soja combinada com segunda aplicação de glifosato em pós-emergência (E_1) obteve controle de 82,5% (42 DAT), enquanto que no tratamento com a aplicação de glifosato em pré-semeadura combinado com imazetapir em pós-emergência (E_1), o controle foi inferior a 1%.

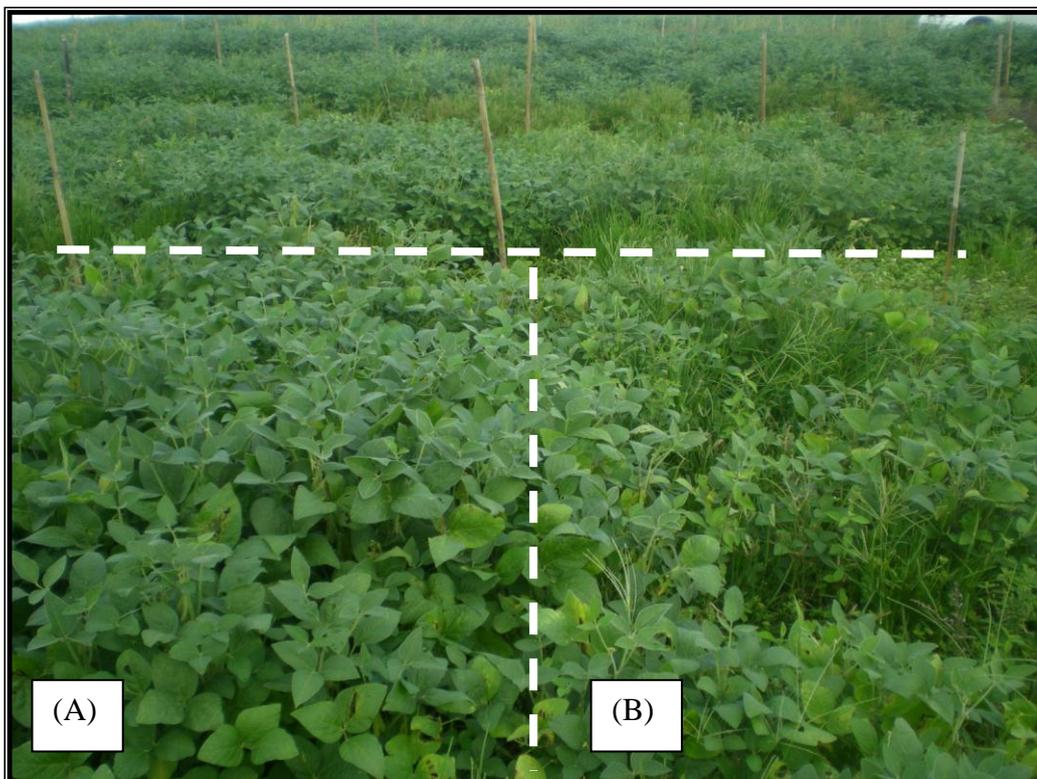


Figura 1 - Controle do capim pé-de-galinha com os tratamentos, glifosato em pré-semeadura + glifosato no estágio E_1 (A) e glifosato em pré-semeadura + imazetapir no estágio E_1 (B), aos 60 DAT. Tupanciretã - RS, 2014.

As Figuras 2 e 3 ilustram o contraste entre o tratamento sem controle (testemunha infestada) e o melhor tratamento no controle químico do capim pé-de-galinha, na época da colheita. O melhor tratamento do capim pé-de-galinha foi observado quando a aplicação em pré-semeadura ocorreu com a mistura formulada de paraquate + diurom e o manejo em pós-emergência (E_1) foi feito com o herbicida glifosato, este obteve um controle de 97,5% aos 42 DAT.



Figura 2 - Vista do tratamento sem controle de capim pé-de-galinha na colheita da soja RR[®]. Tupanciretã - RS, 2014.



Figura 3 - Vista da soja na colheita para o tratamento com a aplicação de paraquate + diurom (pré-semeadura) combinado com glifosato em E₁. Tupanciretã - RS, 2014.

É importante destacar que no outono/inverno que antecedeu o cultivo da soja, foi implantada pastagem de aveia-preta visando à alimentação de bovinos de corte e não com o intuito de formar a palhada para a semeadura direta da soja. Para Nohatto (2010), o milho é uma boa alternativa de cultura em rotação/sucessão com soja RR[®] no RS, visando o controle de plantas daninhas resistentes ao glifosato. Por outro lado, é importante destacar o risco de se utilizar o milho como única opção de rotação, visto que estão disponíveis, para comercialização, genótipos com resistência ao herbicida glifosato (milho RR[®]), o que proporciona rotação de culturas, mas não de mecanismo de ação de herbicidas. Entretanto, existem outras alternativas para manejo, por exemplo, o manejo na entressafra com outros herbicidas de diferentes mecanismos de ação.

Dessa forma, ressalta-se a importância de se manejar a área no período da entressafra da soja RR[®] com manejo adequado visando reduzir a germinação e emergência do capim pé-de-galinha e de outras plantas daninhas de difícil controle. A contínua ocupação do espaço e o próprio efeito supressor das culturas agrícolas ou das plantas de cobertura do solo cultivadas na estação fria do ano, aliado a aplicação de herbicidas de diferentes mecanismos de ação dos utilizados na soja RR[®] são também medidas importantes para o correto e sustentável manejo de plantas daninhas. Assim, o glufosinato de amônio e o paraquate + diurom podem também ser considerados alternativas interessantes para uso em rotação de culturas, visando o controle de capim pé-de-galinha. Visto que para o glufosinato de amônio existe a disponibilidade de genótipos de milho geneticamente modificado com resistência a este herbicida.

O uso de herbicidas com efeito residual no solo como o imazetapir em soja se constitui em estratégia eficiente indicada para o manejo de algumas plantas daninhas resistentes ao glifosato em lavouras de soja RR[®], nos Estados Unidos (OWEN et al., 2011). Contudo, é importante salientar que esses herbicidas além de proporcionarem aumento da pressão de seleção, por permitirem o controle de diferentes fluxos de emergência de plantas daninhas sensíveis aos produtos, podem selecionar biótipos resistentes. Dessa forma, preconiza-se que os sojicultores produtores planejem as práticas de controle que envolvam a aplicação de herbicidas alternativos, visando mitigar a evolução da resistência de capim pé-de-galinha ao glifosato e a outros herbicidas.

A respeito da estatura de plantas (Tabela 3) pode se observar que os tratamentos aplicados em pré-semeadura da cultura não influenciaram nos resultados obtidos. Em geral, os tratamentos com o herbicida glifosato em pós-emergência (E₁) obtiveram estatura média de 67 cm, diferenciando-se dos tratamentos com os herbicidas cletodim, imazetapir e da testemunha infestada, com estatura média de 58 cm, 53 cm e 45 cm, respectivamente. Fato

este era esperado devido aos resultados de controle químico obtido pelos respectivos herbicidas.

Em relação à produtividade de grãos (Tabela 3) pode se constatar o efeito detrimental decorrente da competição exercida capim pé-de-galinha sobre a soja comparando-se a produtividade obtida no tratamento capinado (3.990 kg ha^{-1}) com aquela obtida no tratamento sem controle (937 kg ha^{-1}), onde apenas uma planta por m^2 competindo com a soja representou uma redução na produtividade de grãos da ordem de 76%.

Tabela 3 - Estatura e produtividade de soja RR[®] em respostas aos tratamentos testados visando o controle do capim pé-de-galinha.

TRATAMENTOS		Estatura (cm)		Produtividade (kg ha ⁻¹)	
		E ₁ ⁴	E ₂ ⁵	E ₁	E ₂
Pré-semeadura	Pós-emergência				
Tratamento capinado		74,55 aA	74,55 aA	3990,57 aA	3990,57 aA
Glifosato (2,0 L ha ⁻¹)	Glifosato ¹ (2,0 L ha ⁻¹)	66,9 aA	64,82 aA	4010,55 aA	3563,17 aA
Glifosato (2,0 L ha ⁻¹)	Cletodim ² (0,4 L ha ⁻¹)	52,55 bA	62,70 aA	2122,75 bA	2309,5 bA
Glifosato (2,0 L ha ⁻¹)	Imazetapir ³ (1,0 L ha ⁻¹)	58,77 bA	56,97 bA	1314,15 cA	1008,57 cA
Paraquate + diurom (2,0 L ha ⁻¹)	Glifosato (2,0 L ha ⁻¹)	69,05 aA	63,27 aA	3778,12 aA	3793,52 aA
Paraquate + diurom (2,0 L ha ⁻¹)	Cletodim (0,4 L ha ⁻¹)	57,40 bA	57,92 bA	2651,27 bA	2250,72 bB
Paraquate + diurom (2,0 L ha ⁻¹)	Imazetapir (1,0 L ha ⁻¹)	51,35 bA	53,37 bA	805,07 cA	1295,67 cA
Glufosinato de amônio (2,0 L ha ⁻¹)	Glifosato (2,0 L ha ⁻¹)	64,87 aA	56,82 bB	4041,60 aA	3801,35 aA
Glufosinato de amônio (2,0 L ha ⁻¹)	Cletodim (0,4 L ha ⁻¹)	64,52 aA	60,85 aA	2349,70 bA	2371,97 bA
Glufosinato de amônio (2,0 L ha ⁻¹)	Imazetapir (1,0 L ha ⁻¹)	51,60 bA	51,72 bA	1155,07 cA	1038,525 cA
Tratamento sem controle (Testemunha)		45,35 b	45,35 b	937,87 c	937,87 c
CV (%)		13,58	12,55	16,76	17,93

* Nas colunas, médias não seguidas da mesma letra minúscula diferem entre si e nas linhas nos E₁ e E₂, médias não seguidas da mesma letra maiúscula diferem entre si, pelo teste Scott-Knott ao nível de 5% de erro. ¹ Glifosato Atanor (356 g e.a. L⁻¹). ² Poquer (240 g i.a. L⁻¹). ³ Zethapyr 106 SL (106 g i.a. L⁻¹). ⁴ E₁ - Capim pé-de-galinha no estádio de 3 a 4 afilhos e soja com três folhas. ⁵ E₂ - Capim pé-de-galinha no estádio de 5 a 6 afilhos e soja com seis folhas.

Conclusões

Independente dos herbicidas aplicados na operação de manejo em pré-semeadura da soja RR[®], o controle de capim pé-de-galinha é superior quando as plantas recebem a aplicação de glifosato (712 g e.a. ha⁻¹) em estágio vegetativo de três a quatro afilhos.

Os herbicidas cletodim (96 g i.a. ha⁻¹) e imazetapir (106 g i.a. ha⁻¹) não controlam satisfatoriamente capim pé-de-galinha em estágio vegetativo a partir de três afilhos em soja RR[®].

Os herbicidas glifosato (712 g e.a. ha⁻¹), cletodim (96 g i.a. ha⁻¹) e imazetapir (106 g i.a. ha⁻¹) são seletivos para a soja RR[®] e a produtividade de grãos é superior com a aplicação do glifosato em comparação às de cletodim e imazetapir, quando o alvo for capim pé-de-galinha com as plantas no estágio de três a seis afilhos.

Referências Bibliográficas

BURKE, I. C. et al. Glufosinate Antagonizes Clethodim Control of Goosegrass (*Eleusine indica*). **Weed Technology**, v. 19, n. 3, p. 664-668, July/Sept., 2005.

CLEWIS, S. B.; WILCUT, J. W.; PORTERFIELD, D. Weed management with s-metolachlor and glyphosate mixtures in glyphosate-resistant strip and conventional-tillage cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **Weed Technology**, v. 20, n. 1, p. 232-241, Jan., 2006.

CULPEPPER, A. S.; YORK, A. C. Weed management and net returns with transgenic, herbicide-resistant and nontransgenic cotton (*Gossypium hirsutum*). **Weed Technology**, v. 13, n. 2, p. 411-420, Apr./June. 1999.

FRANS, R.; CROWLEY, H. Experimental design and techniques for measuring and analyzing plant responses to weed control practices. In: CAMPER, N. D. **Research methods in weed science**. 3th. ed. Southern Weed Science Society, Champaign. 1986. p. 29-46.

KISSMANN, K. G. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo, BASF, tomo I, 1997. p. 553-558.

LEE, L. J.; NGIM, J. A first report of glyphosate-resistant goosegrass (*Eleusine indica* (L) Gaertn) in Malaysia. **Pest Management Science**, v. 56, n. 1, p. 36-339, Mar., 2000.

NOHATTO, M. A. **Resposta de *Euphorbia heterophylla* proveniente de lavouras de soja Roundup Ready® do Rio Grande do Sul ao herbicida glyphosate**. 2010. 76f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

OWEN, M. D. K. et al. Benchmark study on glyphosate-resistant crop systems in the United States. Part 2: perspectives. **Pest Management Science**, v. 67, n. 7, p. 747-757, Mar., 2011.

PEREIRA, M. R. et al. Respostas de plantas de *Eleusine indica* sob diferentes condições hídricas a herbicidas inibidores da ACCase. **Planta Daninha**, v. 29, n. 2, p. 397-404, maio, 2011.

RADOSEVICH, S. R.; HOLT, J. S.; GHERSA, C. M. Plant-plant associations. In: RADOSEVICH, S. R.; HOLT, J. S.; GHERSA, C. M. (Ed.). **Ecology of weeds and invasive plants: relationship to agriculture and natural resource management**. 3. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, p. 454, 1997.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS - SBCPD. COMITÊ BRASILEIRO DE RESISTÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS AOS HERBICIDAS. **Identificação e manejo de plantas daninhas resistentes aos herbicidas**. Londrina: 2000. 32 p.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: EMATER/RS, p. 222, 2008.

STECKEL, L. E. et al. Weed control manual for Tennessee field crops, forage crops, pastures, farm ponds and harvest aids. UT Extension, PB1580. Knoxville, TN: **University of Tennessee Institute of Aquaculture**, p. 37, Oct./Dec., 2011.

THOMAS, W. E., et al. Glyphosate-resistant cotton (*Gossypium hirsutum*) response and weed management with trifloxysulfuron, glyphosate, prometryn and MSMA. **Weed Technology**. v. 20, n. 1, p. 6-13, Jan./Mar., 2006.

ULGUIM, A. R. **Resposta de capim pé-de-galinha (*Eleusine spp.*) ao herbicida glyphosate**. 2012. 70f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

VARGAS, L. et al. Low level resistance of goosegrass (*Eleusine indica*) to glyphosate in Rio Grande do Sul - Brazil. **Planta Daninha**, v. 31, n. 3, p. 677-686, July/Sept., 2013.

VIDAL, R. A. et al. Resistência de *Eleusine indica* aos inibidores de ACCase. **Planta Daninha**, v. 24, n. 1, p. 163-171, fev., 2006.

WERLANG, R. C.; SILVA, A. A. Interação de glyphosate com carfentrazone-ethyl. **Planta Daninha**, v. 20, n. 1, p. 93-102, abr., 2002.

CAPÍTULO II

RESPOSTA DE BIÓTIPO DE *Eleusine indica* AO HERBICIDA GLIFOSATO

RESPONSE OF *Eleusine indica* BIOTYPE TO GLYPHOSATE HERBICIDE

Resumo

O surgimento de plantas daninhas resistentes a herbicidas é um processo natural que é acelerado em áreas agrícolas onde não ocorre a rotação de mecanismos de ação de herbicidas. Este trabalho teve por objetivo avaliar a resposta de um biótipo de *Eleusine indica* (capim pé-de-galinha) oriundo de Tupanciretã (RS) ao herbicida glifosato. O trabalho foi conduzido em vasos de polietileno (5 L), mantidos em estufa com cobertura plástica no Departamento de Fitotecnia da UFSM no município de Santa Maria (RS) no período entre agosto a dezembro de 2013. Em cada vaso foram transplantadas três mudas oriundas de plantas com suspeita de resistência a glifosato. Os tratamentos consistiram na aplicação de cinco concentrações do produto (0, 25, 50, 100, 200 e 400% da dose de registro que é de 712 g e.a. ha⁻¹) e foram aplicados com as plantas no estágio de dois a três filhotes. Os resultados obtidos para as avaliações de controle e produção de biomassa seca mostraram que o biótipo de capim pé-de-galinha em análise é suscetível ao glifosato uma vez que, na menor dose de registro (712 g e.a. ha⁻¹), o controle foi superior a 98%.

Palavras-chave: Capim pé-de-galinha. Resistência. Controle químico.

Abstract

The emergence of weeds resistant to herbicides is a natural process that is accelerated in agricultural areas where there is rotation mechanisms of action of herbicides. This work aimed to evaluate the response of a biotype of *Eleusine indica* (goosegrass) come from Tupanciretã (RS) to the herbicide glyphosate. The study was conducted in polyethylene pots (5 L), kept in a plastic greenhouse at the Department of Crop Science UFSM in Santa Maria (RS) in the period August to December 2013. In each pot three seedlings derived from plants with suspected resistance to glyphosate were transplanted. Treatments consisted of application of five product concentrations (0, 25, 50, 100, 200 and 400% of the dose of record is 712 g e.a. ha⁻¹) and were applied to the plants at the stage of two to three tillers. The results obtained for the control evaluations and production of dry biomass showed that the biotype of goosegrass in question is susceptible to glyphosate, once at the lowest dose registration (712 g e.a. ha⁻¹) control was higher than 98%.

Keywords: Goosegrass. Resistance. Chemical control.

Introdução

Eleusine indica (capim pé-de-galinha) é uma poácea originária da África (PHILLIPS, 1972) que possui ampla distribuição nas regiões tropicais e subtropicais da Ásia, África oriental e austral, e regiões tropicais da América do Norte (HOLM et al., 1977). É uma planta anual de verão, herbácea, entouceirada e com altura de 30 a 50 cm, possui colmos achatados na parte inferior e folhas glabras ou ligeiramente ciliadas no ápice. A produção de sementes de capim pé-de-galinha é de cerca de 40 mil sementes por planta, sendo que esta apresenta um ciclo anual entre 120 e 180 dias (KISSMANN, 1997).

O capim pé-de-galinha possui biótipos resistentes a diversos mecanismos de ação, entre estes os inibidores de mitose, inibidores da ALS, inibidores da ACCase, inibidores do fotossistema I e inibidores da EPSPS (HEAP, 2014). Segundo este autor, foi comprovado a existência de um biótipo de capim pé-de-galinha coletado na Malásia com resistência múltipla aos herbicidas inibidores da ACCase e EPSPS. Na Malásia também foi verificado um biótipo

de capim pé-de-galinha com nível de resistência de 8-12 vezes a dose de glifosato recomendada para controle da espécie (LEE; NGIM, 2000). Buker et al. (2002) relataram a presença de um biótipo de capim pé-de-galinha com nível de resistência de 30 vezes a dose recomendada de paraquate para controle da espécie. Existem relatos de biótipos resistentes a inibidores da tubulina localizados no Alabama, Arkansas, Flórida, Geórgia, Mississipi, Carolina do Norte, Carolina do Sul e Tennessee (HEAP, 2014). Outro mecanismo de ação que possui biótipos de capim pé-de-galinha resistentes é os inibidores do fotossistema II. Estes foram encontrados no Brasil, Bolívia, Malásia e no Havaí (HEAP, 2014), sendo relatada a existência de dois biótipos resistentes a esse mecanismo de ação pelo herbicida metribuzin (BROSNAN et al., 2008). Mueller et al. (2011) confirmaram o primeiro caso de biótipo de capim pé-de-galinha resistente ao herbicida glifosato no Hemisfério Norte, e existem relatos da existência de outro mecanismo de resistência não identificado, além da modificação do local de ação (NG et al., 2004b).

A respeito da herança da resistência de biótipos de capim pé-de-galinha ao herbicida glifosato, estudos demonstram que esta ocorre por um gene nuclear dominante codificado, enquanto a herança da resistência a triazina é devido à transmissão do gene de resistência do cloroplasto que ocorre através dos óvulos da planta mãe (NG et al., 2004a).

No Brasil, foi verificado a existência de biótipos de capim pé-de-galinha resistentes aos inibidores da ACCase. Entretanto a resistência foi verificada para os herbicidas setoxidim, butoxidim, fenoxaprop, propaquizafop e cihalofop (VIDAL et al., 2006). Segundo o autor, o biótipo de capim pé-de-galinha foi eficazmente controlado pelos herbicidas cletodim, fluazifop, haloxifop e quizalofop, demonstrando que a resistência aos inibidores da ACCase não é verificada em todos os herbicidas pertencentes a esse mecanismo de ação. Segundo Heap (2014) no mundo existem mais de 20.100 hectares e 6.300 locais ocupados com biótipos de capim pé-de-galinha resistentes a herbicidas.

Assim, em experimentos anteriores foi verificado um controle satisfatório do herbicida glifosato em plantas de capim pé-de-galinha, entretanto após trinta dias as plantas rebrotaram e produziram sementes. Dessa forma, este trabalho teve por objetivo verificar se o rebrote observado em experimento anterior foi devido à existência de biótipo de capim pé-de-galinha com algum nível de resistência ao herbicida glifosato.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido de agosto a dezembro de 2013, em estufa localizada no departamento de fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria. Foram utilizados vasos de polietileno de 5 litros de capacidade, e o delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com quatro repetições. As mudas de capim pé-de-galinha foram provenientes de ensaio de fluxo de emergência de sementes, onde o solo utilizado foi o da área experimental localizada no município de Tupanciretã, RS.

Os vasos foram preenchidos com solo classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico típico (STRECK et al., 2008), de textura média, coletado em área de coxilha, na profundidade de 0-10 cm. A análise química do solo indicou $\text{pH}_{\text{água (1:1)}} = 4,3$; $\text{P} = 92,1 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{K} = 96 \text{ mg dm}^{-3}$; argila = 16%; M.O.= 1,7%; $\text{Ca} = 1,3 \text{ cmol}_c / \text{dm}^{-3}$; $\text{Mg} = 0,2 \text{ cmol}_c / \text{dm}^{-3}$ e $\text{Al} = 0,6 \text{ cmol}_c / \text{dm}^{-3}$.

Os tratamentos consistiram na aplicação de cinco doses do herbicida glifosato, sendo estas de 0, 25, 50, 100, 200 e 400% da dose recomendada ($712 \text{ g e.a. ha}^{-1}$ equivalente a $2,0 \text{ L ha}^{-1}$) para controle do capim pé-de-galinha. As doses foram aplicadas no dia 22/11/2013, no qual as plantas encontravam-se com três a quatro folhas no colmo principal e com dois a três afilhos, foi utilizado um pulverizador costal pressurizado a dióxido de carbono (CO_2), equipado com pontas do tipo leque (110015), com volume de calda equivalente a 200 L ha^{-1} . As condições climáticas no momento dos tratamentos foram uma temperatura média de $20,5 \text{ }^\circ\text{C}$ e umidade relativa média do ar de 70,5%. Após os tratamentos, as plantas foram mantidas sendo irrigadas diariamente até os 21 dias após o tratamento (DAT).

As avaliações de controle, efetuadas por avaliadores independentes, foram realizadas através de análises visuais aos 7, 14 e 21 DAT. Essas análises visuais foram baseadas em escala percentual, onde zero representou à ausência de injúrias e 100%, a morte das plantas (FRANS; CROWLEY, 1986). Após a última avaliação de controle aos 21 DAT, foi feita a coleta das plantas para determinação da biomassa verde e, após a secagem em estufa a 60°C , a pesagem em balança de precisão da biomassa seca. Os dados obtidos foram analisados previamente quanto ao atendimento das pressuposições da análise de variância (homocedasticidade e normalidade), e submetidos à análise de variância e a comparação de médias pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Resultados e Discussão

Os resultados dos tratamentos (Tabela 4) com as diferentes doses do herbicida glifosato demonstram que o biótipo de capim pé-de-galinha é suscetível a esse herbicida, devido ao fato de que o tratamento com a dose mínima recomendada do herbicida glifosato (712 g e.a. ha⁻¹, equivalente a 2,0 L ha⁻¹) para controle do capim pé-de-galinha obteve um controle de 98,7% das plantas de capim pé-de-galinha, quando estas se encontravam no estágio de dois a três afilhos, e aos 21 dias após a aplicação do tratamento.

Tabela 4 - Controle de capim pé-de-galinha, em percentagem, aos 7, 14 e 21 dias após aspersão do herbicida glifosato em diferentes doses.

Tratamentos	Doses ha ⁻¹ (kg e.a.)	Controle (%) ¹		
		7 DAT	14 DAT	21 DAT
Testemunha	-----	0 d	0c	0c
GLI – 25% ²	0,178	20,25 ¹ c	47,50 b	66,25 b
GLI – 50% ²	0,356	25,50 b	57,50 b	71,25 b
GLI – 100% ²	0,712	60,00 a	91,25 a	98,75 a
GLI – 200% ²	1,424	53,75 a	95,0 a	98,75 a
GLI – 400% ²	2,848	58,75 a	96,25 a	100 a
CV (%)	-----	6,53	9,89	7,97

* Nas colunas, médias não seguidas da mesma letra minúscula diferem entre si, pelo teste Scott-Knott ao nível de 5% de erro. ¹ Dados analisados com transformação $\text{arc. sen } \sqrt{\% / 100}$. ² Glifosato Atanor (356 g e.a. L⁻¹) - Inibidor da enzima Enol-piruvil-shiquimato-fosfato sintase (EPSPS).

A Figura 4 ilustra os resultados de controle aos 7, 14 e 21 DAT contidos na Tabela 4, demonstrando a evolução do controle do glifosato em plantas de capim pé-de-galinha com dois a três afilhos, no período de 21 dias após aplicação do herbicida.

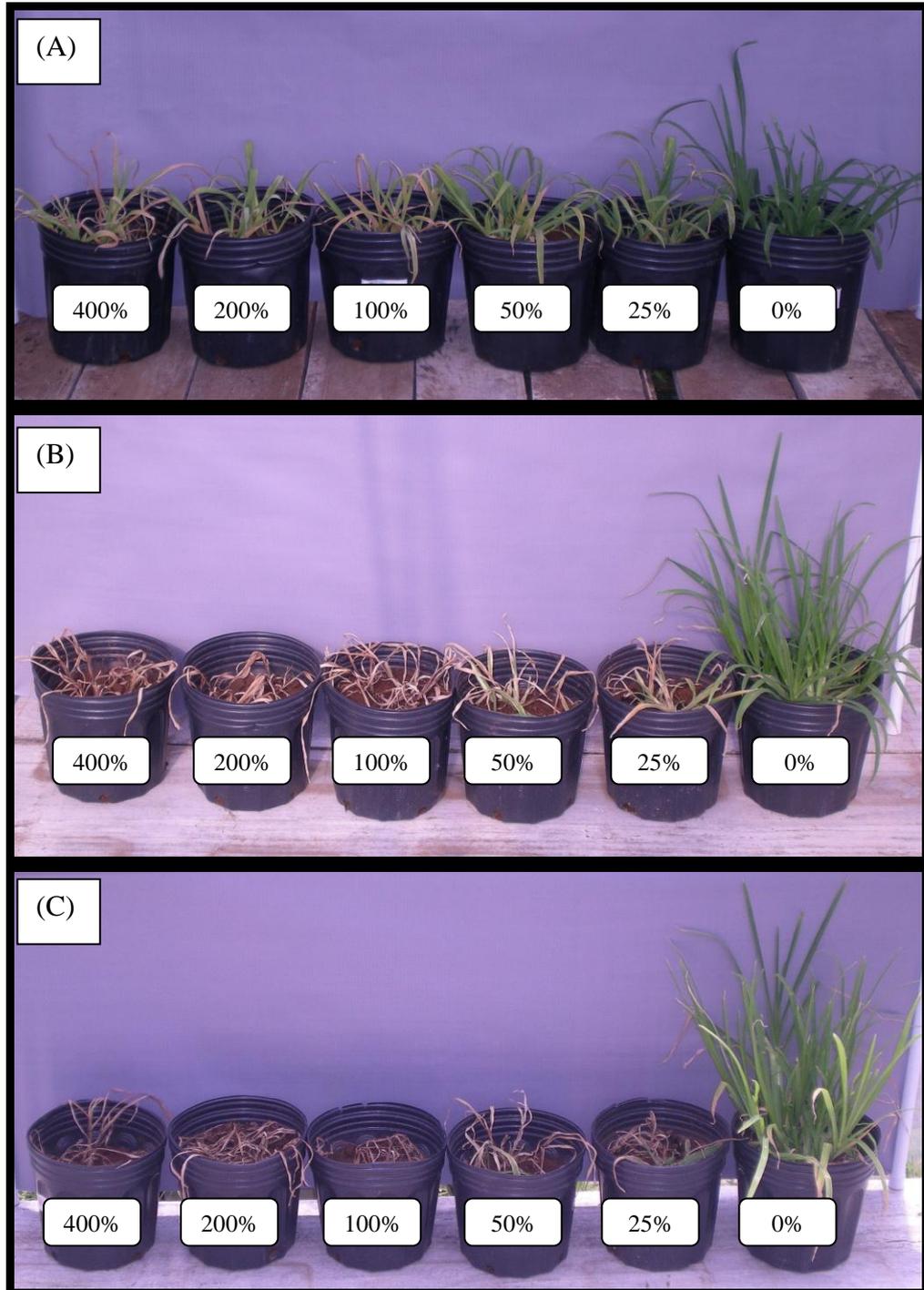


Figura 4 - Controle de plantas jovens de capim pé-de-galinha aos 7 (A), 14 (B) e 21 (C) dias após tratamento (DAT) com diferentes doses do herbicida glifosato ($356 \text{ g e.a. L}^{-1}$). Santa Maria - RS, 2014.

A Figura 5 reflete a curva de dose-resposta de plantas jovens de capim pé-de-galinha em relação a diferentes percentuais da dose recomendada do herbicida glifosato ($712 \text{ g e.a. ha}^{-1}$) aos 21 DAT, podendo se observar que o controle é crescente de acordo com o aumento da

dose de glifosato aplicada. Corroborando com estes resultados, Corbett et al. (2004) relataram que dose de glifosato de 840 g e.a. ha⁻¹ proporcionou controle de 99% em plantas de capim pé-de-galinha com dez centímetros de estatura. Bem como, Clewis et al. (2006) que observaram controle de 96% na dose de glifosato de 840 g e.a. ha⁻¹, em plantas de capim pé-de-galinha no estágio entre uma e quatro folhas. Thomas et al. (2006) também encontraram resultados semelhantes, no qual o herbicida glifosato, na dose de 840 g e.a. ha⁻¹, proporcionou controle de 100% em plantas no estágio de duas a cinco folhas.

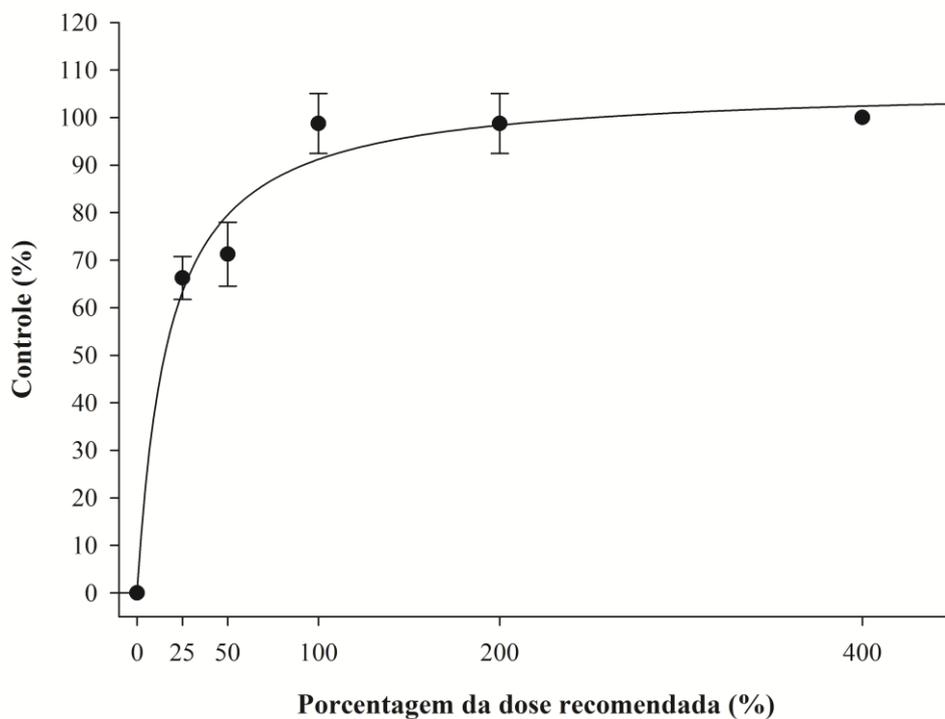


Figura 5 - Controle de capim pé-de-galinha, em porcentagem, em resposta ao glifosato. Santa Maria - RS, 2014.

Já a Figura 6, demonstra o percentual de redução da biomassa seca de plantas jovens de capim pé-de-galinha em relação à testemunha aos 21 DAT, de acordo com o aumento da dose de glifosato aplicada. A curva de dose-resposta da biomassa seca comprova a sensibilidade das plantas de capim pé-de-galinha a dose mínima recomendada do herbicida glifosato, confirmando que o biótipo oriundo de Tupanciretã não possui nenhum nível de resistência ao herbicida glifosato.

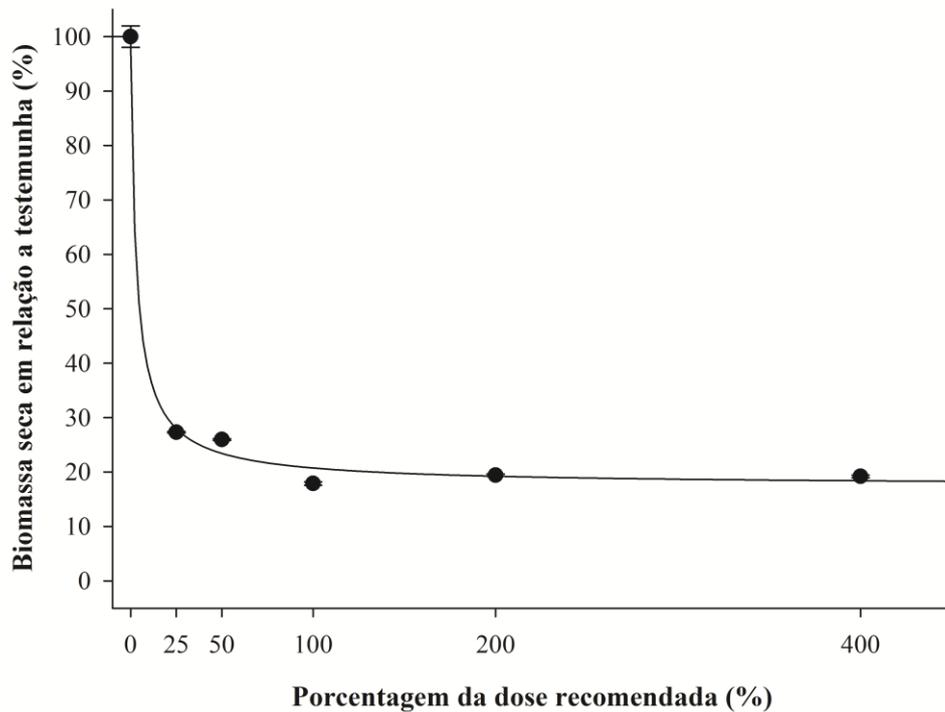


Figura 6 - Biomassa seca de plantas jovens de capim pé-de-galinha em resposta ao herbicida glifosato. Santa Maria - RS, 2014.

O herbicida glifosato causou severas lesões nas folhas e colmos das plantas de capim pé-de-galinha, mesmo nas doses de 25% e 50% da dose recomendada, com sintomas de necrose que iniciavam da base até o ápice foliar. No entanto, nas doses de 25% e 50% da dose recomendada de glifosato ocorreu o rebrote das plantas de capim pé-de-galinha, comprovando que o controle observado de 66 e 71%, respectivamente, não foi eficiente no controle da planta daninha.

Os valores do C_{50} (percentual da dose do herbicida que causa 50% de controle) e BS_{50} (percentual da dose do herbicida que causa 50% de redução da biomassa seca) foram de 17% e 2,9%, respectivamente, (Tabela 5). Esses resultados demonstram que o herbicida glifosato obteve o controle 50% das plantas de capim pé-de-galinha e a redução de 50% da biomassa seca das mesmas, com doses a baixo que a recomendada para o controle do capim pé-de-galinha. Essa elevada redução da biomassa seca aos 21 DAT pode ser explicada pela forma como este herbicida atua nas plantas. Os herbicidas inibidores da enzima EPSPS afetam diretamente a síntese de aminoácidos aromáticos (tirosina, triptofano e fenilalanina), sem a atuação desta enzima ocorre o acúmulo de shikimato na planta e não são formados os

aminoácidos aromáticos para produção de proteínas essenciais no crescimento das plantas (ROSS; CHILDS, 1996).

Tabela 5 - Parâmetros estimados para as equações de resposta de plantas jovens de capim pé-de-galinha às doses de glifosato (356 g e.a. L⁻¹).

Herbicida	y ₀	a	b	x ₀	R ²	P	Equação
Parâmetros estimados para controle							
Glifosato	0,0000 (8,3775) ¹	106,7595 (16,5495)	-1,0042 (0,8011)	17,1769 ² (6,7519)	0,9905	0,0282	Log ⁴
Parâmetros estimados para biomassa seca							
Glifosato	17,4310 (5,2828)	82,5671 (5,9812)	0,9038 (1,0988)	2,9861 ³ (6,7629)	0,9970	0,0046	Log

¹ Valores entre parêntese correspondem ao erro padrão do parâmetro. ² Dose do herbicida (percentual da dose usada como referência) que causa 50% de controle (C₅₀) em plantas de capim pé-de-galinha. ³ Dose do herbicida (percentual da dose usada como referência) que causa 50% de redução da biomassa seca (BS₅₀) da parte aérea de plantas de capim pé-de-galinha. ⁴Equação logística de quatro parâmetros

$$y = y_0 + \frac{a}{1 + \left(\frac{x}{x_0}\right)^b}$$

Entretanto, foi observado resultado semelhante em estudo realizado com trinta e nove biótipos de *Eleusine* spp. com suspeita de resistência ao herbicida glifosato, estes oriundos de Boa Vista do Inara, Carazinho, Cruz Alta, Ijuí, Lagoa Vermelha, Passo Fundo, St^a Bárbara do Sul e Tupanciretã, onde foi encontrado apenas um biótipo com resistência de baixo nível a dose recomendada do herbicida glifosato. Este biótipo é oriundo do município de Boa Vista do Inara, e baseado nos valores de controle e biomassa seca da curva de dose-resposta, este possui maior tolerância que plantas suscetíveis de capim pé-de-galinha a doses do herbicida glifosato (VARGAS et al., 2013).

Conclusões

O biótipo amostrado no município de Tupanciretã (RS) é suscetível ao glifosato, visto que na menor dose de registro (712 g e.a. ha⁻¹) o controle é superior a 98%.

Referências Bibliográficas

BROSNAN, J. T.; NISHIMOTO, R. K.; DEFRANK, J. Metribuzin-resistant goosegrass (*Eleusine indica*) in bermudagrass turf. **Weed Technology**, v. 22, n. 4, p. 675-678, Oct., 2008.

BUKER, R. S.; STEED, S. T.; STALL, W. M. Confirmation and control of a paraquat-tolerant goosegrass (*Eleusine indica*) biotype. **Weed Technology**, v. 16, n. 2, p. 309-313, Apr./June. 2002.

CLEWIS, S. B.; WILCUT, J. W.; PORTERFIELD, D. Weed management with s-metolachlor and glyphosate mixtures in glyphosate-resistant strip and conventional-tillage cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **Weed Technology**, v. 20, n. 1, p. 232-241, Jan., 2006.

CORBETT, J. L. et al. Weed efficacy evaluations of bromoxynil, glufosinate, glyphosate and pyriithiobac and sulfosate. **Weed Technology**. v. 18, n. 2, p. 443-453, Apr./June. 2004.

FRANS, R.; CROWLEY, H. Experimental design and techniques for measuring and analyzing plant responses to weed control practices. In: CAMPER, N. D. **Research methods in weed science**. 3th. ed. Southern Weed Science Society, Champaign. 1986. p. 29-46.

HEAP, I. International survey of resistant weeds. Disponível em: <http://www.weedscience.org/summary/home.aspx>. Acesso em: janeiro 2014.

HOLM, L.G. et al. **The World's Worst Weeds: Distribution and Biology**. Honolulu: University of Hawaii Press. p. 609, 1977.

KISSMANN, K. G. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo, BASF, tomo I, 1997. p. 553-558.

LEE, L. J.; NGIM, J. A first report of glyphosate-resistant goosegrass (*Eleusine indica* (L) Gaertn) in Malaysia. **Pest Management Science**, v. 56, n. 1, p. 36-339, Mar., 2000.

MUELLER, T. C. et al. Glyphosate-Resistant Goosegrass (*Eleusine indica*) Confirmed in Tennessee. **Weed Science**, v. 59, n. 4, p. 562-566, Oct./Dec., 2011.

NG, C. H.; RATNAM, W.; ISMAIL, B. S. Inheritance of glyphosate resistance in goosegrass (*Eleusine indica*). **Weed Science**, v. 52, n. 4, p. 564-570, July. 2004a.

NG, C. H. et al. Glyphosate resistance in *Eleusine indica* (L) Gaertn from different origins and polymerase chain reaction amplification of specific alleles. **Australian Journal Agric. Res.** v. 55, n. 4, p. 407-414, Apr., 2004b.

PHILLIPS S. M. A survey of the genus *Eleusine Gaertn.* (Gramineae) in Africa. **Kew Bulletin**, v. 27, n. 2, p. 251-270, Sept., 1972.

ROSS, M. A.; CHILDS, D. J. In: Herbicide mode-of-action summary. Cooperative Extension Service Publication WS-23, Purdue University, West Lafayette, 1996. Disponível em: <http://www.btny.purdue.edu/weedscience/moa/Aromatic_amino_acid_inhibitors/text.html>. Acesso em: 10 de mar. 2014.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: EMATER/RS, 2008. p. 222.

THOMAS, W. E., et al. Glyphosate-resistant cotton (*Gossypium hirsutum*) response and weed management with trifloxysulfuron, glyphosate, prometryn and MSMA. **Weed Technology**. v. 20, n. 1, p. 6-13, Jan./Mar., 2006.

VARGAS, L. et al. Low level resistance of goosegrass (*Eleusine indica*) to glyphosate in Rio Grande do Sul - Brazil. **Planta Daninha**, v. 31, n. 3, p. 677-686, July/Sept., 2013.

VIDAL, R. A. et al. Resistência de *Eleusine indica* aos inibidores de ACCase. **Planta Daninha**, v. 24, n. 1, p. 163-171, fev., 2006.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O controle de *Eleusine indica* pelo glifosato (712 g e.a. ha⁻¹) é mais efetivo com a aplicação em estádios iniciais de desenvolvimento. Em geral, os resultados demonstram a relevância do estágio do capim pé-de-galinha na época de aplicação dos herbicidas, bem como a ineficiência de cletodim (96 g i.a. ha⁻¹) e imazetapir (106 g e.a. ha⁻¹) no controle desta espécie quando as plantas apresentam mais de três afilhos. A produtividade de grãos de soja seguiu a tendência dos resultados obtidos no controle químico, com maiores produtividades nos tratamentos químicos que expressaram os melhores resultados de controle. Contudo, é importante a escolha dos herbicidas que compõe a associação, evitando sempre que possível os herbicidas que possuem mesmo mecanismo de ação.

As falhas de controle químico de capim pé-de-galinha não podem ser atribuídas somente à aplicação do glifosato em estágio mais avançado das plantas (cinco a seis afilhos), pois outros fatores podem estar envolvidos, como dose do herbicida, tecnologia de aplicação e condições meteorológicas ocorridas antes e após a aplicação do herbicida.

O biótipo de *Eleusine indica* oriundo do município Tupanciretã (RS) não é resistente ao herbicida glifosato, apesar da ocorrência de rebrote e produção de sementes pelas plantas tratadas com este herbicida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORGES, G. O. Resmo histórico do plantio direto no Brasil. In: EMBRAPA-CNPT, FUNACEP-FECOTRIGO, FUNDAÇÃO ABC. **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1993. p. 13-17.

BROSNAN, J. T.; NISHIMOTO, R. K.; DEFRANK, J. Metribuzin-resistant goosegrass (*Eleusine indica*) in bermudagrass turf. **Weed Technology**, v. 22, n. 4, p. 675-678, Oct., 2008.

BUKER, R. S.; STEED, S. T.; STALL, W. M. Confirmation and control of a paraquat-tolerant goosegrass (*Eleusine indica*) biotype. **Weed Technology**, v. 16, n. 2, p. 309-313, Apr./June. 2002.

BURKE, I. C. et al. Glufosinate Antagonizes Clethodim Control of Goosegrass (*Eleusine indica*). **Weed Technology**, v. 19, n. 3, p. 664-668, July/Sept., 2005.

CLEWIS, S. B.; WILCUT, J. W.; PORTERFIELD, D. Weed management with s-metolachlor and glyphosate mixtures in glyphosate-resistant strip- and conventional-tillage cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **Weed Technology**, v. 20, n. 1, p. 232-241, Jan., 2006.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Conjuntura de Soja 2013. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/camaras_setoriais/Soja/20RO/Apresentacao_Conjuntura_soja.pdf>. Acesso em 15 dez. 2013.

CORBETT, J. L. et al. Weed efficacy evaluations of bromoxynil, glufosinate, glyphosate and pyriithiobac and sulfosate. **Weed Technology**. v. 18, n. 2, p. 443-453, Apr./June. 2004.

CULPEPPER, A. S.; YORK, A. C. Weed management and net returns with transgenic, herbicide-resistant, and nontransgenic cotton (*Gossypium hirsutum*). **Weed Technology**, v. 13, n. 2, p. 411-420, Apr./June. 1999.

FLECK, N. G.; CANDEMIL, C. R. G. Interferência de plantas daninhas na cultura da soja. **Ciência Rural**, v. 25, n. 1, p. 27-32, set./dez., 1995.

FRANS, R.; CROWLEY, H. Experimental design and techniques for measuring and analyzing plant responses to weed control practices. In: CAMPER, N. D. **Research methods in weed science**. 3th. ed. Southern Weed Science Society, Champaign. 1986. p. 29-46.

GARCIA, A.; GAZZIERO, D. L. P.; TORRES, E. Determinação do período crítico de competição de ervas daninhas com a cultura de soja. In: RESULTADOS DE PESQUISA DE SOJA, Londrina: EMBRAPA/ CNPSO, 1981, **Anais**, p. 140-145.

HEAP, I. International survey of resistant weeds. Disponível em: <<http://www.weedscience.org/summary/home.aspx>>. Acesso em: janeiro 2014.

HOLM, L. G. et al. **The World's Worst Weeds: Distribution and Biology**. Honolulu: University of Hawaii Press. p. 609, 1977.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estatística da Produção Agrícola. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/estProdAgr_201309.pdf>. Acesso em 15 dez. 2013.

JOHNSON, W. G.; GIBSON, K. D. Glyphosate-resistant weeds and resistance management strategies: an Indiana grower perspective. **Weed Technology**, v. 20, n. 4, p.768-772, July/Aug., 2006.

KISSMANN, K. G. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo, BASF, tomo I, 1997. p. 553-558.

LEE, L. J.; NGIM, J. A first report of glyphosate-resistant goosegrass (*Eleusine indica* (L) Gaertn) in Malaysia. **Pest Management Science**, v. 56, n. 1, p. 36-339, Mar., 2000.

MORRISSETTE, N. S. et al. Dinitroanilines bind alpha-tubulin to disrupt microtubules. **Molecular Biology of the Cell**, v. 15, n. 4, p. 1960-1968, Apr., 2004.

MUELLER, T. C. et al. Glyphosate-Resistant Goosegrass (*Eleusine indica*) Confirmed in Tennessee. **Weed Science**, v. 59, n. 4, p. 562-566, Oct./Dec., 2011.

NG, C. H.; RATNAM, W.; ISMAIL, B. S. Inheritance of glyphosate resistance in goosegrass (*Eleusine indica*). **Weed Science**, v. 52, n. 4, p. 564-570, July. 2004a.

NG, C. H. et al. Glyphosate resistance in *Eleusine indica* (L) Gaertn from different origins and polymerase chain reaction amplification of specific alleles. **Australian Journal Agric. Res.** v. 55, n. 4, p. 407-414, Apr., 2004b.

NOHATTO, M. A. **Resposta de *Euphorbia heterophylla* proveniente de lavouras de soja Roundup Ready® do Rio Grande do Sul ao herbicida glyphosate**. 2010. 76f. Dissertação

(Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

OWEN, M. D. K. et al. Benchmark study on glyphosate-resistant crop systems in the United States. Part 2: perspectives. **Pest Management Science**, v. 67, n. 7, p. 747-757, Mar., 2011.

PEREIRA, M. R. et al. Respostas de plantas de *Eleusine indica* sob diferentes condições hídricas a herbicidas inibidores da ACCase. **Planta Daninha**, v. 29, n. 2, p. 397-404, maio. 2011.

PHILLIPS, S. M. A survey of the genus *Eleusine* (L.) Gaertn. (Gramineae) in Africa. **Kew Bulletin**, v. 27, n. 2, p. 251-270, Sept., 1972.

POTTELKOW, F. K. et al. Interferência de plantas daninha na cultura da soja transgênica. **Global Science and Tecnology**, v. 2, n. 3, p. 38-48, set./dez., 2009.

RADOSEVICH, S. R.; HOLT, J. S.; GHERSA, C. M. Plant-plant associations. In: RADOSEVICH, S. R.; HOLT, J. S.; GHERSA, C. M. (Ed.). **Ecology of weeds and invasive plants: relationship to agriculture and natural resource management**. 3. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, p. 454, 1997.

ROSS, M. A.; CHILDS, D. J. In: Herbicide mode-of-action summary. Cooperative Extension Service Publication WS-23, Purdue University, West Lafayette, 1996. Disponível em: <http://www.btny.purdue.edu/weedscience/moa/Aromatic_amino_acid_inhibitors/text.html>. Acesso em: 10 de mar. 2014.

SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007. p. 42-45.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS - SBCPD. COMITÊ BRASILEIRO DE RESISTÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS AOS HERBICIDAS. **Identificação e manejo de plantas daninhas resistentes aos herbicidas**. Londrina: 2000. 32 p.

STECKEL, L. E. et al. Weed control manual for Tennessee field crops, forage crops, pastures, farm ponds and harvest aids. UT Extension, PB1580. Knoxville, TN: **University of Tennessee Institute of Aquaculture**, p. 37, Oct./Dec., 2011.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: EMATER/RS, 2008. p. 222.

THOMAS, W. E., et al. Glyphosate-resistant cotton (*Gossypium hirsutum*) response and weed management with trifloxysulfuron, glyphosate, prometryn and MSMA. **Weed Technology**, v. 20, n. 1, p. 6-13, Jan./Mar., 2006.

ULGUIM, A. R. **Resposta de capim pé-de-galinha (*Eleusine spp.*) ao herbicida glyphosate**. 2012. 70f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

VARGAS, L. et al. Low level resistance of goosegrass (*Eleusine indica*) to glyphosate in Rio Grande do Sul - Brazil. **Planta Daninha**, v. 31, n. 3, p. 677-686, July/Sept., 2013.

VIDAL, R. A. et al. Resistência de *Eleusine indica* aos inibidores de ACCase. **Planta Daninha**, v. 24, n. 1, p. 163-171, fev., 2006.

VILA-AIUB, M. M. et al. Glyphosate-resistant weeds of South American cropping systems: an overview. **Pest Management Science**, v. 64, n. 4, p. 366-371, abr., 2008.

WERLANG, R. C.; SILVA, A. A. Interação de glyphosate com carfentrazone-ethyl. **Planta Daninha**, v. 20, n. 1, p. 93-102, abr. 2002.