

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROBIOLOGIA

**Andrisa Balbinot**

*Elephantopus mollis* KUNTH (ASTERACEAE): FLUXO DE EMERGÊNCIA E  
CURVA DE DOSE-RESPOSTA A HERBICIDAS

**Santa Maria, RS  
2016**

**Andrisa Balbinot**

*Elephantopus mollis* Kunth (ASTERACEAE): FLUXO DE EMERGÊNCIA E CURVA  
DE DOSE-RESPOSTA A HERBICIDAS

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agrobiologia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestra em Agrobiologia**.

Orientador: Prof°. Dr. Sergio Luiz de Oliveira Machado  
Co-orientador: Prof°. Dr. Nelson Diehl Kruse

Santa Maria, RS  
2016

## Ficha catalográfica

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

Balbinot, Andrisa

Elephantopus mollis Kunth (ASTERACEAE): FLUXO DE EMERGÊNCIA E CURVA DE DOSE-RESPOSTA A HERBICIDAS / Andrisa Balbinot.-2016.

71 p. ; 30cm

Orientador: Sergio Luiz de Oliveira Machado

Coorientador: Nelson Diehl Kruse

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de Pós-Graduação em Agrobiologia, RS, 2016

1. Suçuaiá 2. Curvas de dose-resposta 3. Associação soja/pastagem de inverno I. Luiz de Oliveira Machado, Sergio II. Diehl Kruse , Nelson III. Título.

**Andrisa Balbinot**

*Elephantopus mollis* Kunth (ASTERACEAE): FLUXO DE EMERGÊNCIA E CURVA DE DOSE-RESPOSTA A HERBICIDAS

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agrobiologia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestra em Agrobiologia**.

**Aprovado em 10 de março de 2016:**

---

**Sergio Luiz de Oliveira Machado, Dr. (UFSM)**  
(Presidente/Orientador)

---

**Mário Antônio Bianchi, Dr. (UNICRUZ/CCGL)**

---

**Liliana Essi, Dra. (UFSM)**

Santa Maria, RS  
2016

Dedico este trabalho aos meus pais  
Deolino e Joira Balbinot e minhas  
irmãs Andréia e Aline Balbinot,  
pelo amor, exemplo, apoio e  
compreensão em todos os  
momentos.

## **Agradecimentos**

À Universidade Federal de Santa Maria e o Programa de Pós-Graduação em Agrobiologia pelas oportunidades e formação concedidas.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul, pela concessão da bolsa durante o período de Mestrado.

Aos meus pais, Deolino José e Joira Carolina, minhas irmãs Aline e Andréia, pelo apoio e amor incondicional.

Ao professor Nelson Diehl Kruse, pela amizade e orientação durante boa parte de minha caminhada acadêmica.

Ao professor Sergio Machado, pela oportunidade e auxílio durante o período.

Aos colegas de Laboratório André Guareschi, Cezar Coradini, Keli Silva e Fernando Piccinini pela vivência e companheirismo.

Aos estagiários incansáveis Leonardo, Tiago e Jussiane, por todo apoio e auxílio durante instalação, condução e avaliação dos experimentos.

Ao GHIPE e principalmente ao professor Sylvio Bidel, por todo auxílio prestado durante a realização dos experimentos.

Aos sempre presentes Suelen Aimi, Alessandro Rosa, Aline Balbinot, Caroline Signor, Deise Cagliari, Edicarla Trentin, Gabriela Signor, Lia Reck, Rodrigo Borkowski, Mariana Dossin, Regis Stacke, Lilian Cabrera, Giliardi Dalazen, Tatiele Lamarque e Kelen Muller, pela amizade e apoio.

A todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para minha formação como profissional, cidadã e principalmente como ser humano, muito obrigada!

*“Não é o mais forte da espécie que sobrevive, nem o mais inteligente.  
É o que melhor se adapta às mudanças”  
(Charles Darwin)*

## RESUMO

### *Elephantopus mollis* Kunth (ASTERACEAE): FLUXO DE EMERGÊNCIA E CURVA DE DOSE-RESPOSTA A HERBICIDAS

AUTORA: Andrisa Balbinot

ORIENTADOR: Sergio Luiz de Oliveira Machado

*Elephantopus mollis* é uma espécie da família Asteraceae recentemente encontrada em cultivos de soja/pastagens de inverno na região centro-oeste do Rio Grande do Sul, Brasil. Sua presença tem reduzido o rendimento e aumentado o custo de produção dessas culturas. Com o objetivo de conhecer o padrão de emergência da espécie ao longo do ano e sua sensibilidade aos principais herbicidas empregados nesses cultivos é que realizou-se o presente trabalho. Para determinar o fluxo de emergência e a estimativa do banco de sementes na área foram conduzidos dois experimentos em área rural do município de Tupanciretã, e para a resposta aos herbicidas foram conduzidos cinco ensaios de curvas de dose-resposta com os herbicidas glifosato, 2,4-D, metsulfuron-metil, flumioxazin e saflufenacil. Nos experimentos para a emergência foram demarcadas duas áreas próximas. Uma mantida sem cultivo e outra submetida ao cultivo usual da área total. Em ambas, os tratamentos foram representados pelos doze meses do ano para realizar a contagem das plantas emergidas para cada mês, com quatro repetições. As amostras para estimar o banco de sementes foram coletadas no mês de agosto, em cada uma das doze parcelas da área mantida sem cultivo, nas profundidades de 0 a 5 cm e de 5 a 10 cm. Em bandejas mantidas em casa de vegetação, foram efetuadas as contagens das plantas emergidas, a cada 15 dias, durante 150 dias. Para as curvas de dose-resposta foram estabelecidas doses representando a divisão e múltiplo da dose recomendada dos herbicidas para espécies similares, na forma: 0; x/8; x/4; x/2; x; 2x; 4x; 8x. Para glifosato  $x = 1440 \text{ g ea ha}^{-1}$ , 2,4-D  $x = 670 \text{ g ea ha}^{-1}$ , metsulfuron  $x = 2,4 \text{ g ia ha}^{-1}$ , flumioxazin  $x = 50 \text{ g ia ha}^{-1}$  e saflufenacil  $x = 35 \text{ g ia ha}^{-1}$ . Os tratamentos herbicidas foram aplicados sobre plantas com 8 a 10 folhas. As variáveis foram a avaliação visual de controle (%) (escala 0-100) aos 3, 7, 14, 21 e 28 dias após os tratamentos e a massa de matéria verde e seca das raízes e parte aérea, produzindo a massa total e relativa, por sua expressão em percentagem do tratamento sem herbicida aos 28 dias. Os resultados demonstram que *E. mollis* emerge durante todos meses do ano, com maiores emergências nos meses de novembro, fevereiro e maio. Já a estimativa do banco de sementes apontou para a presença, na média de todas amostras, de 400 sementes  $\text{m}^2$  de *E. mollis* na profundidade de 0 a 5 cm e inexpressiva entre 5 a 10 cm. Houve uma fraca correlação entre as plantas emergidas e o banco de sementes, demonstrando ser a emergência mais intensa provavelmente devido à temperatura do solo dos meses de novembro, fevereiro e maio. Pode-se sugerir que os picos de emergência coincidem com os momentos de implantação das culturas e representam assim as melhores oportunidades para realizar-se o controle. Os resultados das curvas demonstram que glifosato e 2,4-D não são eficientes no controle e não se pode concluir sobre a eficiência de metsulfuron, flumioxazin e saflufenacil.

**Palavras-chave:** Suçuaiá. Curvas de dose-resposta. Associação soja/pastagem de inverno.



## ABSTRACT

### *Elephantopus mollis* Kunth (ASTERACEAE): EMERGENCY FLOW AND HERBICIDES DOSE-RESPONSE CURVES

AUTHOR: Andrisa Balbinot

ADVISER: Sergio Luiz de Oliveira Machado

*Elephantopus mollis* is a Asteraceae family species recently found in soybean crops / winter pastures in the central-western region of Rio Grande do Sul, Brazil. Its presence has reduced yields and increased the cost of production of these crops. In order to get the emergency pattern of the species throughout the year and its sensitivity to the main herbicide used in these crops it is that took place this work. To determine the emergency flow and the seed bank in the area two experiments were conducted in a rural area of the municipality of Tupanciretã, and for the response to herbicides were conducted five trials of dose-response curves to the herbicide glyphosate, 2, 4-D, metsulfuron-methyl, flumioxazin and saflufenacil. In the emergency experiments it have been demarcated two areas side by side. One kept uncropped and another subjected to the usual crop of the total area. In both areas, treatments were represented by twelve months of the year to carry out the count of emerged plants for each month. The samples to estimate the seed bank were collected in the month of August in each of the twelve portions of the area kept uncropped in the depths of 0 to 5 cm and 5 to 10 cm. In trays kept in a greenhouse (UFSM), counts were made of emerged plants, every 15 days for 150 days. For dose-response curves were established doses and represents the division multiple of the recommended dose of herbicide for similar species as 0; x / 8; x / 4; x / 2; x; 2x; 4x; 8x. For glyphosate  $x = 1440 \text{ g ha}^{-1}$ , 2,4-D  $x = 670 \text{ g ha}^{-1}$ , metsulfuron  $x = 2.4 \text{ g ai ha}^{-1}$ , flumioxazin  $x = 50 \text{ g ai ha}^{-1}$  and saflufenacil  $x = 35 \text{ g ai ha}^{-1}$ . Herbicide treatments were applied to plants with 8 to 10 leaves. The variables were visual assessment of control (%) (range 0-100) at 3, 7, 14, 21 and 28 days after treatments and the mass of green and dry matter of roots and shoots, producing the total mass and relative, by its expression as a percentage of treatment without herbicide to 28 days. The results show that *E. mollis* emerges during all months of the year, with major emergencies in the months of November, February and May. But the seed bank pointed to the presence in the average of all samples of 400 seeds  $\text{m}^2$  of *E. mollis* in the 0 to 5 cm and inexpressive 5 to 10 cm. There was a weak correlation between the emerged plants and seed bank, proving to be the most intense emergency probably due to soil temperature for the months of November, February and May. It can be suggested that emergency peaks coincide with the time of implantation of cultures and thus represent the best opportunities to make up the control. The results found with the curves show that glyphosate and 2,4-D are not efficient in the control and can not conclude on the efficiency metsulfuron, flumioxazin and saflufenacil.

**Keywords:** Suçuaiá. Dose-response curves. Soybean crop/winter pastures associations.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Espécie <i>Elephantopus mollis</i> Kunth .....	17
Figura 2 - Destino das sementes de plantas daninhas. Entradas para o banco de sementes são mostradas com setas verdes e perdas com setas vermelhas.....	22
Figura 3 – Distribuição da emergência de <i>Elephantopus mollis</i> ao longo de 12 meses, em área não cultivada e cultivada. Tupanciretã/RS, 2014/2015 .....	36
Figura 4 – Correlação do fluxo emergência de plantas a campo e a temperatura média do solo durante 12 meses. Tupanciretã/RS, 2014/2015.....	37
Figura 5 – Médias do fluxo de emergência mensal ao longo de um ano, e estimativa do banco de sementes da espécie <i>Elephantopus mollis</i> , em área sob cultivo de soja RR/pastagem, no sistema de semeadura direta. Tupanciretã/RS, 2014/2015.....	39
Figura 6- Curva de dose-resposta da massa de matéria seca total ( $\text{g planta}^{-1}$ ) de <i>Elephantopus mollis</i> pela aplicação do herbicida glifosato, ajustada pelo modelo log-logístico de 4 parâmetros (SEEFELDT; JENSEN; FUERST, 1995). UFSM, Santa Maria, RS, 2016 .....	52
Figura 7 - Curva de dose-resposta da avaliação visual de controle (%) de <i>Elephantopus mollis</i> pela aplicação do herbicida 2,4-D, ajustada pelo modelo log-logístico de 4 parâmetros (SEEFELDT; JENSEN; FUERST, 1995). UFSM, Santa Maria, RS, 2016 .....	53

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características dos herbicidas utilizados em relação a sua formulação, grupo químico e mecanismo de ação. UFSM, Santa Maria, RS, 2016 .....	25
Tabela 2 - Precipitações acumuladas e médias das temperaturas mínimas, médias e máximas diárias, para cada mês, durante o período de condução do experimento em Tupanciretã/RS, 2014/2015.....	34
Tabela 3 - Características físico-químicas do solo utilizado como substrato na produção das plantas de suçuaiá. UFSM, Santa Maria, RS, 2015.....	44
Tabela 4 - Relação dos tratamentos compostos pela curva de metsulfuron (doses de zero a 19,2 g i.a. ha <sup>-1</sup> ), glifosato (doses de zero a 11520 g e.a. ha <sup>-1</sup> ) e 2,4-D (doses de zero a 21440 g e.a. ha <sup>-1</sup> ) em aplicação com óleo mineral a 0,1, 0,5 e 0,3%, respectivamente. UFSM, Santa Maria, RS, 2016.....	46
Tabela 5 - Relação dos tratamentos compostos pela curva de flumioxazim (doses de zero a 400 g i.a. ha <sup>-1</sup> ) e saflufenacil (doses de zero a 196 g i.a. ha <sup>-1</sup> ) e adição de óleo mineral a 0,5 %. UFSM, Santa Maria, RS, 2016 .....	47
Tabela 6 - Escala utilizada para a avaliação visual de controle de plantas de <i>Elephantopus mollis</i> (adaptado de FRANS; CROWLEY, 1986). UFSM, Santa Maria, RS, 2016 .....	48
Tabela 7 - Percentagem da massa de matéria seca total (MMST) de <i>Elephantopus mollis</i> , expressa em relação ao tratamento sem aplicação de herbicidas, aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos. Santa Maria, 2015/2016.....	55
Tabela 8 - Parâmetros estimados pelo ajuste do modelo log-logístico sobre curvas de dose-resposta dos herbicidas glifosato, 2,4-D e metsulfuron, aplicados sobre <i>Elephantopus mollis</i> , e seus respectivos erros-padrões, valores de t e probabilidade de erro (p). UFSM, Santa Maria, RS, 2016 .....	57

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	<b>13</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>16</b>
<b>2.1 <i>ELEPHANTOPUS MOLLIS</i> (KUNTH)</b> .....	16
2.1.1 <i>Caracterização da espécie</i> .....	16
2.1.1.1 <i>Caracterização morfológica e botânica</i> .....	17
2.1.2 <i>Propriedades e uso medicinal</i> .....	19
2.1.3 <i>Inserção como planta daninha</i> .....	19
<b>2.2 BANCO DE SEMENTES NO SOLO E EMERGÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS</b> .....	20
2.2.1 <i>Banco de sementes no solo</i> .....	20
2.2.2 <i>Emergência de plantas daninhas</i> .....	23
<b>2.3 CURVA DE DOSE RESPOSTA A HERBICIDAS</b> .....	24
2.3.1 <i>Modelo</i> .....	24
2.3.2 <i>Herbicidas</i> .....	25
2.3.2.1 <i>Metlsulfuron-metil</i> .....	26
2.3.2.2 <i>Glifosato</i> .....	26
2.3.2.3 <i>2,4-D (2,4 diclorofenoxiacético)</i> .....	27
2.3.2.4 <i>Flumioxazin</i> .....	28
2.3.2.5 <i>Saflufenacil</i> .....	28
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>30</b>
<b>BANCO DE SEMENTES E FLUXO DE EMERGÊNCIA DE <i>Elephantopus mollis</i> EM SISTEMA DE SEMEADURA DIRETA SOB CULTIVO DE SOJA E PASTAGEM DE AZEVÉM</b> .....	<b>30</b>
<b>3 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>32</b>
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>33</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>35</b>
<b>6 CONCLUSÕES</b> .....	<b>40</b>
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>41</b>
<b>RESPOSTA DE <i>Elephantopus mollis</i> AOS HERBICIDAS COM POTENCIAL DE CONTROLE NO SISTEMA SOJA - PASTAGEM DE INVERNO</b> .....	<b>41</b>
<b>7 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>43</b>
<b>8 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>44</b>
<b>9 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>49</b>
<b>10 CONCLUSÕES</b> .....	<b>55</b>
<b>11 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>56</b>
<b>12 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>57</b>
<b>APÊNDICES</b> .....	<b>64</b>

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Com área de cultivo estimada em 33 milhões de hectares e produção em torno de 100 milhões de toneladas, a soja é uma das culturas com maior importância no Brasil. O Rio Grande do Sul é o terceiro estado produtor nacional, com área semeada maior do que 5,2 milhões de hectares e produção em torno de 15 milhões de toneladas do grão (CONAB, 2016). Esse aumento na produção está vinculado à otimização do manejo pelos produtores e ao desenvolvimento de novas cultivares, o que contribuiu para a obtenção de médias de produtividade elevadas. Entretanto, com ataque de pragas, patógenos e a interferência de plantas daninhas, o potencial produtivo da cultura ainda se encontra abaixo do esperado.

A presença de plantas daninhas não afeta apenas a produtividade de grãos, mas também, pode reduzir a qualidade do produto colhido, elevar o teor de umidade dos grãos, hospedar pragas e doenças, além de dificultar a colheita afetando o desempenho dos equipamentos (RIZZARDI et al., 2003).

As plantas daninhas têm características que são peculiares e que interferem na estratégia de manejo. Em comunidades estabelecidas, essas plantas demonstravam baixa capacidade em competir por recursos essenciais (água, nutrientes, luz e espaço), porém, ao longo do tempo, essas espécies desenvolveram características que proporcionam a sobrevivência em diferentes ambientes, sujeitos aos mais variados tipos de limitações ao crescimento e desenvolvimento dessas plantas. Essas características tornam-se um impedimento à obtenção de um controle eficiente de plantas daninhas, sendo denominadas de características de agressividade (SILVA et al., 2007).

Para a obtenção de um controle adequado destas plantas, é necessário o conhecimento mais detalhado de tais características, que envolvem principalmente a biologia da planta. Entre as várias plantas daninhas que representam preocupação especial em lavoura de soja estão: buva (*Conyza bonariensis* Cronquist), azevém (*Lolium multiflorum* Lamarck), corriola (*Ipomoea triloba* L.) e leiteira (*Euphorbia heterophylla* L.) (RPS-Sul, 2014). Contudo, a espécie *Elephantopus mollis* Kunth (*E. mollis*), naturalmente encontrada em campos nativos e pastagens cultivadas, a qual

não era considerada planta daninha em lavoura de soja, atualmente é encontrada em algumas regiões do centro oeste do Rio Grande do Sul (RS) como fator limitante. A produção agrícola de grande parte do RS é caracterizada pelo cultivo de soja no verão e, durante o inverno, o estabelecimento de pastagens de azevém e/ou aveia ou cultivo de trigo. Através da adoção do sistema de semeadura direta ocorreu aumento do uso de glifosato, inserido no manejo da vegetação antes do plantio da cultura e também no controle de plantas daninhas em culturas perenes (PRICE et al., 2011). O surgimento e a ampla utilização das culturas geneticamente modificadas, tolerantes ao glifosato, também colaborou para o aumento da utilização do mesmo, elevando a pressão de seleção exercida pelo herbicida sob espécies tolerantes e biótipos resistentes de plantas daninhas (DILL; CAJACOB; PADGETTE, 2008; MOREIRA; CHRISTOFFOLETI, 2008).

Pertencente à família Asteraceae, *E. mollis* é nativa do Continente Americano, ocorrendo desde os Estados Unidos até o Uruguai. No Brasil, pode ser encontrada em quase toda a extensão territorial, na qual costuma infestar principalmente campos nativos e pastagens plantadas, porém não é um alimento nutritivo para o gado e pode reduzir a produtividade das pastagens dentro de poucos anos (DAFF, 2014). Conhecida popularmente como suçuaiá, erva-de-colégio, erva-grossa, fumo-bravo e pé-de-elefante, é uma planta perene, reproduzida por sementes, desenvolve-se bem em áreas de baixa fertilidade, tolerando certo grau de sombreamento (KISSMANN; GROTH, 1999). *E. mollis* incidia naturalmente em campos nativos e com a expansão da área destinada ao cultivo de soja, a espécie passou a causar interferência no cultivo.

A região de ocorrência da espécie como da daninha compreende principalmente o município de Tupanciretã, RS. O perfil econômico desse município era baseado na atividade pecuária, porém, a atividade sofreu problemas relacionados a fatores econômicos (redução do preço dos bovinos e substituição do produto carne por outros derivados, como, frango e suíno) (PREFEITURA, 2016). Devido a esses fatores, o cultivo de grãos foi integrado à produção pecuária, fazendo com que a região se tornasse uma das referências em produção, principalmente de soja, um dos principais produtos de exportação do país. Com a expansão da cultura, algumas plantas daninhas inicialmente infestantes em áreas de campo nativo passaram a competir com a soja, como é o caso da *E. mollis*, a qual incidia naturalmente em campos nativos (KISSMANN; GROTH, 1999).

Considerando não haver estudos que indiquem os fatores de adaptação da espécie *Elephantopus mollis* a um ambiente diferente do habitual, foi proposta a presente pesquisa, a qual foi dividida em dois capítulos que estão organizados de acordo com os objetivos a seguir:

✓ Capítulo I – Avaliar o fluxo de emergência e o banco de sementes de *E. mollis* em áreas destinadas ao cultivo de soja no verão e pastagem de azevém e/ou aveia no inverno.

✓ Capítulo II – Verificar a resposta de *E. mollis* à aplicação de diferentes herbicidas de ação total e latifolicidas.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 *Elephantopus mollis* Kunth

#### 2.1.1 Caracterização da espécie

A família Asteraceae tem importância no meio agrícola, por seu valor positivo das espécies comerciais, tais como, o girassol (*Helianthus annuus* L.), alface (*Lactuca sativa* L.) e diversas flores ornamentais, como crisântemo (*Chrysanthemum* sp. L.) áster (*Aster* sp. L.) e gérbera (*Gerbera* sp. L.). Por seu valor negativo, várias espécies de plantas daninhas também são encontradas nesta família, como picão-preto (*Bidens pilosa* L.), buva (*Conyza bonariensis*), mio-mio (*Baccharis coridifolia* DC.), entre outras (KISSMANN; GROTH, 1999). Conhecida também como Compositae, a família apresenta grande número de espécies consideradas daninhas, as quais em geral apresentam alta agressividade em ambiente competitivo junto à cultura. Esta agressividade está vinculada, principalmente, à capacidade de dispersão de sementes que ocorre em função da presença de frutos com pappus, estruturas de aderência, na maioria plumosos (VENABLE; LEVIN, 1983), de modo que o transporte das sementes é facilitado pela anemocoria e zoocoria.

A espécie *Elephantopus mollis* (*E. mollis*) pertence à tribo Vernonieae e à família Asteraceae, nativa do Continente Americano, ocorre desde os Estados Unidos até o Uruguai. No Brasil, além da *E. mollis*, o gênero é representado por outras seis espécies *Elephantopus scaber* L., *Elephantopus riparius* Gardner, *Elephantopus racemosus* Gardner, *Elephantopus micropappus* Less, *Elephantopus biflorus* Less e *Elephantopus angustifolius* Sw (IAC, 2016). *E. mollis* pode ser encontrada em quase toda a extensão territorial, na qual costuma infestar principalmente áreas de pastagem, gramados, beira de estradas e terrenos baldios (LORENZI, 2008). Conhecida popularmente no Brasil como suçuaiá, erva-de-colégio, erva-grossa, fumo-bravo e pé-de-elefante, é uma planta perene, propaga-se



apenas por sementes, desenvolve-se bem em áreas de baixa fertilidade e tolera certo grau de sombreamento (KISSMANN; GROTH, 1999).

Figura 1 – Espécie *Elephantopus mollis* Kunth



Fonte: Balbinot, A. (2016).

#### 2.1.1.1 Caracterização morfológica e botânica

Morfológicamente a espécie é caracterizada como planta herbácea, tornando-se lenhosa na base do caule quando adulta, podendo atingir em média 60 cm de altura, ramificada, apresenta concentração de folhas na parte basal e sistema radicular pivotante. O caule é ereto, com formato cilíndrico (até 1 cm de espessura), intensamente ramificado e ramos eretos estendidos de forma aberta a partir das axilas foliares. Em estágios iniciais de desenvolvimento, o caule e ramos tem a superfície verde e com o envelhecimento tornam-se lenhosos, com coloração amarronzada (KISSMANN; GROTH, 1999).

As folhas basais são rosuladas, enquanto que ao longo do caule e ramos são alternas, ocorrendo de forma espaçada, sésseis com a base atenuada e circundando parcialmente a região do nó. O limbo das folhas inferiores é oblongo-lanceolado com até 25 cm de comprimento por 15 cm de largura, com base atenuada e ápice agudo. Progredindo em direção ao topo da planta, as folhas

diminuem de tamanho, chegando finalmente a cerca de um cm de comprimento por 0,5 cm de largura, onde sua forma se modifica para o lanceolado, sendo a base mais larga nas folhas menores. Apresentam margens crenadas nas folhas maiores e levemente dentadas nas menores e as nervuras são proeminentes na face dorsal, sobre as quais ocorrem pêlos curtos. O limbo é levemente enrugado e de cor verde intensa na face ventral, sendo um pouco mais clara que a dorsal (KISSMANN; GROTH, 1999).

As inflorescências estão localizadas na parte terminal das ramificações e a partir de axilas foliares superiores. Os pseudo-capítulos apresentam pedúnculos de até sete cm de comprimento, sendo que cada um tem até 25 mm de diâmetro e é guarnecido por três brácteas coriáceas triangulares com 1-1,5 cm de comprimento por largura igual da base. Cada pseudo-capítulo apresenta diversos capítulos comprimidos. As flores são dispostas em capítulos cilíndricos, com cerca de sete mm de comprimento, moldados pelo involúcro, que é formado por quatro séries de filárias lanceoladas e agudas, onde as séries internas apresentam o comprimento do capítulo e as externas são menores. Cada capítulo apresenta geralmente 3 - 4 flores, cujo cálice é substituído por um papilho formado por cinco cerdas abruptamente dilatadas e em forma deltóide na base. As corolas são tubiformes, terminadas por cinco lóbulos que sobressaem um pouco ao involúcro e tem coloração violácea-clara, gineceu com ovário ínfero, verde claro, com estilete e estigma brancos (KISSMANN; GROTH, 1999).

Os frutos são denominados de cipselas (MARZINEK et al., 2008), apresentam formato obovoide com 2,5 – 2,7 mm de comprimento por 0,6 – 0,7 mm de largura base afilada e papilho unisseriado, com cinco cerdas setiformes, deltóide-dilatadas na base, com minúsculos cílios de 3,5 – 4,0 mm de comprimento e coloração branco-amarelada. A superfície de pericarpo tem coloração acinzentada a castanha-clara, com 9 – 10 estrias longitudinais mais claras (KISSMANN; GROTH, 1999).

As plântulas apresentam folhas cotiledonares subcarnosas, sésseis, ovaladas, com base obtusa e ápice arredondado, verde-claras e glabras. As folhas verdadeiras são coriáceas, sésseis, de limbo obovado, com base atenuada e ápice subagudo, bastante irregulares e pouco enrugadas, de cor verde escura, com tênue pilosidade. Os hipocótilos e epicótilos são muito pouco desenvolvidos, de modo que as folhas se dispõem sobre o solo em forma de roseta (KISSMANN; GROTH, 1999).

### 2.1.2 Propriedades e uso medicinal

O atual estado da arte nos remete a estudos científicos da espécie *E. mollis* baseados em suas propriedades medicinais (LORENZI; MATOS, 2008). Cronquist (1988) sugeriu que o sucesso evolutivo da família Asteraceae pode ser atribuído em parte ao desenvolvimento de um sistema químico de defesa através da produção combinada de compostos orgânicos pelas plantas, os quais na medicina popular apresentam potencial fitoterápico.

A *E. mollis* é utilizada como adstringente, antilítica, diurética, emoliente e anti-reumática, sendo indicada para tratamento de bronquite, tosse associada à pneumonia, gripe, úlcera, cálculos renais e hepatite (CABRERA; KLEIN, 1980; BIAVATTI et al., 2007; LORENZI; MATOS, 2008). Estudos fitoquímicos indicaram a presença de flavonóides, triterpenóides e lactonas sesquiterpênicas (BANERJEE et al., 1986; LORENZI; MATOS, 2008), algumas das quais com propriedades antitumoral (LEE et al., 1975) e leishmanicida (FUCHINO et al., 2001).

### 2.1.3 Inserção como planta daninha

No Brasil, *E. mollis* é encontrada em quase toda a extensão territorial, no meio urbano infesta gramados, estradas e terrenos baldios, no agrícola, costuma infestar principalmente campos nativos e pastagens cultivadas. Porém, não é um alimento nutritivo para o gado e pode reduzir a produtividade das pastagens dentro de poucos anos (DAFF, 2014). A inserção da espécie como planta daninha em culturas agrícolas ainda é pouco conhecida e, atualmente agricultores de algumas regiões do centro oeste do RS indicam a espécie como fator limitante. Segundo Gomes Jr. e Christoffoleti (2008), com a adoção do sistema plantio direto o controle químico passou a ter papel fundamental no manejo das plantas daninhas e, a ampla e repetida utilização do glifosato pode promover a evolução de casos de tolerância e resistência em diversas espécies daninhas (KOGER et al., 2004).

O conhecimento das características biológicas, bem como, a habilidade de prever a germinação das sementes de plantas daninhas sob diferentes condições ambientais são informações importantes dentro da composição de um sistema de manejo adequado (SILVA et al., 2007). Por meio da comparação entre a caracterização biológica atual de *E. mollis* e as características que as plantas daninhas apresentam, é possível relacionar algumas características da espécie com os fatores de agressividade das plantas daninhas, como por exemplo, a dispersão das sementes, no espaço e no tempo.

A reprodução via sementes e a facilidade com que são dispersas pelo vento, possibilitam o alcance de diferentes distâncias, auxiliando na disseminação no ambiente e permanecendo viáveis no tempo. Dessa forma, o conhecimento de aspectos relacionados à biologia das plantas, como o banco de sementes no solo, a emergência das plântulas ao longo das estações de crescimento e a profundidade máxima na qual as plantas daninhas conseguem emergir, permite a adoção de práticas adequadas de manejo, incluindo medidas culturais e não-químicas (BRIGHENTI; VOLL; GAZZIERO, 2003; SOUZA FILHO, 2006). Além disso, associando-se os atributos biológicos com a sobrevivência das espécies, é possível analisar como as populações de plantas daninhas desenvolvem-se em função da pressão de seleção causada pelas práticas agrícolas.

## 2.2 Banco de sementes no solo e emergência de plantas daninhas

### 2.2.1 Banco de sementes no solo

O banco de sementes é definido como sendo o estoque de sementes viáveis existentes no solo, desde a superfície até as camadas mais profundas, em determinada área e época (ALMEIDA-CORTEZ, 2004). Representa o total de sementes e outras estruturas de propagação (rizomas, estolões e tubérculos) das plantas presentes no solo (CARMONA, 1992).

O principal papel do banco de sementes no solo é na substituição de plantas eliminadas por causas naturais ou não, como senescência, doenças, movimentos de solo, queimada, estiagem, temperaturas adversas, inundação e consumo animal,

incluindo o homem (CARMONA, 1992). Dessa forma o banco de sementes apresenta ação ecológica no suprimento de novos indivíduos para as comunidades vegetais ao longo do tempo (ROBERTS, 1981). Contudo, em solos cultivados o banco de sementes constitui um sério problema à atividade agrícola, garantindo infestações de plantas daninhas por diferentes períodos de tempo, mesmo quando impede-se a entrada de novas sementes na área. Isto acarreta decréscimo na produção e qualidade do produto colhido, bem como no aumento dos custos de produção. A maioria das sementes que chegam ao solo em áreas cultivadas vem principalmente de plantas daninhas anuais (cerca de 95%) e das próprias culturas (CARMONA, 1992).

Comparadas aos cultivos agrícolas em geral, as plantas daninhas são mais agressivas em termos de desenvolvimento e ocupação rápida no solo, tornando-se problema, caso o controle adequado não seja realizado (SILVA et al., 2007). Essa agressividade é influenciada por diversos aspectos, os quais estão relacionados principalmente às características biológicas da planta. Além de apresentar alta competitividade com os cultivos agrícolas (SILVA et al., 2007) as plantas daninhas apresentam alta capacidade de produção de propágulos, perpetuando-se tanto por sementes quanto por via vegetativa. O processo de germinação também apresenta peculiaridades, visto que essas espécies utilizam artifícios que lhes conferem alta desuniformidade na germinação das plantas, como por exemplo, a dormência dos propágulos e a distribuição dos mesmos no perfil do solo (BRIGHENTI, 2001).

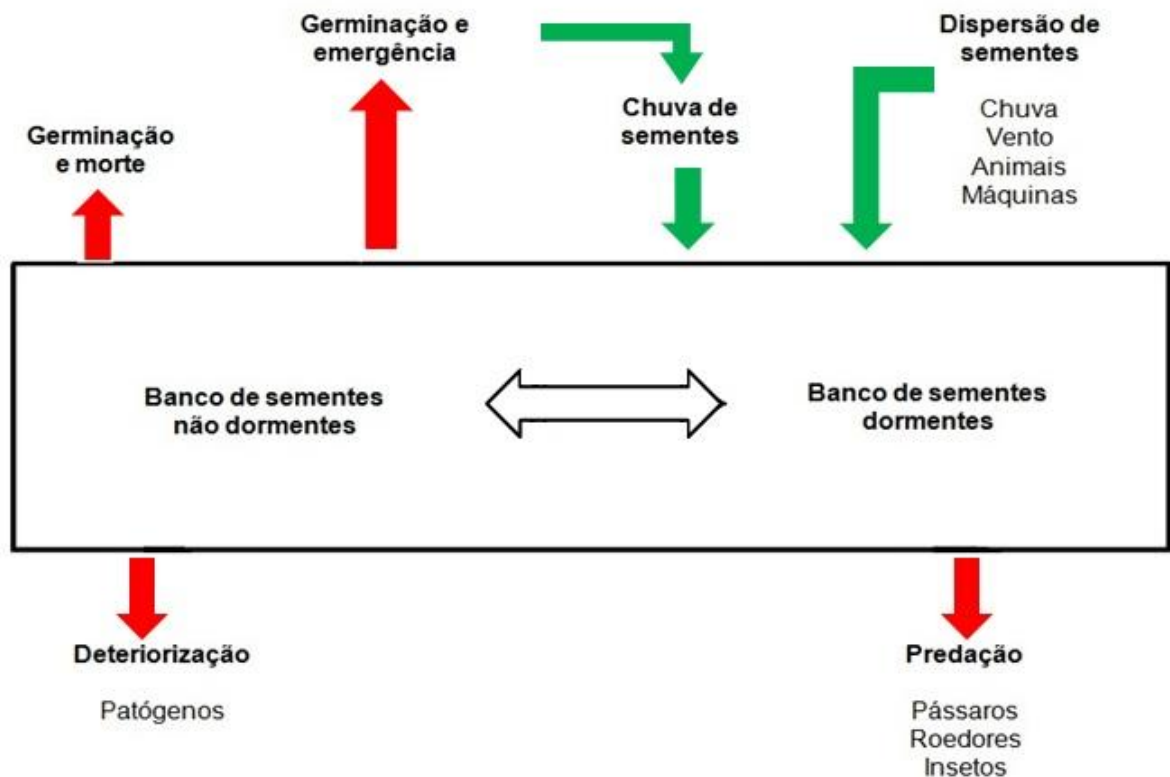
As amplitudes e as composições botânicas do banco de sementes são variáveis em função dos distintos habitats nos quais são inseridos (CARMONA, 1992). Normalmente o tamanho do banco de sementes das plantas daninhas é maior em áreas cultivadas anualmente do que em ambientes menos perturbados, como florestas (BLANCO, 2014). Isto se deve à estratégia de plantas daninhas de produzir grande número de sementes por planta (BLANCO, 2014) aliada a mecanismos de disseminação, longevidade e dormência (SILVA et al., 2007) para sobreviver em ambientes constantemente perturbados. Deuber (1992) fez referência à elevada capacidade reprodutiva de algumas plantas daninhas: *Amaranthus* sp. L. (120.000 sementes/planta), *Galinsoga parviflora* Cav. (30.000 sementes/planta), *Portulaca oleracea* L. (53.000 sementes/planta).

Segundo Fenner (1995) ao considerar o tamanho do banco de sementes (número de sementes por m<sup>-2</sup>) em relação a diferentes ambientes, têm-se: área

cultivada (20.000 a 40.000), pradarias/pântanos (5.000 a 20.000), florestas temperadas (1.000 a 10.000), florestas tropicais (100 a 1.000) e em florestas de regiões montanhosas (10 a 100). Com isso, para determinar o número de sementes é necessário realizar a contagem do número total de sementes ou o número de sementes germinadas em um dado volume de solo ou em uma determinada área.

No campo, são coletadas amostras de diferentes profundidades e transferidas para laboratório para que possam ser analisadas. O tamanho e a composição botânica das espécies que constituem uma população de sementes do solo, em dado momento, é o resultado do balanço entre a entrada de novas sementes e perdas por germinação, deterioração, parasitismo, predação e dispersão (CARMONA, 1992). Na Figura 2 pode ser observado as principais formas de entrada e saída de sementes do solo.

Figura 2 - Destino das sementes de plantas daninhas. Entradas para o banco de sementes são mostradas com setas verdes e perdas com setas vermelhas



Fonte: (Adaptado de Menalled, 2008).

### 2.2.2 Emergência de plantas daninhas

As plantas daninhas apresentam grande habilidade de sobrevivência, atribuída principalmente aos mecanismos de agressividade competitiva em relação às plantas cultivadas, as quais apresentam maior eficiência no aproveitamento de recursos disponíveis no ambiente, como água, luz, nutrientes e gás carbônico (LORENZI, 2006). Conforme o mesmo autor há capacidade de produção de grandes quantidades de sementes, com vistas à perpetuação da espécie, considerando que nem todas as sementes possam germinar e completar seu ciclo. Além disso, a maioria das sementes produzidas pelas plantas daninhas não germinam imediatamente após a maturação, mesmo que as condições ambientais sejam favoráveis, podendo permanecer em dormência por meses e até anos, garantindo dessa forma, sementes viáveis por maior período de tempo.

O fluxo de emergência das plantas é definido como a dinâmica de emergência da infestação para determinada espécie em função do tempo, sendo influenciado pelas condições edafoclimáticas, manejo do solo e aplicação de herbicidas (BLANCO, 2014). Observações realizadas a campo por Blanco e Blanco (1991) demonstraram que o principal fluxo de emergência apresenta tendência de ocorrer em determinados períodos do ano, variável em função de cada espécie. Esses picos de emergência são definidos por fatores ambientais favoráveis e pela habilidade das sementes viáveis em responder a tais estímulos. Castro e Viera (2001) afirmaram que as plantas daninhas apresentam tendência de germinarem dentro de certos limites de temperatura, indicando que existe um valor considerado ótimo para ocorrência da máxima germinação das sementes em um período mínimo, variável de espécie para espécie. Além disso, os mesmos autores enfatizam que altas temperaturas podem provocar estresse, inibindo ou causando a dormência térmica das sementes.

Vários trabalhos foram desenvolvidos com o objetivo de avaliar o efeito do manejo do solo no fluxo de emergência das plantas daninhas. Correia et al. (2006) concluíram que a composição específica e as densidades populacionais das comunidades infestantes foram influenciadas pelos sistemas de produção de cobertura morta, sendo que algumas espécies tiveram a emergência inibida em

solos com maiores níveis de palha. Blanco e Blanco (1991) inferiram que o manejo de populações de plantas daninhas por meio da movimentação do solo estimulou a emergência de várias espécies. Boyd e Van Acker (2003) verificaram que a emergência é influenciada pela profundidade na qual a semente está localizada.

### 2.3 Curva de dose resposta a herbicidas

As curvas de dose resposta são uma ferramenta importante na ciência das plantas daninhas, principalmente no que se refere ao estudo da tolerância e resistência das plantas aos herbicidas e sua eficiência de controle. A relação entre a dose de herbicida e a resposta da planta tem importância fundamental na compreensão da eficácia do herbicida e seu modo de ação (SEEFELDT; JENSEN; FUERTS, 1995). O emprego da curva de resposta às doses não é somente no estudo de associações de herbicidas, mas também na constatação de resistência de plantas a herbicidas e na influência de fatores ambientais no seu desempenho (KRUSE et al., 2006).

O modelo é utilizado para descrever a resposta biológica de uma planta daninha às doses crescentes do herbicida isolado e/ou em associação, adotando um fator constante de diluição, para que assim se obtenham doses equidistantes em escala logarítmica. O resultado é a obtenção de uma curva simétrica em formato sigmoide, que pode ser ajustada pelo modelo logístico e através desse ajuste é obtida a estimativa da dose que provoca 50% do efeito total possível na variável resposta analisada (GREEN; STREIBIG, 1993; SEEFELDT; JENSEN; FUERTS, 1995; JOHNSON; YOUNG, 2002).

#### 2.3.1 Modelo

O uso da regressão não linear e do modelo log-logístico descrito por Streibig, Rudemo e Jensen (1993) é amplamente difundido para ensaios de eficiência no controle de plantas daninhas através de herbicidas isolados e em mistura bem como o estudo de casos de resistência. A utilização desse modelo foi indicada por Seefeldt, Junsen e Fuerts (1995), que cita como principal vantagem do modelo a



obtenção da ED<sub>50</sub>, definido como a dose necessária para reduzir 50% do crescimento ou da biomassa das plantas tratadas. Com isso, é possível determinar através da relação ED<sub>50</sub> da planta susceptível com o ED<sub>50</sub> da planta resistente obtendo-se assim, a verificação do nível de resistência dos biótipos que foram testados. Dessa forma, relaciona-se a resposta da planta (controle) com a dose x do herbicida, conforme a equação 1:

$$y = C + (D - C) / (1 + \exp (b (\log(x) - \log (ED_{50})))) \quad (1)$$

Sendo: D = limite superior da curva; C = limite inferior da curva; b = declividade da curva, e ED<sub>50</sub> = dose correspondente a 50% de resposta. O limite superior da curva D corresponde à resposta média da testemunha e o limite inferior da curva C é a resposta média com doses altas do herbicida. O parâmetro b descreve a declividade da curva em torno do ED<sub>50</sub>.

### 2.3.2 Herbicidas

Herbicidas que tem potencial de controlar satisfatoriamente *E. mollis* incluem aqueles com ação total e com ação latifolicida. A seguir será apresentada uma breve descrição de alguns herbicidas (Tabela 1), que supostamente podem ser empregados em um sistema de manejo dessa planta daninha no cultivo da soja e cultivos em sucessão.

Tabela 1 - Herbicidas com ação potencial no controle de *Elephantopus mollis*, com seu mecanismo de ação e as doses de registros indicadas para cereais de inverno e soja. UFSM, Santa Maria, RS, 2016

Nome comercial	Nome comum	Mecanismo de ação	Dose máxima de registro (g/L ha <sup>-1</sup> )	
			Cereais de inverno	Soja
Ally	Metsulfuron-methyl	ALS <sup>1</sup>	600 g kg <sup>-1</sup>	6,6 g kg <sup>-1</sup>
Roundup Original	Glifosato	EPSPS <sup>2</sup>	360 g L <sup>-1</sup>	360 g L <sup>-1</sup>
DMA 806 BR	2,4-D amina	Auxina <sup>3</sup>	670 g L <sup>-1</sup>	670 g L <sup>-1</sup>
Flumyzin 500	Flumioxazin	PROTOX <sup>4</sup>	500 g kg <sup>-1</sup>	500 g kg <sup>-1</sup>
Heat	Saflufenacil	PROTOX	700 g kg <sup>-1</sup>	70 g kg <sup>-1</sup>

<sup>1</sup>ALS: Inibidor da enzima Acetolactato Sintase; <sup>2</sup>EPSPS: Inibidor da enzima enolpiruvil shikimato-3-fosfato sintase; <sup>3</sup>Auxina: Mimetizador de Auxina; <sup>4</sup>PROTOX: Inibidor da enzima Protoporfirinogenio Oxidase.

### 2.3.2.1 *Metsulfuron-metil*

Metsulfuron-metil é um herbicida utilizado para controle de plantas daninhas eudicotiledôneas nas culturas de trigo, arroz, cana-de-açúcar, aveia, cevada e pastagens (SILVA; FERREIRA; FERREIRA, 2007). O herbicida é caracterizado pelo alto nível de atividade em doses baixas, apresentando atividade na dose de 2 g ha<sup>-1</sup>. As plantas daninhas sensíveis que são submetidas à aplicação do produto apresentam clorose das folhas e morte das gemas apicais, com evolução para morte em até 21 dias após a aplicação (SILVA; FERREIRA; FERREIRA, 2007).

O herbicida está classificado entre os herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS) e pertence ao grupo químico das sulfonilureias. A ALS é uma importante enzima que apresenta ação na rota de síntese dos aminoácidos de cadeia ramificada valina, leucina e isoleucina (VIDAL et al., 2014). A ação dos herbicidas inibidores da ALS consiste na ligação desses produtos no canal que dá acesso ao local da ligação dos substratos à enzima (MCCOURT et al., 2006). Dessa forma, ocorre a paralisação da síntese dos aminoácidos valina, leucina e isoleucina, com subsequente paralisação da síntese de proteínas. Em decorrência dessa inibição primária, ocorre também inibição da divisão celular (mitose), e diminuição da translocação de açúcares para as regiões de demanda da planta. A paralisação do crescimento ocorre de uma a duas horas após a aplicação, porém os sintomas visuais surgem após vários dias e têm início pela murcha das partes jovens (ROMAN et al., 2007; VIDAL et al., 2014).

O metsulfuron apresenta rápida absorção foliar e radicular, translocando-se pelo xilema seguindo a absorção pela raiz e pelo floema via aplicação foliar, sendo acumulado nas áreas meristemáticas (SENSEMAN, 2007). A seletividade para determinadas culturas, como arroz e trigo, é explicada pela rápida metabolização da molécula em produtos de toxicidade reduzida (SILVA; FERREIRA; FERREIRA, 2007).

### 2.3.2.2 *Glifosato*

Herbicida mais utilizado no mundo, o glifosato pertence ao grupo químico dos derivados da glicina, classificado como não seletivo de ação sistêmica e aplicado em

pós-emergência em plantas daninhas anuais e perenes. Inibe a EPSPS (5-enolpiruvilshiquimato 3-fosfato sintase) através da competição com o substrato PEP (fosfoenolpiruvato), interferindo na síntese dos aminoácidos aromáticos essenciais fenilalanina, tirosina e triptofano (SILVA; FERREIRA; FERREIRA, 2007).

A absorção do glifosato ocorre pela cutícula foliar e posterior translocação via simplasto, facilitada em condições de alta luminosidade (OLIVEIRA Jr; BACARIN, 2011). Não apresenta atividade em pré-emergência, pois fica sorvido nos colóides do solo onde a degradação microbiana é a principal forma de decomposição do herbicida. A translocação segue a rota dos fotoassimilados, no sentido fonte-dreno, tem acumulação nas raízes, pontos de crescimento e áreas de crescimento ativo (MONQUEIRO et al, 2004). Os sintomas ocorrem lentamente, iniciados pelo amarelecimento das folhas, murchamento e gradual surgimento de clorose e necrose, sendo que a morte da planta pode ocorrer de 4 a 20 dias após a aplicação (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011).

#### 2.3.2.3 2,4-D (2,4 diclorofenoxiacético)

O 2,4-D é um herbicida que juntamente com o MCPA, marcou historicamente o início do desenvolvimento da indústria química e desde então os reguladores de crescimento tem um papel importante no controle de plantas daninhas (TROYER, 2001). O 2,4 diclorofenoxiacético é recomendado para o controle de plantas daninhas eudicotiledôneas em pastagens, gramados e gramíneas. É um herbicida sistêmico que apresenta como mecanismo de ação a mimetização de auxina. Apresenta translocação via floema e/ou xilema, apresentando acúmulo nas regiões meristemáticas dos pontos de crescimento. Em doses normais apresenta atividade residual que não excede quatro semanas em solos argilosos e clima quente (SILVA; FERREIRA; FERREIRA, 2007).

Os mimetizadores de auxina além de provocarem o mesmo tipo de resposta na planta que o hormônio natural, tem maior duração e maior intensidade, isso porque eles apresentam alta estabilidade na planta, não sendo metabolizados tão rapidamente quanto às auxinas naturais (GROSSMAN, 2009).

Segundo Grossman (2009) os sintomas nas plantas são observados em até cinco horas após a aplicação: enrolamento do caule, inchaço dos tecidos e epinastia foliar, redução do crescimento do caule e raízes, produção excessiva de espécies

reativas de oxigênio (ROS), senescência e morte das células (ruptura dos cloroplastos, membrana celular e sistema vascular) com descoloração avermelhada, clorose e murchamento.

#### *2.3.2.4 Flumioxazin*

Herbicida com pouca mobilidade, o flumioxazin é utilizado em aplicações de pré e pós-emergência, destinadas ao controle de plantas daninhas eudicotiledôneas em diversas culturas (AGROFIT, 2016). O flumioxazin pertence ao grupo químico das ftalimidas, e seu mecanismo de ação é a inibição da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX) (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). A absorção do flumioxazin ocorre tanto pelas folhas como pelas raízes. Em aplicações de pré-emergência das plantas daninhas, os sintomas observados são necrose e morte logo após a incidência de luz, causada pela peroxidação dos lipídeos. Em pós-emergência, as folhas sofrem rápida dessecação e posterior necrose dos tecidos vegetais (SENSEMAN, 2007).

#### *2.3.2.5 Saflufenacil*

O saflufenacil é um herbicida seletivo condicional de contato, uma molécula desenvolvida para controle de plantas daninhas eudicotiledôneas em diversas culturas como por exemplo cana-de-açúcar, soja, milho, trigo, algodão e sorgo (BOWE et al., 2008; LIEBL et al., 2008; GEIER; STAHLMAN; CHARVAT, 2009; SOLTANI; SHROPSHIRE; SIKKEMA, 2010; LYON; KNISS, 2010). Apresenta efeito residual, podendo ser utilizado em pré-plantio na dessecação, em pré e pós-emergência das plantas daninhas (AGROFIT, 2016).

Trata-se de um herbicida que apresenta como mecanismo de ação a inibição da enzima protoporfirinogênio IX oxidase (PROTOX) (GROSSMANN et al., 2010), que catalisa a conversão do protoporfirinogênio IX em protoporfirina IX. O bloqueio dessa rota metabólica afeta a síntese de clorofila e citocromos no cloroplasto, além de gerar espécies reativas de oxigênio no citosol, com posterior estresse oxidativo que rompe as membranas com consequente extravasamento do conteúdo celular (BEALE; WEISTEIN, 1990). Referente à sintomatologia, pigmentos dos cloroplastos

ficam esbranquiçados, ocorre a necrose do tecido, inibição do crescimento e morte da planta (SILVA; FERREIRA; FERREIRA, 2007; GROSSMANN et al., 2011). Segundo Liebl et al. (2008), os sintomas em espécies suscetíveis se manifestam dentro de poucas horas, podendo acarretar na morte das plantas em até três dias após a aplicação.

Saflufenacil é translocado nas plantas principalmente via xilema, havendo uma razoável mobilidade no floema (LIEBL et al., 2008; ASHIGH; HALL, 2010). A mistura com outros herbicidas ou a adição de adjuvantes pode influenciar sua absorção e translocação, sendo que, é recomendada a utilização de adjuvante para maior eficiência da ação do produto (AGROFIT, 2016).

Vários trabalhos foram desenvolvidos para avaliar o desempenho do saflufenacil em mistura com outros herbicidas (FRIHAUF; STAHLMAN; AL-KHATIB, 2010; ASHIGH; HALL, 2010; BOWE et al., 2008; WAGGONER et al., 2011). Através de resultados obtidos por WAGGONER et al. (2011) foi possível observar controle satisfatório no controle de buva (*Conyza* sp.) quando submetida à aplicação da mistura de saflufenacil com glifosato. De modo similar, Fornarolli et al. (2011) indicaram que a mistura de saflufenacil e glifosato e 2,4-D resultou em incremento no controle de buva. Trabalhos realizados por Dallazen et al. (2015) demonstraram que além do controle satisfatório, a adição de glifosato ao herbicida saflufenacil preveniu a ocorrência de rebrote e a produção de novas sementes de buva.

## CAPÍTULO I

### **BANCO DE SEMENTES E FLUXO DE EMERGÊNCIA DE *Elephantopus mollis* KUNTH EM SISTEMA DE SEMEADURA DIRETA SOB CULTIVO DE SOJA E PASTAGEM DE AZEVÉM**

#### **RESUMO**

*Elephantopus mollis* Kunth é uma espécie da família Asteraceae recentemente encontrada em cultivos de soja e pastagens de inverno na região centro-oeste do Rio Grande do Sul. Sua presença tem reduzido o rendimento e aumentado o custo de produção dessas culturas. Com o objetivo de avaliar o fluxo de emergência e o banco de sementes da espécie é que se realizou o presente trabalho. Foram conduzidos dois experimentos em área rural do município de Tupanciretã, RS, para o fluxo de emergência e coleta de amostras de solo para o banco de sementes, mantidas após em casa de vegetação, no Campus da UFSM, Santa Maria, RS. Nos experimentos para a emergência foram demarcadas duas áreas próximas. Uma mantida sem cultivo e outra submetida ao cultivo usual da área total. Em ambas, os tratamentos foram representados pelos doze meses do ano para realizar a contagem das plantas emergidas para cada mês do ano, com quatro repetições. As amostras para estimar o banco de sementes foram coletadas no mês de agosto, em cada uma das doze parcelas da área mantida sem cultivo, nas profundidades de 0 a 5 cm e de 5 a 10 cm. Em bandejas mantidas na casa de vegetação, foram efetuadas as contagens das plantas emergidas, a cada 15 dias, durante 150 dias. Os resultados demonstram que *E. mollis* emerge durante todos meses do ano, com maiores emergências nos meses de novembro, fevereiro e maio. Já a estimativa do banco de sementes apontou para a presença, na média de todas amostras, de 400 sementes m<sup>2</sup> de *E. mollis* na profundidade de 0 a 5 cm e inexpressiva entre 5 a 10 cm. Houve uma fraca correlação entre as plantas emergidas e o banco de sementes, demonstrando ser a emergência mais intensa provavelmente devido à temperatura do solo dos meses de novembro, fevereiro e maio. Pode-se sugerir que os picos de emergência coincidem com os momentos de implantação das culturas e representam assim as melhores oportunidades para realizar-se o controle.

**Palavras-chave:** Suçuaiá. Região centro-oeste do RS. Emergência

## CAPÍTULO I

### *Elephantopus mollis* KUNTH EMERGENCY FLOW AND SEEDBANK IN TILLAGE SYSTEM OF SOYBEAN CROPS AND RYEGRASS PASTURE

#### ABSTRACT

*Elephantopus mollis* Kunth is a species of the Asteraceae family recently found in soybean crops and winter pastures in the central-western region of Rio Grande do Sul. Its presence has reduced yields and increased the cost of production of these crops. In order to assess the emergency flow and seed bank this study was conducted. Two experiments were conducted in a rural area of the municipality of Tupanciretã, RS, for emergency flow and collection of soil samples for the seed bank, kept after in a greenhouse on the campus of UFSM, Santa Maria, RS. In the experiments to the emergency have been demarcated two areas side by side. One kept without crops and another subjected to the usual crop of the total area. In both areas, treatments were represented by twelve months of the year to carry out the counting of emerged plants for each month of the year, with four replications. The samples to estimate the seed bank were collected in the month of August in each of the twelve plots of the uncropped area, in the depths of 0 to 5 cm and 5 to 10 cm. In trays kept in the greenhouse, the counts were made of emerged plants, every 15 days for 150 days. The results show that *E. mollis* emerges during all months of the year, with major emergencies in the months of November, February and May. But the seed bank pointed to the presence in the average of all samples of 400 seeds m<sup>2</sup> of *E. mollis* in the 0 to 5 cm and inexpressive at 5 to 10 cm. There was a weak correlation between the emerged plants and seed bank, proving to be the most intense emergency probably due to soil temperature for the months of November, February and May. It can be suggested that emergency peaks coincide with the time of implantation of crops and thus represent the best opportunities to make up the control.

**Keywords:** Suçuaiá, West center of RS. Emergence.

### 3 INTRODUÇÃO

A presença de plantas daninhas dentro do sistema de produção agrícola não afeta apenas a produtividade de grãos, mas também, reduz a qualidade do produto colhido, eleva o teor de umidade dos grãos, hospeda pragas e doenças, além de dificultar a colheita afetando o desempenho dos equipamentos (RIZZARDI et al., 2003). Uma das principais características das plantas daninhas é a produção de grande quantidade de sementes, um dos mecanismos pelo quais garante a perpetuação das espécies.

O banco de semente é definido como uma reserva de sementes viáveis, presentes no solo em superfície ou profundidade. Em áreas de cultivos agrícolas, a dinâmica do banco de sementes do solo vem sendo amplamente estudada, com o objetivo principal de quantificar e qualificar a população presente no banco. Dessa forma, índices de predição e modelos de emergência podem ser gerados, permitindo-se prever futuras infestações e principalmente realizar adequação do manejo do solo e cultura.

A suçuaiá (*Elephantopus mollis*) pertence à família Asteraceae, nativa do Continente Americano, no Brasil pode ser encontrada em quase toda a extensão territorial, na qual costuma infestar principalmente campos nativos e pastagens plantadas. É uma planta perene, reproduzida por sementes, desenvolve-se bem em áreas de baixa fertilidade e tolera certo grau de sombreamento (KISSMANN; GROTH, 1999). A espécie é naturalmente encontrada em campos nativos, não sendo considerada planta daninha comum em lavoura de soja, contudo, atualmente é encontrada em algumas regiões do centro oeste do Rio Grande do Sul (RS) como fator limitante.

As plantas daninhas têm características que são peculiares e que interferem na estratégia de manejo. Em comunidades estabelecidas, essas plantas possuíam baixa capacidade de competir por recursos essenciais (água, nutrientes, luz e espaço), porém, ao longo do tempo, desenvolveram características que proporcionam a sobrevivência em ambientes sujeitos aos mais variados tipos de limitações no crescimento e desenvolvimento dessas plantas. Essas características tornam-se um impedimento à obtenção de controle eficiente de plantas daninhas, sendo denominadas de características de agressividade (SILVA et al., 2007). A



suçuaiá tem esta agressividade vinculada, principalmente, à capacidade de dispersão de sementes que ocorre em função da presença de frutos com papus, estruturas de aderência, em sua maioria plumosos (VENABLE; LEVIN, 1983), de modo que o transporte é facilitado.

A presente pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar o fluxo de emergência de *Elephantopus mollis* (*E. mollis*) ao longo de um ano e inferir a estimativa do banco de sementes em sistema de plantio direto sob cultivo de soja no verão e pastagem de azevém/aveia no inverno.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento do fluxo de emergência foi realizado durante o ano de 2015, no interior do município de Tupanciretã, região Centro Oeste do estado Rio Grande do Sul, coordenadas geográficas de latitude 29° 8' S e longitude 54°17' O, em uma propriedade rural destinada ao cultivo de grãos e pecuária de corte. Duas áreas paralelas foram demarcadas: uma destinada para lavoura de soja (verão) e pastagem de azevém – aveia (inverno) e outra diferida (sem cultivo), ambas com histórico de incidência de *E. mollis*, e utilizadas anteriormente para os cultivos citados. Em cada área foi demarcado um experimento de dimensões de 36 x 40m, com quatro blocos e 12 unidades experimentais de 3 x 10m, distribuídas aleatoriamente, totalizando 48 parcelas de 30 m<sup>2</sup>. Mensalmente foi realizada a contagem definitiva das quatro parcelas do mês vigente e a pré-contagem das plantas emergidas nas quatro parcelas correspondentes ao mês seguinte. Dessa forma, os tratamentos foram constituídos pelos meses do ano. Na pré-contagem, as plantas emergidas foram etiquetadas, de modo que emergências anteriores não fossem somadas às atuais. O experimento na área sem cultivo foi cercado para evitar trânsito de animais, máquinas e tratos culturais do restante da área. Os dados meteorológicos (Tabela 2) foram obtidos da estação meteorológica do sistema Agropecta 00001F19 (BASF, 2016), localizada em Tupanciretã, coordenadas de latitude 29°12' S e longitude 54°12' O.

Os dados obtidos foram testados quanto à normalidade e homogeneidade das variâncias. Foram submetidos à análise de variância ( $p \leq 0,05$ ) e as médias comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2 - Precipitações acumuladas e médias das temperaturas mínimas, médias e máximas diárias, para cada mês, durante o período de condução do experimento. Tupanciretã/RS, Dezembro/2014 – Dezembro/2015

Mês	Precipitação (mm)	Médias das temperaturas (°C)		
		Mínimas	Máximas	Médias
Janeiro	369	18,28	27,86	22,23
Fevereiro	96	17,61	28,64	21,99
Março	112	17,82	29,55	22,31
Abril	187	14,91	27,36	19,99
Maio	54	12,38	22,62	16,55
Junho	170	11,05	19,65	14,90
Julho	282	10,14	17,11	13,34
Agosto	63	13,23	21,89	16,92
Setembro	148	9,95	21,12	15,03
Outubro	236	13,82	22,75	17,75
Novembro	187	15,30	25,38	19,64
Dezembro	200	15,93	26,98	20,92

O experimento do banco de sementes foi desenvolvido no Departamento de Defesa Fitossanitária da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Santa Maria localiza-se na região central do estado do Rio Grande do Sul e apresenta coordenadas geográficas de latitude: 29°41'S e longitude: 29°48'O e altitude de 95 metros. O clima é definido como subtropical úmido, classe "Cfa", sem estação seca definida e com verões quentes (MORENO, 1961).

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação com placas de policarbonato alveolar, com sistema de ventilação forçada e controle de temperatura interna, a qual se manteve entre 25 e 27°C. A casa de vegetação apresenta orientação norte-sul e as bancadas são distribuídas na orientação leste-oeste, sobre as quais foi conduzido o experimento.

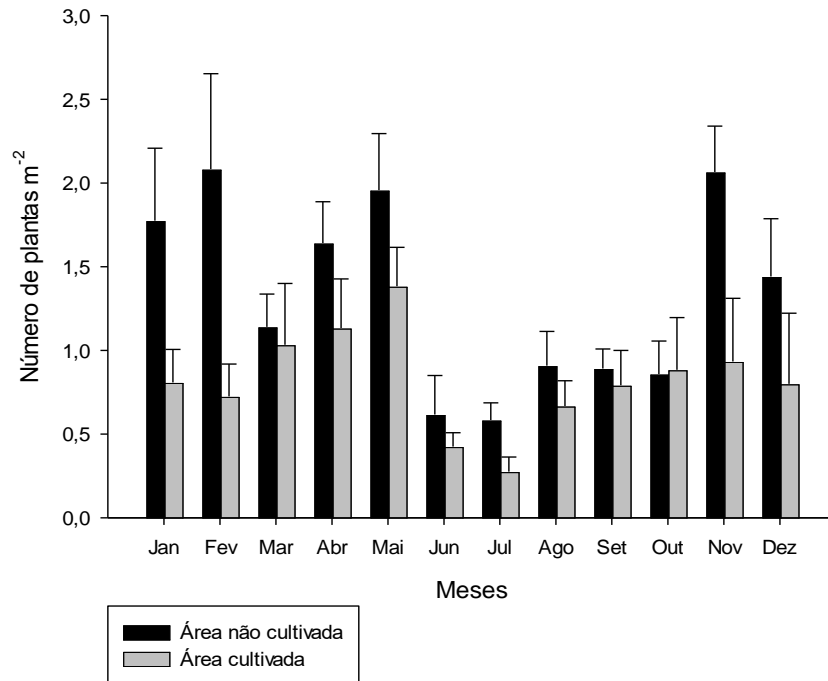
As amostras foram coletadas no local do experimento do fluxo de emergência descrito anteriormente, mas somente na área não cultivada, com histórico de cultivo de soja e sucessão com azevém – aveia, apresentando incidência da espécie em estudo. As coletas foram realizadas nas parcelas já demarcadas pelo experimento

anterior, composto por 12 tratamentos (meses do ano), com quatro repetições. As profundidades de coleta foram de 0-5 cm e 5-10 cm, utilizando-se um trado tubular de cinco cm de diâmetro e altura. Em cada parcela foram coletados cinco pontos, nas respectivas profundidades, os quais constituíram as subamostras. No campo, as subamostras de mesma profundidade, de cada parcela, foram homogeneizadas e posteriormente acondicionadas em sacos plásticos. Transportadas para Santa Maria, cada amostra permaneceu em repouso para perda do excesso de umidade e, após a padronização, foram transferidas para bandejas plásticas perfuradas de 14 x 20 cm e acondicionadas no interior da casa de vegetação, sendo irrigadas diariamente. O número de sementes viáveis foi estimado através da emergência de plântulas (VOLL et al., 2003), as quais foram quantificadas e identificadas aos 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135 e 150 dias. A estimativa do banco de semente foi obtida através do cálculo da área amostrada e do número de plantas emergidas na casa de vegetação. O experimento foi conduzido em blocos ao acaso, com quatro repetições (amostragens). Os dados obtidos (número de plântulas emergidas) foram analisados previamente quanto ao atendimento dos pressupostos do modelo matemático, submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

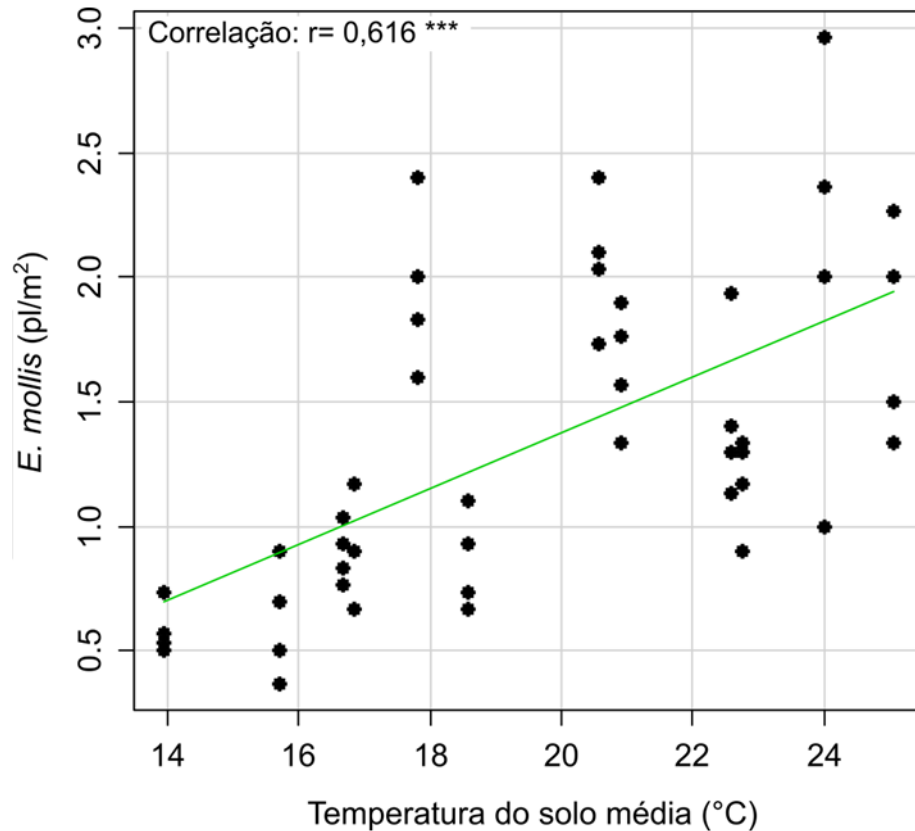
As contagens destinadas a determinar o fluxo de emergência de *E. mollis* demonstram que a espécie apresenta emergência ao longo de todo ano. Verifica-se a ocorrência de picos de emergência no verão e outono, evidenciados pelas maiores médias nos meses de fevereiro, novembro, e maio, na área não cultivada (Figura 3).

Figura 3 – Distribuição da emergência de *Elephantopus mollis* ao longo de 12 meses, em área não cultivada e cultivada. Tupanciretã/RS, 2014/2015



A emergência de plântulas na área não cultivada apresentou diferença significativa em relação à área cultivada, com as maiores médias contabilizadas na área não cultivada, exceção para de março, junho, agosto, setembro e outubro, onde foram equivalentes (Figura 3). Em trabalho desenvolvido por Blanco, Arevalo e Blanco (1994), as espécies *Eleusine indica* e *Eragrostis pilosa* apresentaram maior emergência em área sem revolvimento de solo, sugerindo que as espécies apresentam fotoblastismo. Na Figura 4, é possível observar a correlação positiva moderada da temperatura média do solo e a emergência de plantas.

Figura 4 – Correlação do fluxo emergência de plantas a campo e a temperatura média do solo durante 12 meses. Tupanciretã/RS, 2014/2015



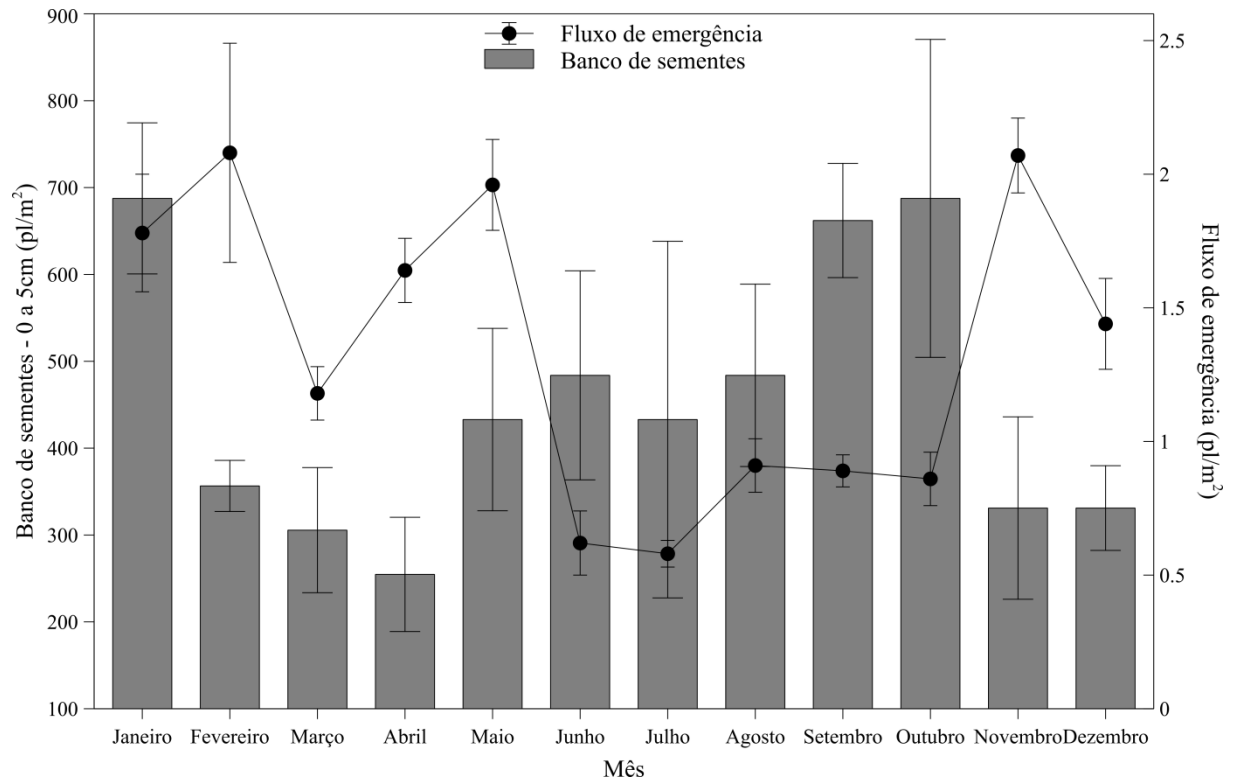
Diante disso, podemos inferir que a espécie tem emergência preferencialmente na estação quente, visto que nos meses frios apresentou as menores emergências. Em estudo desenvolvido por Blanco, Arevalo e Blanco (1994) os maiores fluxos de emergências de *Bidens pilosa* também se concentraram na estação quente. Nandula et al. (2006) verificaram que temperaturas baixas inibiram a germinação de *Conyza canadensis*, comprovando que a espécie também necessita de temperaturas mais elevadas para germinar.

A temperatura exerce influência importante na germinação das sementes, na velocidade de absorção de água e também nas reações bioquímicas que desencadeiam o processo germinativo (MARCOS FILHO, 2005). Na área cultivada foi obtido número de emergência inferior a não cultivada na maioria dos meses, o que pode ser atrelado ao manejo mantido na área e a utilização de culturas diferentes ao longo do ano (pastagem azevém/aveia e soja). As emergências mais expressivas na área cultivada também foram observadas no período de estação quente, setembro a maio e as menores em junho e julho (Figura 3).

Não houve diferença significativa da emergência nas parcelas amostradas para a estimativa do banco de sementes. Isso indica que o banco de sementes de *E. mollis* não é expressivo, considerando a área avaliada, sendo que a mesma foi mantida sem manejo cultural, sem aplicações de herbicidas ou trânsito de máquinas e animais, durante um ano, fazendo com que a dinâmica do banco de sementes ocorresse naturalmente. A realização desse experimento foi ancorada na possível relação entre os diferentes fluxos de emergência com o banco de semente presente na área, pois se sabe que em áreas com banco de semente elevado a emergência de plantas daninhas é maior. Através da análise de correlação obteve-se um coeficiente de correlação de Pearson de 0,47, demonstrando uma correlação fraca entre o banco de sementes e o fluxo de emergência a campo, o que pode ser observado na Figura 5, onde são apresentadas as médias.

Nas 48 amostras coletadas obteve-se média geral de 400 plantas  $m^{-2}$ , ou seja, cerca de 4 milhões de sementes  $ha^{-1}$ . Carmona (1992) cita que poucas áreas tem banco de semente inferior a 20 milhões  $ha^{-1}$ . Trabalhos realizados por Schwartz et al. (2015) demonstraram que algumas espécies de plantas daninhas, como a *Conyza canadensis*, podem apresentar maior emergência no campo em comparação com a emergência do banco de sementes. A emergência maior no campo se deve ao fotoblastismo das espécies de buva, com o pouco revolvimento do solo, a germinação é facilitada na superfície, fato que justifica a baixa emergência com o incremento da profundidade obtida por Vidal et al. (2007). Nas plantas daninhas, a germinação das sementes é um processo de grande importância na regulagem do tamanho das populações (Blanco; Arevalo; Blanco, 1994). A taxa de germinação é influenciada por processos regulados por fatores internos da semente (dormência inata), fatores externos do meio (dormência induzida ou forçada), e aos ligados ao próprio manejo da infestação (Blanco; Arevalo; Blanco, 1994).

Figura 5 – Médias do fluxo de emergência mensal ao longo de um ano, e estimativa do banco de sementes da espécie *Elephantopus mollis*, em área sob cultivo de soja RR/pastagem, no sistema de semeadura direta. Tupanciretã/RS, 2014/2015



Considerando as profundidades de coleta, a maior emergência de plantas ocorreu na profundidade de 0 a 5 cm, diferindo significativamente da profundidade de 5 a 10 cm. Trabalhos realizados por Bhowmik e Bekech (1993) demonstraram que resultados similares foram encontrados para *Conyza canadensis*, onde as maiores emergências ocorreram nas amostras coletadas até 4 cm de profundidade. Esta afirmação pode estar associada com a biologia da espécie, a qual apresenta sementes pequenas e com poucas reservas, o que dificulta a emergência em profundidade maior. A profundidade na qual as sementes são capazes de germinar e produzir plântulas é variável entre as espécies e representa grande importância ecológica e agrônômica (GUIMARÃES; SOUZA; PINHO, 2002). Muitas espécies de plantas daninhas, principalmente as que possuem sementes com poucas reservas, germinam quando dispostas em pequenas profundidades no solo, sendo que necessitam de estímulo luminoso. O sistema de semeadura direta adotado na área em que as amostras foram coletadas também pode influenciar na determinação do

banco de sementes, visto que o solo tem pouco revolvimento e as sementes tendem a ficar na superfície (GOMES; CHRISTOFFOLETI, 2008).

## 6 CONCLUSÕES

A emergência de *Elephantopus mollis* ocorre ao longo de todo ano e apresenta os maiores picos em novembro e fevereiro, sendo relacionada com a estação mais quente.

A estimativa do banco de sementes de *Elephantopus mollis* inferiu que o mesmo não é expressivo para o local, não apresenta relação com o fluxo de emergência e as amostras coletadas em maiores profundidades não apresentaram emergência significativa.

A espécie pode ser agrupada por estação de crescimento, atrelada a provável capacidade de resistir ao sombreamento e apresentar capacidade de rebrotamento e perenidade, sendo qualificada para povoar e multiplicar-se em área de culturas anuais geneticamente modificadas no sistema de semeadura direta na Região Centro Oeste do RS.



## CAPÍTULO II

### RESPOSTA DE *Elephantopus mollis* KUNTH AOS HERBICIDAS COM POTENCIAL DE CONTROLE NO SISTEMA SOJA - PASTAGEM DE INVERNO

#### RESUMO

*Elephantopus mollis* é uma espécie da família Asteraceae recentemente encontrada em cultivos de soja e pastagens de inverno na região centro-oeste do Rio Grande do Sul. Sua presença tem reduzido o rendimento e aumentado o custo de produção dessas culturas. Com o objetivo de avaliar a resposta da espécie a cinco herbicidas latifolicidas é que foi realizado o presente trabalho. Foram conduzidas cinco curvas de dose-resposta formadas pelos herbicidas glifosato, 2,4-D, metsulfuron-metil, flumioxazin e saflufenacil aplicados sobre plantas em vasos mantidos em casa de vegetação, no Campus da UFSM, Santa Maria, RS. Em cada curva, as doses representaram a divisão e múltiplo da dose recomendada dos herbicidas para espécies similares, na forma: 0; x/8; x/4; x/2; x; 2x; 4x; 8x. Para glifosato  $x = 1440 \text{ g ea ha}^{-1}$ , 2,4-D  $x = 670 \text{ g ea ha}^{-1}$ , metsulfuron  $x = 2,4 \text{ g ia ha}^{-1}$ , flumioxazin  $x = 50 \text{ g ia ha}^{-1}$  e saflufenacil  $x = 35 \text{ g ia ha}^{-1}$ . Os tratamentos herbicidas foram aplicados sobre plantas com 8 a 10 folhas. As variáveis foram a avaliação visual de controle (%) (escala 0-100) aos 3, 7, 14, 21 e 28 dias após os tratamentos e a massa de matéria verde e seca das raízes e parte aérea, produzindo a massa total e relativa, por sua expressão em percentagem do tratamento sem herbicida aos 28 dias. Os resultados demonstram que glifosato e 2,4-D não são eficientes no controle e não pode-se concluir sobre a eficiência de metsulfuron, flumioxazin e saflufenacil.

**Palavras-chaves:** Suçuaiá, Curvas de dose-resposta, Associação soja/pastagens de inverno.

## CAPÍTULO II

### RESPONSE OF *Elephantopus mollis* KUNTH TO HERBICIDES WITH CONTROL SYSTEM POTENTIAL IN SOYBEANS AND WINTER PASTURES

#### ABSTRACT

*Elephantopus mollis* is a Asteraceae family species recently found in soybean crops / winter pastures in the central-western region of Rio Grande do Sul. His presence has reduced yields and increased the cost of production of these crops. In order to evaluate the response of species to five herbicides latifolicide that is held this study. They were conducted five dose-response curves formed by the herbicide glyphosate, 2,4-D, metsulfuron-methyl, flumioxazin and saflufenacil applied to potted plants kept in a greenhouse on the campus of UFSM, Santa Maria, RS. At every curve, the doses represented the division and multiple of the recommended dose of herbicides for similar species in the form: 0; x / 8; x / 4; x / 2; x; 2x; 4x; 8x. For glyphosate x = 1440 g ha<sup>-1</sup>, 2,4-D x = 670 g ha<sup>-1</sup>, metsulfuron x = 2.4 g ai ha<sup>-1</sup>, flumioxazin x = 50 g ai ha<sup>-1</sup> and saflufenacil x = 35 g ai ha<sup>-1</sup>. Herbicide treatments were applied to plants with 8 to 10 leaves. The variables were visual assessment of control (%) (range 0-100) at 3, 7, 14, 21 and 28 days after treatments and the mass of green and dry matter of roots and shoots, producing the total mass and relative, by its expression as a percentage of treatment without herbicide to 28 days. The results demonstrate that glyphosate and 2,4-D are not efficient in the control and can not conclude on the efficiency metsulfuron, flumioxazin and saflufenacil.

**Keywords:** Dose-respose curves. Soybean crop/winter pastures associations.

## 7 INTRODUÇÃO

As plantas daninhas constituem um dos principais componentes bióticos do agroecossistema de soja e, quando não manejadas, afetam negativamente o desenvolvimento da cultura, geralmente causando redução na produtividade de grãos (LAMEGO et al., 2004). São espécies de ocorrência espontânea, que possuem variabilidade genética e apresentam diferentes fluxos de emergência, fatores que lhes proporcionam uma maior adaptação às condições do ambiente, conferindo maior habilidade competitiva em relação às espécies vegetais cultivadas (BIANCHI; FLECK; FEDERIZZI, 2006).

O Rio Grande do Sul é o terceiro estado produtor nacional de soja, com área semeada maior do que 5,2 milhões de hectares e produção em torno de 15 milhões de toneladas do grão (CONAB, 2016). Esse aumento na produção está vinculado à otimização do manejo e, principalmente, ao desenvolvimento de novas cultivares, o que contribuiu para a obtenção de médias de produtividade elevada. Além disso, a ampla adoção da soja geneticamente modificada, resistente ao herbicida glifosato (RR®), fez com que o herbicida se tornasse ferramenta principal para o controle de plantas daninhas, podendo também ser utilizado ao longo do ciclo. No entanto, o aumento do uso desse herbicida, vem elevando a pressão de seleção exercida sob espécies tolerantes e biótipos resistentes de plantas daninhas (DILL; CAJACOB; PADGETTE, 2008; MOREIRA; CHRISTOFFOLETI, 2008).

Atualmente, dentre as várias plantas daninhas que representam preocupação especial em lavoura de soja estão buva (*Conyza bonarienses*), azevém (*Lolium multiflorum*), corriola (*Ipomoea triloba*) e leiteira (*Euphorbia heterophylla*) (RPS-Sul, 2014). A espécie conhecida popularmente como suçuaiá (*Elephantopus mollis*), naturalmente encontrada em campos nativos e pastagens cultivadas, não era considerada planta daninha em lavoura de soja, mas atualmente é encontrada em algumas regiões do centro oeste do Rio Grande do Sul (RS) como fator limitante. A presença de plantas daninhas afeta a produtividade de grãos, pode reduzir a qualidade do produto colhido, elevar o teor de umidade dos grãos, hospedar pragas e doenças, além de dificultar a colheita (RIZZARDI et al., 2003), logo há necessidade de elucidação da dinâmica desta planta.

A produção agrícola de grande parte do RS é caracterizada pelo cultivo de soja no verão e, durante o inverno, o estabelecimento de pastagens de azevém e/ou aveia ou cultivo de trigo. *Elephantopus mollis* (*E. mollis*) ocorre naturalmente em campos nativos (KISSMANN; GROTH, 1999) e com a expansão da área destinada ao cultivo de soja, a espécie passou a causar interferência no cultivo, apresentando certa resiliência à aplicação de glifosato. Dessa forma, esta pesquisa teve como objetivo verificar a sensibilidade da espécie *Elephantopus mollis* à aplicação dos herbicidas metsulfuron metil, glifosato, 2,4-D, flumioxazin e saflufenacil.

## 8 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na área experimental do departamento de Biologia, na Universidade Federal de Santa Maria, em Santa Maria, RS. As plantas utilizadas foram provenientes de sementes colhidas de uma única planta, em Tupanciretã. Para a produção das mudas, as sementes foram imersas em água e depositadas em geladeira (6°C) durante 72 horas. Em seguida, foram semeadas em bandejas contendo substrato MecPlant<sup>®</sup> e mantidas em uma incubadora refrigerada do tipo BOD, com temperatura de aproximadamente 25 ±1°C, umidade relativa de 65±5% e fotofase de 14 horas. Quando as plântulas encontravam-se com três folhas, elas foram repicadas individualmente para bandejas de isopor de 128 células, contendo substrato MecPlant<sup>®</sup> e mantidas até atingirem quatro folhas, momento em que foram transplantadas para os vasos. Foram utilizados vasos com capacidade de 1000 mL, sendo que o substrato utilizado foi solo, cujas características físico-químicas encontram-se na tabela a seguir:

Tabela 3 - Características físico-químicas do solo utilizado como substrato na produção das plantas de *Elephantopus mollis*. UFSM, Santa Maria, RS, 2015

Diagnóstico para adubação e calagem												
pH	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC <sub>pH7</sub>	Al	V	SMP	MO	Argila	P	K
	-----cmol/dm <sup>3</sup> -----					-----%-----				-----%-----	--cmol/dm <sup>3</sup> --	
4,5	0,5	0,6	3,2	17,3	18,4	74,4	5,8	4,8	1,4	29,0	3,0	12

O solo foi peneirado e fertilizado, utilizando-se 400 kg ha<sup>-1</sup> de adubo da fórmula 05-20-20, correspondendo a 20,5, 50 e 50 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente. Além do fertilizante, utilizou-se o equivalente a 2500 kg ha<sup>-1</sup> de calcário filler (PRNT 90%). Para a homogeneização do solo com o calcário e o fertilizante foi utilizado um misturador manual do tipo tambor, com capacidade de 100 L. Em cada vaso foi alocada uma planta de *E. mollis*, constituindo-se uma unidade experimental.

Os tratamentos foram aplicados quando as plantas de *E. mollis* encontravam-se em estágio de roseta, com 8 - 10 folhas, antes da emissão do pedúnculo. A aplicação dos tratamentos foi realizada com pulverizador costal pressurizado a gás carbônico, dotado de barra com quatro pontas do tipo leque XR 110.02, com pressão de 40 lb pol<sup>2</sup> e volume de calda equivalente a 200 L ha<sup>-1</sup>.

O estudo foi conduzido em delineamento blocos ao acaso, classificados conforme estágio vegetativo de cada planta, em quatro repetições. Testou-se cinco curvas de dose-resposta, cada uma delas com oito pontos (doses de herbicida). Os tratamentos foram compostos por doses que seguiram a escala logarítmica, sendo utilizados os herbicidas glifosato, 2,4-D, metsulfuron, flumioxazim e saflufenacil, onde cada um deles compôs uma curva. As doses dos herbicidas podem ser visualizadas nas tabelas 5 e 6.

Tabela 4 - Relação dos tratamentos componentes das curvas de dose-resposta de glifosato, 2,4-D e metsulfuron com óleo mineral a 0,1, 0,5 e 0,3%, aplicados sobre plantas de *Elephantopus mollis*, no estágio de 6 a 8 folhas. UFSM, Santa Maria, RS, 2016

Curva 1			
	Tratamento	Dose P.C. (L ou g ha <sup>-1</sup> )	Dose i.a./e.a. (g ha <sup>-1</sup> )
1	Testemunha	0,0	0,0
2	Testemunha <sup>4</sup>	0,0	0,0
3	Glifosato	0,5	180
4	Glifosato	1,0	360
5	Glifosato	2	720
6	Glifosato	4	1440
7	Glifosato	8	2880
8	Glifosato	16	5760
9	Glifosato	32	11520
10	Glifosato	64	23040
11	Glifosato	128	46080
Curva 2			
	Tratamento	Dose P.C. (L ou g ha <sup>-1</sup> )	Dose i.a./e.a. (g ha <sup>-1</sup> )
1	Testemunha <sup>4</sup>	0,0	0,0
2	2,4-D	0,25	167,5
3	2,4-D	0,5	335
4	2,4-D	1	670
5	2,4-D	2	1340
6	2,4-D	4	2680
7	2,4-D	8	5360
8	2,4-D	16	10720
9	2,4-D	32	21440
Curva 3			
	Tratamento	Dose P.C. <sup>1</sup> (L ou g ha <sup>-1</sup> )	Dose i.a. <sup>2</sup> /e.a. <sup>3</sup> . (g ha <sup>-1</sup> )
1	Testemunha <sup>4</sup>	0,0	0,0
2	Metsulfuron	0,5	0,3
3	Metsulfuron	1	0,6
4	Metsulfuron	2	1,2
5	Metsulfuron	4	2,4
6	Metsulfuron	8	4,8
7	Metsulfuron	16	9,6
8	Metsulfuron	32	19,2
9	Metsulfuron	64	38,4
10	Metsulfuron	128	76,8

<sup>1</sup>Produto comercial; <sup>2</sup> Ingrediente ativo; <sup>3</sup> Equivalente ácido; <sup>4</sup> Óleo mineral.

Tabela 5 - Relação dos tratamentos componentes das curvas de dose-resposta de flumioxazim e saflufenacil com adição de óleo mineral a 0,5 %, aplicados sobre plantas de *Elephantopus mollis* no estágio de 6 a 8 folhas. UFSM, Santa Maria, RS, 2016

Curva 4			
	Tratamento	Dose P.C. <sup>1</sup> (L ou g ha <sup>-1</sup> )	Dose i.a. <sup>2</sup> /e.a. <sup>3</sup> (g ha <sup>-1</sup> )
1	Testemunha <sup>4</sup>	0	0
2	Flumioxazim	12,5	6,25
3	Flumioxazim	25	12,5
4	Flumioxazim	50	25
5	Flumioxazim	100	50
6	Flumioxazim	200	100
7	Flumioxazim	400	200
8	Flumioxazim	800	400
Curva 5			
	Tratamento	Dose P.C. (L ou g ha <sup>-1</sup> )	Dose i.a./e.a. (g ha <sup>-1</sup> )
1	Testemunha	0	0
2	Saflufenacil	1,094	0,77
3	Saflufenacil	2,188	1,53
4	Saflufenacil	4,375	3,06
5	Saflufenacil	8,75	6
6	Saflufenacil	17,5	12,3
7	Saflufenacil	35	24,5
8	Saflufenacil	70	49
9	Saflufenacil	140	98
10	Saflufenacil	280	196

<sup>1</sup> Produto comercial; <sup>2</sup> Ingrediente ativo; <sup>3</sup> Equivalente ácido; <sup>4</sup> Óleo mineral.

As variáveis avaliadas foram porcentagem de controle das plantas de *E. mollis*, avaliado visualmente aos 3, 7, 10, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT), massa de matéria verde de parte aérea (MMVPA), massa de matéria verde de raiz (MMVR), massa de matéria seca de parte aérea (MMSPA) e massa de matéria seca de raiz (MMSR). Para a obtenção das variáveis de massa verde aos 28 DAT, as plantas foram colhidas rente ao solo e submetidas à pesagem em balança digital. O sistema radicular das plantas foi separado do substrato, submetido à lavagem, alocado em sacos de papel e pesado. Para a determinação das massas secas o material foi mantido em estufa, com temperatura de 60°C até atingirem massa constante. As massas secas de raízes e parte aérea foram somadas e formaram a variável massa de matéria seca total (MMST). A MMST relativa ao tratamento sem controle foi gerada pela porcentagem das médias em

relação à média obtida por esse tratamento (MMSTr) e submetida ao teste de comparação de médias de Waller-Duncan em nível de 5% de probabilidade. Para a avaliação controle das plantas (AVCT) de *E. mollis*, utilizou-se o sistema de zero a 100, em que zero significa ausência de sintomas e 100 corresponde ao controle total das plantas (FRANS; CROWLEY, 1986). A escala utilizada para a avaliação do controle encontra-se a seguir (Tabela 7):

Tabela 6 - Escala utilizada para a avaliação visual de controle de plantas de *Elephantopus mollis* (adaptado de FRANS; CROWLEY, 1986). UFSM, Santa Maria, RS, 2016

Percentual	Descrição das categorias principais	Descrição detalhada de controle
0	Sem efeito	Sem controle
10		Controle muito pobre
20	Efeito leve	Controle pobre
30		Controle de pobre a deficiente
40		Controle deficiente
50	Efeito moderado	Controle deficiente a moderado
60		Controle moderado
70		Controle algo inferior ao satisfatório
80	Efeito severo	Controle de satisfatório a bom
90		Controle muito bom a excelente
100	Efeito total	Destruição completa

Os dados referentes à MMST das curvas de dose-resposta foram ajustados ao modelo de regressão não-linear do tipo log-logístico (SEEFELDT; JENSEN; FUERST, 1995), a qual relaciona a resposta da planta (controle) com a dose x do herbicida, conforme a equação 1, equivalente à equação 2.

$$y = f(x) = C + [(D - C)/1 + (x/ED_{50})^b] \quad (\text{Eq. 1})$$

$$y = C + (D - C) / (1 + \exp(b (\log(x) - \log(ED_{50})))) \quad (\text{Eq. 2})$$

Sendo: D = limite superior da curva; C = limite inferior da curva; b = declividade da curva, e  $ED_{50}$  = dose correspondente a 50% de resposta. O limite superior da curva D corresponde à resposta média da testemunha e o limite inferior da curva C é a resposta média com doses altas de herbicida. O parâmetro b descreve a declividade da curva em torno do  $ED_{50}$ .



## 9 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação dos herbicidas testados sobre *E. mollis* nesse capítulo visa atender o objetivo de conhecer melhor a resposta dessa espécie aos herbicidas potenciais de utilização nos sistemas produtivos que essa planta ocorre. Por isso, melhor do que apenas avaliar-se doses recomendadas para outras espécies similares, buscou-se uma metodologia que pudesse permitir um resultado robusto sobre quais herbicidas e em quais doses os mesmos poderiam ser eficientemente empregados.

As curvas de dose-resposta são consideradas hoje uma boa forma de conhecer-se a resposta de uma espécie aos herbicidas, seja pela estimativa do parâmetro  $ED_{50}$ , seja pelos níveis de  $ED_{90}$  (controle) ou  $ED_{10}$  (fitotoxicidade) (RITZ; STREIBIG, 2005). Por isso, os cinco herbicidas testados foram aplicados de forma a permitir a geração das curvas de dose-resposta, na tentativa de apontar, para os cinco herbicidas, o parâmetro e níveis acima citados.

As variáveis produzidas pelas curvas (MMVPA, MMVR, MMSPA, MMSR E MMST, MMSTr e AVCT aos 21 e 28 DAT), depois de sofrerem análise da variância e ajuste ao modelo de regressão estão apresentadas nos tabelas 8 e 9. Como o comportamento das variáveis de massa de matéria verde e seca foram similares, bem como de raízes e parte aérea, será discutido preferencialmente a MMST, e ocasionalmente, quando melhor expressarem os resultados a MMSTr, MMSPA e AVCT.

Para o ajuste das curvas de dose-resposta pelo modelo log-logístico (ou similares como Weibull e Brain-Cousens (SEEFELDT; JENSEN; FUERST, 1995; KNEZEVIC; STREIBIG; RITZ, 2007)) é necessário que o modelo promova um ajuste aceitável dos dados, estimando os parâmetros desejados. Para isso, é necessário que, inicialmente, haja convergência, isto é, após várias iterações (tentativas de estimação dos parâmetros), o modelo atinja uma estimativa estável dos parâmetros com a menor soma de quadrados dos desvios possível (STREIBIG; RUDEMO; JENSEN, 1993; KNEZEVIC; STREIBIG; RITZ, 2007; RITZ; KNISS; STREIBIG, 2015).

Além de convergir, os parâmetros estimados devem ser diferentes de zero, a não ser no caso do parâmetro C, limite inferior da curva sigmóide, da AVCT, por

exemplo. A prova disso obtém-se pelo resultado da regressão, onde os valores de "t" e "p" devem demonstrar uma probabilidade inferior a 0,05, para que seja rejeitada a hipótese de nulidade (os parâmetros não diferem de zero) (Tabela 9).

Outro aspecto importante quando se avalia a qualidade do ajuste de uma regressão, é o uso do  $R^2$ . Quanto maior o seu valor, melhor se considera o ajuste do modelo aos dados. De fato, o  $R^2$  compara, na regressão linear, esse modelo com o modelo nulo. Na regressão não-linear, entretanto, este parâmetro não indica o quanto da variabilidade de "y" é explicadas por "x", já que a escolha de um modelo "nulo" não é tão simples. E assim o  $R^2$  será diferente dependendo do modelo não-linear utilizado (KNISS; STREIBIG, 2015). Por isso o  $R^2$  não será apresentado.

Das cinco curvas geradas, somente as curvas do glifosato e do 2,4D atenderam os requisitos da convergência e da diferença de zero dos parâmetros estimados (Tabela 9 e Figuras 6 e 7). No caso do metsulfuron, houve convergência mas seus parâmetros não puderam ser considerados diferentes de zero. No caso do flumioxazin e saflufenacil não houve convergência em nenhuma das variáveis avaliadas.

Vários fatores podem ter concorrido para o não ajuste dos dados ao modelo adotado (os modelos de Weibull e Brain-Cousens também não ajustaram). Um dos fatores pode ter sido a variabilidade das plantas obtidas. *E. mollis* é uma espécie que está avançando em um ambiente agrícola e, para tanto, deve possuir uma boa variabilidade que permita sua adaptação. Esse fator fez com que se obtivesse nas curvas um coeficiente de variação bastante alto (Tabela 9), o que gerou repetições com valores bastante desuniformes, apesar do bloqueamento realizado.

Outro aspecto diz respeito à própria eficiência do herbicida empregado. No caso do metsulfuron seriam ainda necessárias doses maiores a fim de completar a curva e obter um ajuste satisfatório. Já no caso do flumioxazin e saflufenacil, baixas doses já foram suficientes para controlar, e não permitiram a obtenção de pontos que fossem ajustados pelo modelo log-logístico.

No caso do glifosato (Tabela 9 e Figura 6), a elevada dose estimada pelo nível  $ED_{90}$  demonstra que o herbicida não é eficiente em seu controle, o que já vinha sendo percebido pelos produtores da região. Já o 2,4-D também demonstra não apresentar controle eficiente, visto o alto valor do nível  $ED_{90}$  (Tabela 9 e Figura 7), embora a variável que se obteve o nível seja de caráter subjetivo (AVCT). As razões

para tanto, no caso do glifosato, herbicida de ação total, e do 2,4-D, herbicida latifolicida, podem ir desde o local de ação insensível como absorção, translocação ou metabolização desfavoráveis à ação herbicida (SENSEMAN, 2007; ROMAN et al., 2007).

De qualquer forma, apesar de se ter ajustado apenas duas curvas, a variável de MMSTr apresentada na Tabela 8, sumariza a resposta de *E. mollis* às várias doses dos herbicidas testados. O teste de comparação de médias aponta para as doses que efetivamente provocaram uma redução significativa da massa de matéria seca das plantas de *Elephantopus mollis*.

Assim, glifosato, para provocar uma redução de 35% necessita de uma dose extremamente elevada, mostrando que esse herbicida, por si só, não irá oferecer um controle satisfatório. Esse nível de 35% deve ser entendido como a massa acumulada anteriormente à aplicação, e paralisada a partir de então.

2,4-D embora já com doses menores consegue uma redução equivalente (Tabela 8), precisou de uma dose elevadíssima para atingir o ED<sub>90</sub> estimado pela curva de dose-resposta e, portanto não parece ser uma alternativa satisfatória.

O metsulfuron distingue-se significativamente da testemunha e das doses que não diferiram dessa, com doses também bastante elevadas, como 19,2 g ia ha<sup>-1</sup> para 40% de redução.

Já o flumioxazin e o saflufenacil, herbicidas do mesmo mecanismo de ação, latifolicidas de contato, ofereceram reduções da MMSTr, significativamente diferentes da testemunha e dos tratamentos não diferentes dessa, em doses bastante razoáveis, demonstrando um possível potencial de controle.

Por todos esses resultados, verifica-se que são necessários mais estudos na resposta dessa espécie aos herbicidas disponíveis, com a realização de curvas de dose-resposta priorizando a uniformidade e o uso de doses ainda menores nos casos dos herbicidas de contato, como o flumioxazin e o saflufenacil.

Tabela 8 - Percentagem da massa de matéria seca total relativa (MMSTr) de *Elephantopus mollis*, expressa em relação ao tratamento sem aplicação de herbicidas, aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos. Santa Maria, 2015/2016

Glifosato		2,4-D		Metsulfuron		Flumioxazin		Saflufenacil	
Doses <sup>1</sup>	MMSTr	Doses	MMSTr	Doses	MMSTr	Doses	MMSTr	Doses	MMSTr
0	100a	0	100a	0	100a	0	100a	0	100a
180	94ab	167,5	47b	0,3	88abc	6,25	45b	0,77	56ab
360	79abc	335	36b	0,6	99a	12,5	44b	1,53	69ab
720	66bcd	670	39b	1,2	63bc	25	44b	3,06	54ab
1440	58cde	1340	33b	2,4	62bc	50	41b	6,13	52b
2880	46de	2680	37b	4,8	75bc	100	40b	12,25	53b
5760	38de	5360	33b	9,6	60bc	200	31b	24,5	47b
11520	35e	10720	34b	19,2	40c	400	30b	49	54ab
23040	31e	21440	34b	38,4	38c			98	56ab
46080	30e			76,8	36c			196	54ab
CV(%) <sup>2</sup>	37,07		51,92		34,18		55,09		41,20

<sup>1</sup>Dose i.a./e.a. (g ha<sup>-1</sup>); <sup>2</sup>Coefficiente de variação.

Figura 6- Curva de dose-resposta da massa de matéria seca total (g planta<sup>-1</sup>) de *Elephantopus mollis* pela aplicação do herbicida glifosato, ajustada pelo modelo log-logístico de 4 parâmetros (SEEFELDT; JENSEN; FUERST, 1995). UFSM, Santa Maria, RS, 2016

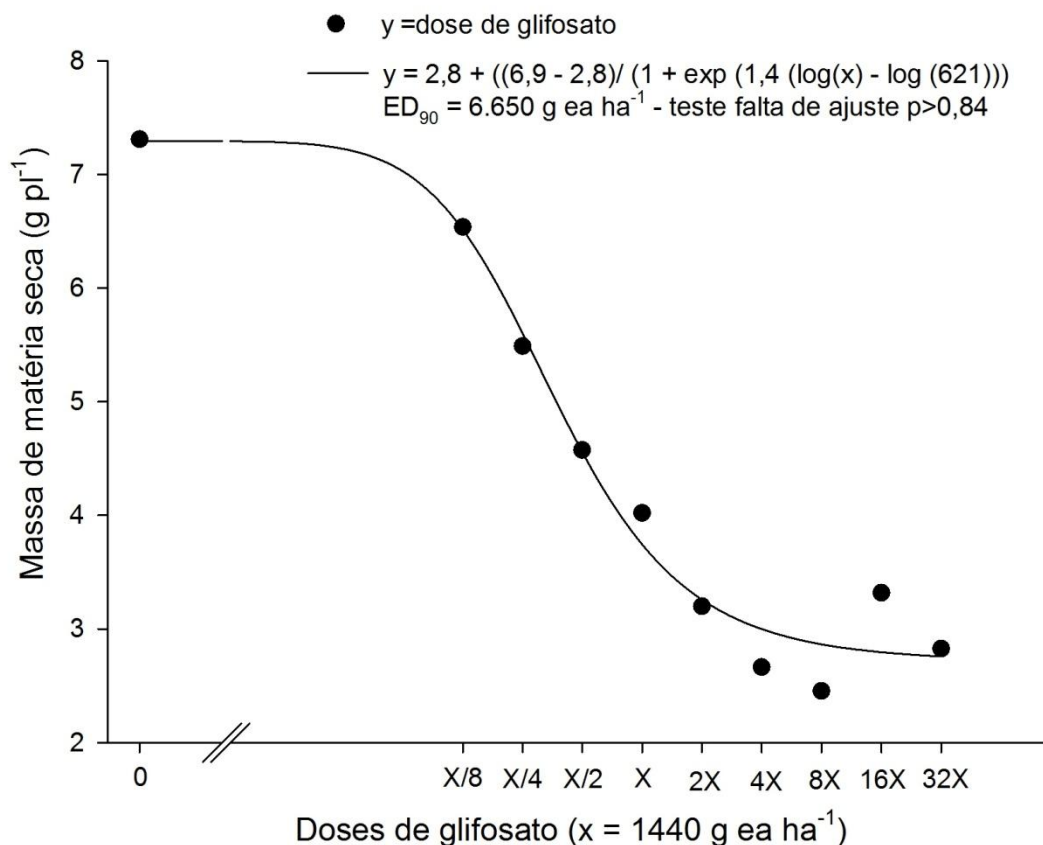


Figura 7 - Curva de dose-resposta da avaliação visual de controle (%) de *Elephantopus mollis* pela aplicação do herbicida 2,4-D, ajustada pelo modelo log-logístico de 4 parâmetros (SEEFELDT; JENSEN; FUERST, 1995). UFSM, Santa Maria, RS, 2016

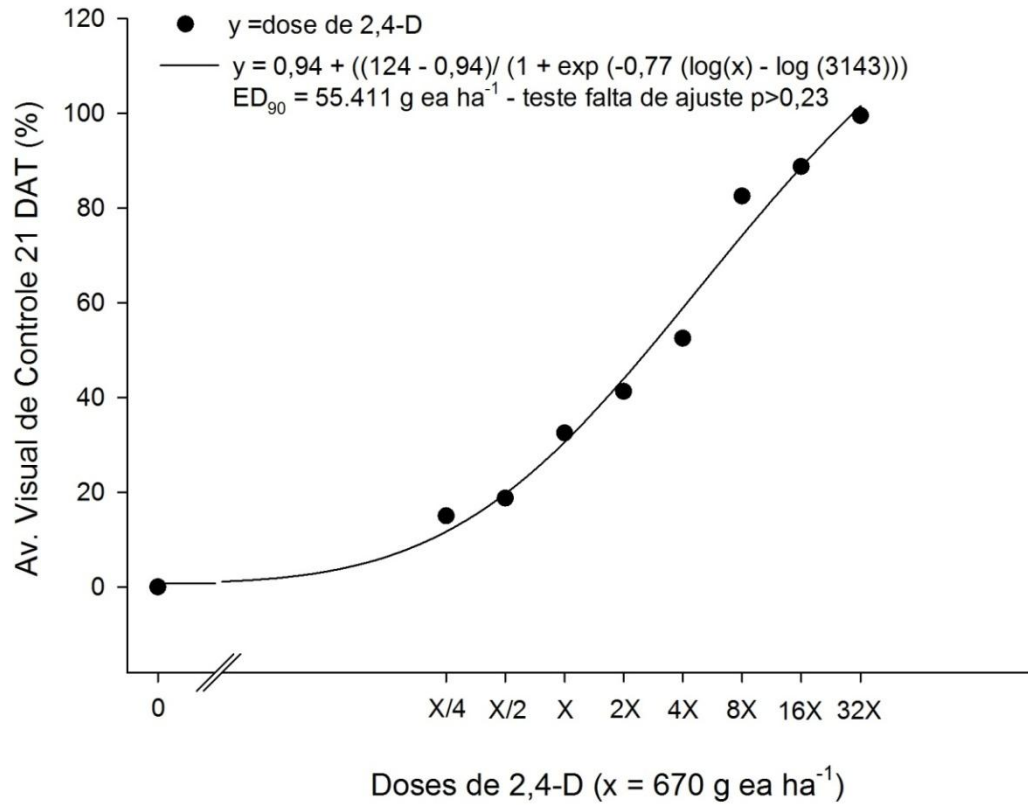


Tabela 9 - Parâmetros estimados pelo ajuste do modelo log-logístico sobre curvas de dose-resposta dos herbicidas glifosato, 2,4-D e metsulfuron, aplicados sobre *Elephantopus mollis*, e seus respectivos erros-padrões, valores de t e probabilidade de erro (p). UFSM, Santa Maria, RS, 2016

Parâmetros	Glifosato MMST <sup>1</sup>				2,4-D AVCT 21DAT (%) <sup>2</sup>				Metsulfuron MMSPA <sup>3</sup>			
	Valor	Erro-padrão	t	p	Valor	Erro-padrão	t	p	Valor	Erro-padrão	t	p
Declividade (b)	1,08	0,41	2,64	0,012	-0,77	0,14	-5,38	<0,01	0,55	0,49	1,12	0,268
C (limite inferior)	2,09	0,51	4,12	<0,01	0,94	4,08	0,23	0,82	1,02	3,37	0,30	0,76
D (limite superior)	6,98	0,42	16,47	<0,01	124	15,28	8,13	<0,01	5,07	0,47	10,74	<0,01
ED <sub>50</sub>	871	363	2,40	0,021	3143	1167	2,70	0,011	12,07	40,34	0,30	0,76
ED90	6650	6509	-	-	55411	47091	-	-	643	4257	-	-

<sup>1</sup>Massa de matéria seca total (g planta<sup>-1</sup>); <sup>2</sup>Avaliação visual aos 21 dias após a aplicação dos tratamentos; <sup>3</sup>Massa de matéria seca da parte aérea (g planta<sup>-1</sup>).

## 10 CONCLUSÕES

Os herbicidas glifosato 2,4-D demonstram não serem eficientes no controle de *Elephantopus mollis* mesmo em doses acima da máxima recomendada.

Não é possível concluir-se categoricamente sobre a resposta de *Elephantopus mollis* aos herbicidas metsulfuron-metil, flumioxazin e saflufenacil pelos resultados produzidos.

## 11 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presença de *Elephantopus mollis* como planta daninha nas áreas de cultivo de soja e pastagem de inverno é recente e aparentemente se restringe à região centro oeste do estado do Rio Grande do Sul. Por isso, praticamente não existe informação sobre sua biologia e práticas agronômicas de manejo que auxiliem o seu combate como espécie daninha.

Conhecer melhor sua biologia e sua sensibilidade aos herbicidas empregados nos cultivos dessas áreas não só potencializa a produção de dados úteis no manejo da espécie como oferece tema para um treinamento ao nível de mestrado de um programa de Agrobiologia.

A primeira parte da presente dissertação voltou-se para a produção de informações sobre o fluxo de emergência da espécie ao longo do ano e seu banco de sementes. As conclusões apresentadas permitem indicar que as estratégias de combate à espécie devem focar-se principalmente nos meses de sua maior ocorrência que favoravelmente coincidem com os momentos de implantação dos cultivos.

Já as informações sobre a estimativa do banco de sementes da espécie apontam para uma maior importância da prevenção de produção de sementes nas áreas de cultivo, uma vez que o banco de sementes não representa a principal fonte de propágulos mas sim, as sementes produzidas na estação anterior e remanescentes na superfície do solo.

De outro lado, a sensibilidade dessa espécie aos herbicidas atualmente em uso se reveste de importância para montagem de uma estratégia de combate a mesma. Nesse sentido, os resultados obtidos com os herbicidas utilizados apontam para uma possível necessidade de mistura de produtos de ação latifolicida de contato com os herbicidas clássicos empregados no manejo químico, para tanto são ainda necessários mais estudos sobre a resposta dessa espécie aos herbicidas e a compatibilidade das misturas com aqueles já empregados nos cultivos.



## 12 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: <[http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)> Acesso em 12 jan. 2016.
- ALMEIDA-CORTEZ, J. S. Dispersão e banco de sementes. In: FERREIRA, A. G.; BORGUETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 227-235.
- ASHIGH, J. J.; HALL, C. Bases for Interactions between Saflufenacil and Glyphosate in Plants. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 58, 7335–7343, 2010.
- BANERJEE, S. et al. Further sesquiterpene lactones from *Elephantopus mollis* and *Centratherum punctatum*. **Planta Med** 1: 29-32, 1986.
- BASF. Serviço de monitoramento agrometeorológico AgroDecta. <https://www.agrodetecta.com.br/>, Arquivo pessoal, 2016.
- BEALE, S. I.; WEINSTEIN, J. D.. Tetrapyrrole metabolism in photosynthetic organisms. Pages 287–391 In: DAILEY, H. A. ed. **Biosynthesis of Heme and Chlorophyll**. New York: McGraw-Hill. 1990.
- BIANCHI, M. A.; FLECK, N. G.; FEDERIZZI, L. C. Características de plantas de soja que conferem habilidade competitiva com plantas daninhas. **Bragantia**, Campinas, v.65, n.4, p.623-632, 2006.
- BIAVATTI, M.W. et al. Ethnopharmacognostic survey on botanica compendia for potential cosmeceutic species from Atlantic Forest. **Revista Brasileira de Farmacognosia** 17: 640-653, 2007.
- BHOWMIK, P. C.; M. M. BEKECH. Horseweed (*Conyza canadensis*) seed production, emergence and distribution in no-tillage and conventional-tillage corn (*Zea mays*). **Trends Agricultural Science** 1:67–71, 1993.
- BLANCO, D.A.; BLANCO, F.M.G. Efeito do manejo do solo na emergência de plantas daninhas anuais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, n.2, p.215-220, 1991.
- BLANCO, H.G., AREVALO R. A., BLANCO, F.M.G. Distribuição mensal da emergência de seis ervas daninhas em solos com e sem cultivos. **Planta Daninha**, v. 12, n. 2, 1994.
- BLANCO, F.M.G. Classificação e mecanismos de sobrevivência das plantas daninhas. In: MONQUEIRO, P.A. **Aspectos da Biologia e Manejo das Plantas Daninhas**. São Paulo, SBCPD, p. 33-59. 2014

- BRIGHENTI, A.M. Biologia de plantas daninhas. In: Oliveira Jr., R.S. & Constantim, J., (Eds). **Plantas Daninhas e seu Manejo**. Guaíba, RS: Agropecuária, p. 15-57. 2001.
- BRIGHENTI, A.M.; VOLL, E.; GAZZIERO, D.L.P. Biologia e manejo do *Cardiospermum halicacabum*. **Planta Daninha**, vol. 21, n.2, p. 229-237, 2003.
- BOYD, N.S.; VAN ACKER, R.C. The effects of depth and fluctuating soil moisture on the emergence of eight annual and six perennial plant species. **Weed Science**, 51, p.725–730, 2003.
- BOWE, S. et al. Saflufenacil: a new herbicide for preplant burndown and preemergence dicot weed control. **North Central Weed Science Society Proc.** 63:12, 2008.
- CABRERA, A.L.; KLEIN, R.M. Compostas 3. Tribo: Vernonieae. **Flora Ilustrada Catarinense** 227-403, 1980.
- CARMONA, R. Problemática e manejo de banco de sementes de invasoras em solos agrícolas. **Planta Daninha**, Brasília, v.10, n.1/2, p.5-16, 1992.
- CASTRO, P. R. C.; VIERA, E. L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 132 p.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira - Grãos**. v. 3 - safra 2015/16, n. 4 – Quarto Levantamento, Brasília, p. 1-152, Janeiro, 2016. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_01\\_12\\_14\\_17\\_16\\_boletim\\_graos\\_janeiro\\_2016.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_01_12_14_17_16_boletim_graos_janeiro_2016.pdf)>. Acesso em: 13 jan. 2016.
- CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C.; KLINK, U. P. Influência do tipo e da quantidade de resíduos vegetais na emergência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 24, n. 2, p. 245-253, 2006.
- CRONQUIST, A. **The evolution and classification of flowering plants**, 2.ed., Columbia University Press, New York. 555 p, 1988.
- DAFF. DEPARTMENT OF AGRICULTURE, FISHERIES AND FORESTRY BIOSECURITY QUEENSLAND. **Declared class 2 pest plant** - Tobacco weed (*Elephantopus mollis*): February 2014. Brisbane, 2014.
- DALLAZEN, G.; KRUSE, N.D.; MACHADO, S.L.O.; BALBINOT, A. Sinergismo na combinação de glifosato e saflufenacil para o controle de buva. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 2, p. 249-256, 2015.
- DEUBER, R. Botânica das plantas daninhas. In: DEUBER, R. **Ciência das Plantas Daninhas**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. cap.2, p.31-73.

DILL, G. M.; CAJACOB, C. A.; PADGETTE, S. R. Glyphosate-resistant crops: adoption, use and future considerations. **Pest Management Science**, Chichester, v. 64, p. 326–331, 2008.

FENNER, M. Ecology of seed bank. In: Kigel, J. & Galili, G., (Eds). **Seed development and germination**. New York, EUA: Marcel Dekker, Inc. 1995. p. 507-528.

FRANS, R.; CROWLEY, H. Experimental design and techniques for measuring and analyzing plant responses to weed control practices. In: SOUTHERN WEED SCIENCE SOCIETY. **Research methods in weed science**. 3.ed., p.29-45, 1986.

FRIHAUF, J., STAHLMAN, P. W.; AL-KHATIB, K. Saflufenacil absorption and translocation in winter wheat (*Triticum aestivum* L.). **Pestic. Biochem. Physiol.** v.98, n. 2, p.243–247, 2010.

FORNAROLLI, D. A. et al. Herbicida saflufenacil no manejo de biótipos de *Conyza* spp. resistente ao herbicida glifosato. **III Simpósio Internacional sobre Glyphosate**. Botucatu, São Paulo, 2011.

FUCHINO, H. et al. New sesquiterpene lactones from *Elephantopus mollis* and their leishmanicidal activities. **Planta Med** 67: 647-653, 2001.

GEIER, P. W.; STAHLMAN, P. W.; CHARVAT, L. D. Dose Responses of Five Broadleaf Weeds to Saflufenacil. **Weed Technology**, 23(2):313-316, 2009.

GOMES Jr., F. G.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Biologia e manejo de plantas daninhas em áreas de plantio direto. **Planta Daninha**, v. 26, n. 4, p. 789-798, 2008.

GREEN, J. M.; STREIBIG, J. C. Herbicide mixtures. In: STREIBIG, J. C.; KUDSK, P. **Herbicide bioassays**. Florida: CRC Press, 1993. p. 117-135.

GROSSMANN, K. Auxin herbicides: current status of mechanism and mode of action. **Pest Management Science**, v.66 p.113–120, 2009.

GROSSMANN, K. et al. The Herbicide Saflufenacil (Kixor™) is a New Inhibitor of Protoporphyrinogen IX Oxidase Activity. **Weed Science**, 58:1–9, 2010.

GROSSMANN, K. et al. Saflufenacil (Kixor™): Biokinetic Properties and Mechanism of Selectivity of a New Protoporphyrinogen IX Oxidase Inhibiting Herbicide. **Weed Science** . 59:290–298, 2011.

GUIMARÃES, S.C.; SOUZA, I.F.; PINHO, E.V.R.V. Emergência de *Tridax procumbens* em função da profundidade de semeadura, do conteúdo de argila no substrato e da incidência de luz na semente. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.20, n.3, p.413-419, 2002.

IAC – Herbário IAC “on line” – Instituto Agronomico de Campinas. Março, 2016. Disponível em: < <http://herbario.iac.sp.gov.br/>> Acesso em: 15 mar. 2016.

JOHNSON, D. H.; YOUNG, B. G. Influence of temperature and relative humidity on the foliar activity of mesotrione. *Weed Science*, v. 50, n. 2, p. 157-161, 2002.

KISSMANN, K.G.; GROTH, D. **Plantas Infestantes e Nocivas**. 2ª edição, v. II. São Paulo, SP: BASF Brasileira S. A., 1999. 825 p.

KNEZEVIC, S.Z.; STREIBIG, J.C.; RITZ, C. Utilizing R software package for dose-response studies: the concept and data analysis. **Weed Technology**, v.21, n.3, p.840-848, 2007.

KOGER, C. H. et al. Glyphosate-resistant horseweed (*Conyza canadensis*) in Mississippi. **Weed Technol.**, v. 18, n. 3, p. 820-825, 2004.

KRUSE, N. D.; VIDAL, R. A.; TREZZI, M. M. Curvas de resposta e isoblograma como forma de descrever a associação de herbicidas inibidores do fotossistema II e da síntese de carotenóides. **Planta Daninha**, v. 24, p.579-587, 2006.

MARCOS FILHO, J. Germinação. In: MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 197-252.

MARZINEK, J.; DE-PAULA, O.C.; OLIVEIRA, D.M.T. Cypsela or achene? Refining terminology by considering anatomical and historical factors. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 31, n.3, pp. 549–553, 2008.

MCCOURT, J.A. et al. Herbicide-binding sites revealed in structure of plant acetohydroxyacid synthase. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 103: 569–573. 2006.

MENALLED, F. **Weed Seedbank Dynamics e Integrated Management of Agricultural Weeds**. Department of Land Resources and Environmental Sciences, Montana State University-Bozeman. Outubro, 2008. Disponível em: <<http://www.ipm.montana.edu/cropweeds/montguides/Seedbank%20dynamics%20MT200808AG.pdf>> Acesso em: 11 jan. 2016.

MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Secretaria da Agricultura, Porto Alegre, 1961.

MOREIRA, M. S.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas inibidores da EPSPs (Grupo G). (3 Ed.). In: CHRISTOFFOLETI, P. J.; OVEJERO, R. F. L.; NICOLAI, M.; VARGAS, L.; CARVALHO, S. J. P.; CATANEO, A. C.; CARVALHO, J. C.; MOREIRA, M. S. **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. Piracicaba, HRAC, 2008. p. 78-96.

MONQUEIRO, P. A. et al. Absorção, translocação e metabolismo do glyphosate por plantas tolerantes e suscetíveis a este herbicida. **Planta Daninha**, v. 22, p. 445-451, 2004.

NANDULA, V. K. et al. Factors affecting germination of horseweed (*Conyza canadensis*). **Weed Science**, v. 54, n. 5, p. 898-902, 2006.

OLIVEIRA Jr, R.S.; BACARIN, M.A. Absorção e translocação de herbicidas. In: OLIVEIRA JÚNIOR, R.S.;c CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**, Curitiba, v.1, n.1, p.136, 2011.

PREFEITURA MUNICIPAL DE TUPANCIRETÃ. Histórico. Tupanciretã, 2016. Disponível em: <<http://www.tupancireta.rs.gov.br/site/home/pagina/id/62/?Historia-do-Municipio.html>>. Acesso em: 21 jan. 2016.

PRICE, A. J.; BALKCOM, K. S.; CULPEPPER, S. A.; KELTON, J. A.; NICHOLS, R. L.; SCHOMBERG, H. Glyphosate-resistant Palmer amaranth: A threat to conservation tillage. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v. 66, n. 4, p. 265-275, 2011.

LEE, K.H. et al. Antitumor agents 14: Molephantinin, a new potent antitumor sesquiterpene lactone from *Elephantopus mollis*. **Journal Pharmaceutical Sciences** 64: 1077-1078, 1975.

LIEBL, R. et al. BAS 800H: a new herbicide for preplant burndown and preemergence dicot weed control. **Weed Science Society of America Conf.**, Abstract 120, 2008.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. 2.ed. Nova Odessa: Plantarum, 2008. 544p.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 640 p.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 6ª edição, Nova Odessa, SP, Instituto Plantarum, 2006, 319p.

LYON, D. J.; KNISS, A. R. Proso Millet Tolerance to Saflufenacil. **Weed Technology**, 24:349–355, 2010.

RITZ, C.; STREIBIG J.C. Bioassay Analysis using R. **Journal of Statistical Software**, 12:1–22. 2005.

RITZ, C.; KNISS, A. R.; STREIBIG, J. C. Research Methods in Weed Science: Statistics. **Weed Science**, 63:166-187. 2015.

RIZZARDI, M. A. et al. Perdas de rendimento de grãos de soja causadas por interferência de picão-preto e guanxuma. **Ciência Rural**, v. 33, n. 4, p. 621-627, 2003.

RPS-Sul. INDICAÇÕES TÉCNICAS PARA A CULTURA DA SOJA NO RIO GRANDE DO SUL E EM SANTA CATARIANA SAFRAS 2014/2015 e 2015/2016. / XXXX **Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2014. 124 p.

ROBERTS, H.A. Seed Banks in Soils. **Advances in Applied Biology**, 6: 1-55, 1981.

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

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

SCHWARTZ, L. M. et al. Seedbank and field emergence of weeds in glyphosate-resistant cropping systems in the United States. **Weed Science** 63:425–439, 2015.

SEEFELDT, S.S.; JENSEN, S.E.; FUERST, E.P. Log-logistic analysis of herbicide dose-response relationship. **Weed Technology**, Champaign, v.9, n.1, p.218-227, 1995.

SENSEMAN, S. A. **Herbicide Handbook**. Weed Science Society of America, Laurence, KS, EUA. Ninth Edition, 2007.

SILVA, A. A. et al. Biologia das plantas daninhas. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. (Eds.) **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p. 17-59, 2007.

SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R. Herbicidas: classificação e modo de ação. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. (Eds.) **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p. 83-188, 2007.

STREIBIG, L.C.; RUDEMO, M.; JENSEN, J.E. Dose response curves and statistical models. In: Streibig, J.C.; Kudsk, P. (Eds.). **Herbicide Bioassay**. Boca Raton, FL: CRC Press, p. 29-55, 1993.

SOLTANI, N.; SHROPSHIRE, C.; SIKKEMA, P. H. Sensitivity of Leguminous Crops to Saflufenacil. **Weed Technology**, 24(2):143-146, 2010.

SOUZA FILHO, A. P. S. Interferência potencialmente alelopática do capim-gengibre (*Paspalum maritimum*) em áreas de pastagens cultivadas. **Planta Daninha**, v. 24, n. 3, p. 451-456, 2006.

TROYER, J. R. In the beginning: the multiple discovery of the first hormone herbicides. **Weed Science**. v.49, p. 290–297, 2001.

VENABLE, D.L.; LEVIN, D.A. Morphological dispersal structures in relation to growth habit in the Compositae. **Plant Systematic Evolution**, v. 143, n.1, p. 1-16, 1983.

VIDAL et al. Mecanismos de Ação dos Herbicidas. In: MONQUEIRO, P.A. **Aspectos da Biologia e Manejo das Plantas Daninhas**. São Paulo, SBCPD, 2014, p. 235-255.

VIDAL et al. Impacto da temperatura, irradiância e profundidade das sementes na emergência e germinação de *Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis* resistentes ao glyphosate. **Planta Daninha**, v. 25, n. 2, p. 309-315, 2007.

VOLL, E. et al. Amostragem do banco de semente e flora emergente de plantas daninhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 2, p. 211-218, 2003.

WAGGONER, B. S. et al. Control of Glyphosate-Resistant Horseweed (*Conyza canadensis*) with Saflufenacil Tank Mixtures in No-Till Cotton. **Weed Technology**, 25(3):310-315, 2011.

## Apêndices

Apêndice 1 - Captura de tela do Programa R Studio utilizado para realização das análises das curvas de dose-resposta e respectivos parâmetros. Santa Maria/RS, 2016

The screenshot displays the RStudio interface. The top pane shows a data table with 13 rows and 11 columns. The columns are labeled: Dose, Bloco, INJUR, MMVR, MMVPA, MMVT, MMSR, MMSPA, and MMST. The bottom pane shows the R console with the following code and output:

```

> elpsaf1.aov = aov(MMST ~ Bloco+Dose, data = elpsaf1)
> summary(elpsaf1.aov)
          Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
Bloco      1  47.51   47.51    23.513 1.82e-05 ***
Dose       1   3.87    3.87     1.915   0.174
Residuals 41   82.85    2.02
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> cv.model(elpsaf1.aov)
[1] 41.20939

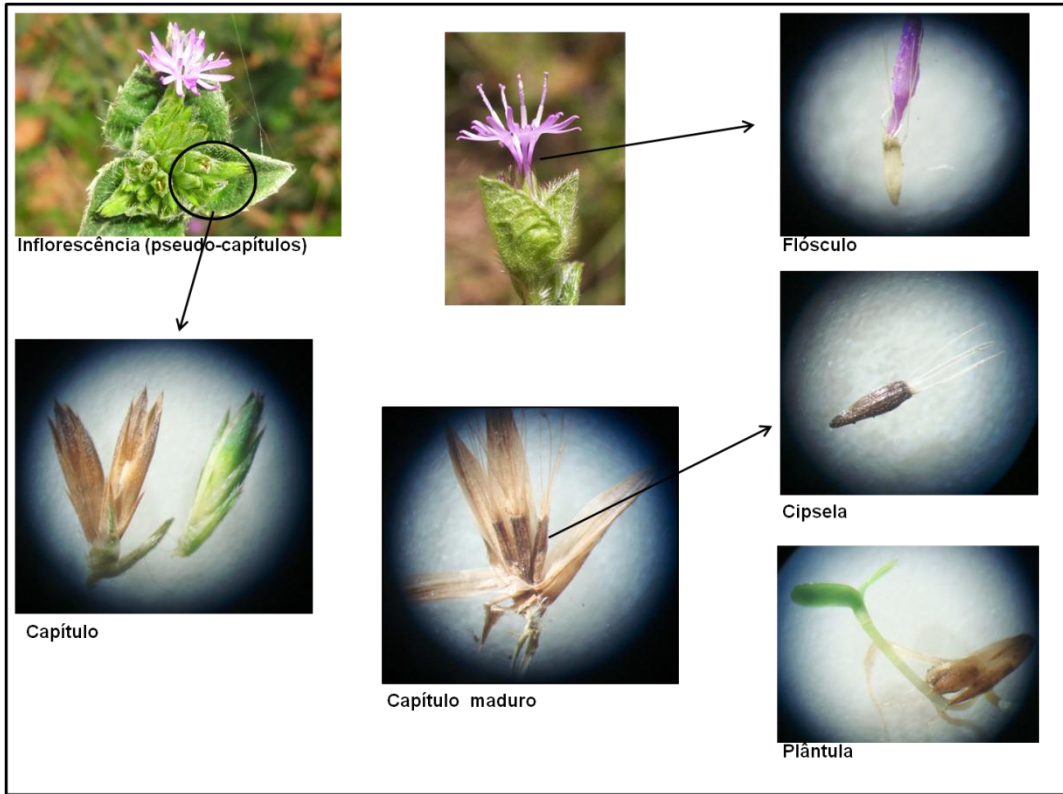
```



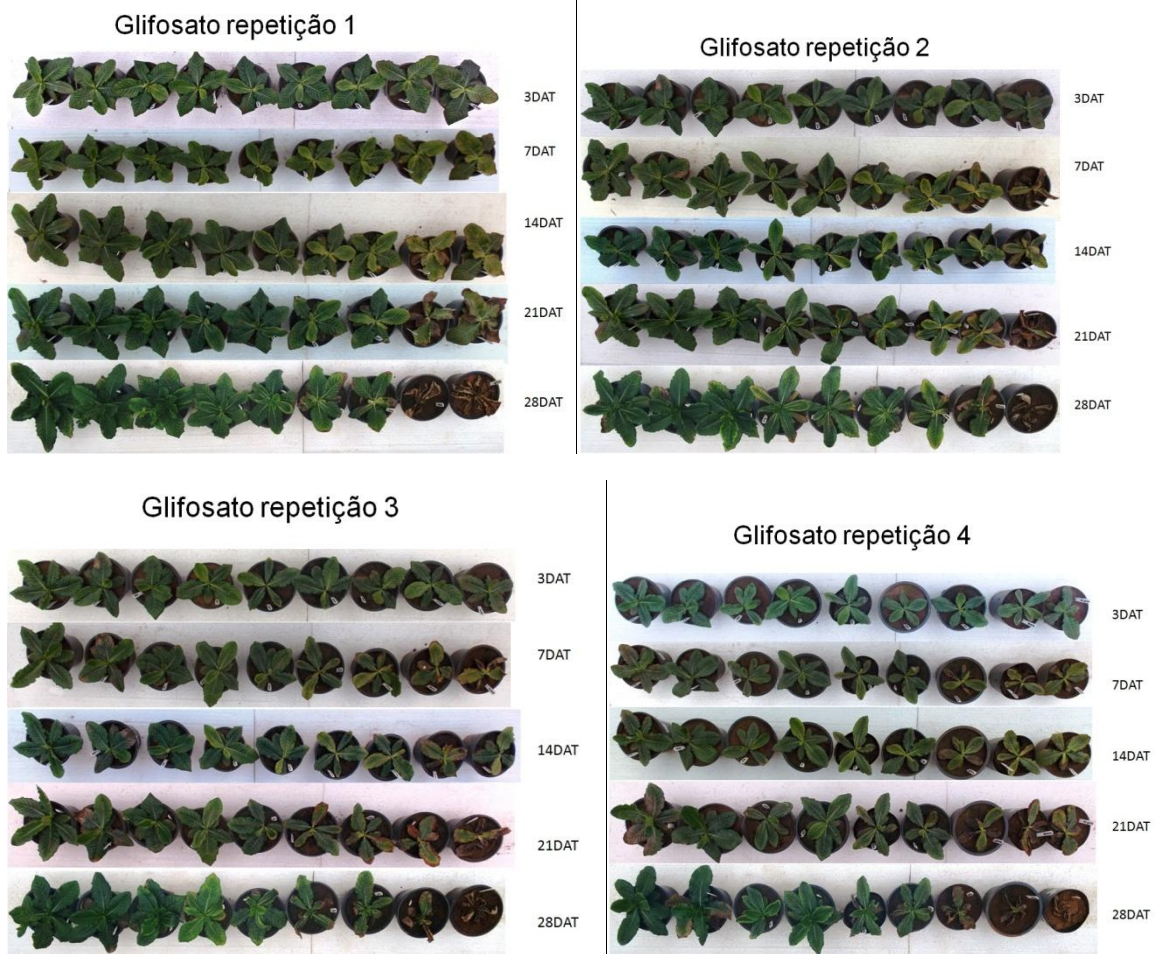
Apêndice 2 - Saídas de comandos do programa R Studio através das quais foram analisados os valores de massa de matéria verde de raiz (MMVR), massa de matéria verde de parte aérea (MMVPA), massa de matéria verde total (MMVT), massa de matéria seca de raiz (MMSR), massa de matéria seca de parte aérea (MMSPA), massa de matéria seca total (MMST) e avaliação visual (%) aos 21 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos. Santa Maria/RS, 2016

```
> elpglif.aov = aov(MMST ~ Bloco+Dose, data = elpglif)
> summary(elpglif.aov)
          Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
Bloco      1  42.69   42.69    16.96 0.000181 ***
Dose       1  63.79   63.79    25.34 1.01e-05 ***
Residuals 41 103.23    2.52
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> cv.model(elpglif.aov)
[1] 37.07495
> MMST.waller <- waller.test(elpglif.aov, trt="Dose")
> summary(MMST.waller)
      Length Class      Mode
statistics 5    data.frame list
parameters 5    data.frame list
means      5    data.frame list
comparison 0    -none-    NULL
groups     3    data.frame list
> MMST.waller$group
      trt means M
1  0     6.9325 a
2 180    6.5375 ab
3 360    5.4900 abc
4 720    4.5725 bcd
5 1440   4.0200 cde
6 2880   3.1975 de
7 5760   2.6625 de
8 11520  2.4525 e
9 23040  2.1675 e
10 46080  2.1125 e
```

Apêndice 3 - Morfologia da inflorescência e suas características na espécie *Elephantopus mollis* (Kunth). Santa Maria/RS, 2016



Apêndice 4 - Fotos da avaliação visual aos 3, 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação do herbicida glifosato. Santa Maria/RS, 2016





Apêndice 5 - Fotos da avaliação visual aos 3, 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação do herbicida 2,4-D. Santa Maria/RS, 2016

2,4-D repetição 1



2,4-D repetição 2



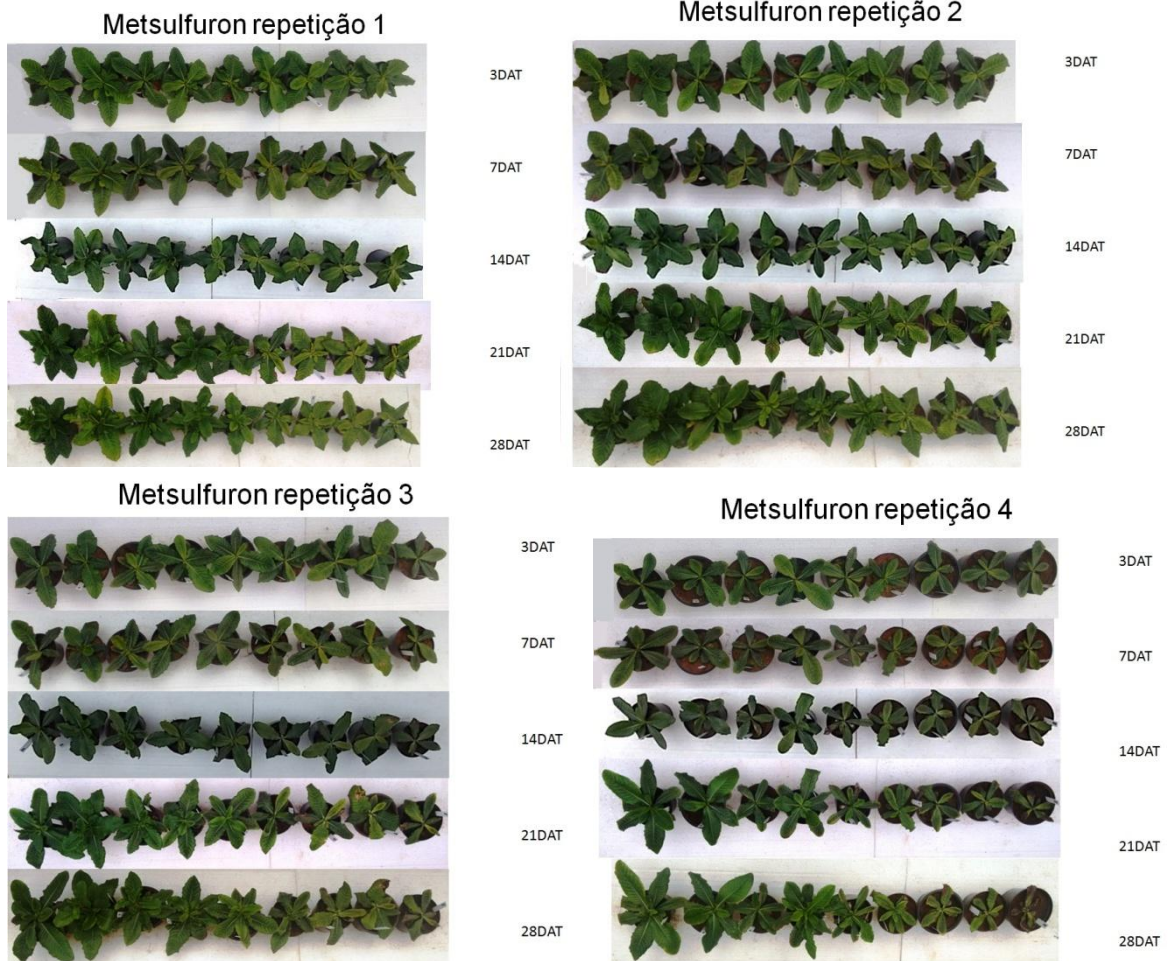
2,4-D repetição 3



2,4-D repetição 4



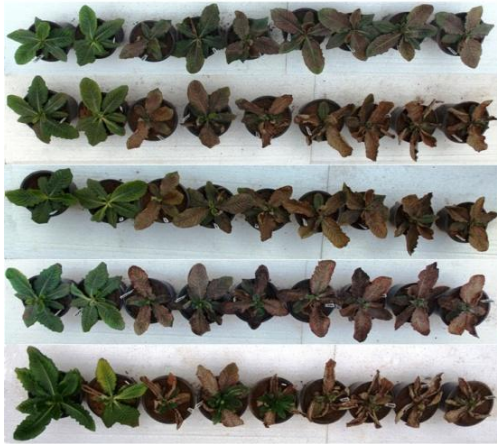
Apêndice 6 - Fotos da avaliação visual aos 3, 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação do herbicida metsulfuron-metil. Santa Maria/RS, 2016



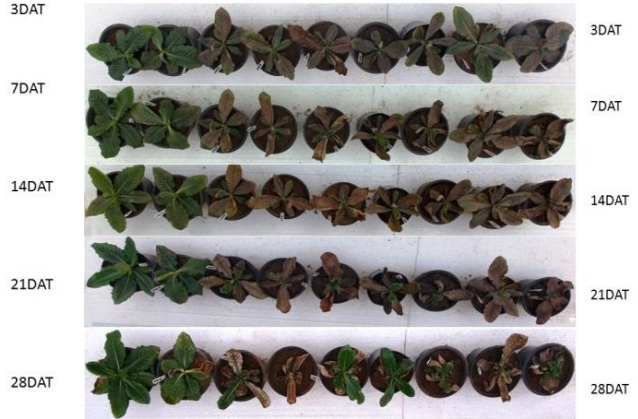


Apêndice 7 - Fotos da avaliação visual aos 3, 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação do herbicida flumioxazim. Santa Maria/RS, 2016

Flumioxazim repetição 1



Flumioxazim repetição 2



Flumioxazim repetição 3



Flumioxazim repetição 4



Apêndice 7 - Fotos da avaliação visual aos 3, 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação do herbicida saflufenacil. Santa Maria/RS, 2016

