

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

GILVANE FRIZON

**USO DE HERBICIDAS PARA O CONTROLE DE BIÓTIPOS DE
Euphorbia heterophylla RESISTENTES A INIBIDORES DA PROTOX
E ALS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2019

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

GILVANE FRIZON

**USO DE HERBICIDAS PARA O CONTROLE DE BIÓTIPOS DE
Euphorbia heterophylla RESISTENTES A INIBIDORES DA PROTOX
E ALS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**PATO BRANCO
2019**

GILVANE FRIZON

**USO DE HERBICIDAS PARA O CONTROLE DE BIÓTIPOS DE
Euphorbia heterophylla RESISTENTES A INIBIDORES DA PROTOX
E ALS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Michelangelo Muzell Trezzi

PATO BRANCO

2019

Frizon, Gilvane

Uso de herbicidas para o controle de biótipos de *Euphorbia heterophylla* resistentes a inibidores da PROTOX e ALS / Gilvane Frizon.

Pato Branco. UTFPR, 2019

54 f. : il. ; 30 cm

Orientador: Prof. Dr. Michelangelo Muzell Trezzi

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Agronomia. Pato Branco, 2018.

Bibliografia: f. 47 – 48

**1. Agronomia. 2. PROTOX. 3. ALS . I. Trezzi, Muzell Michelangelo, orient.
II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Agronomia.
III. Título.**

CDD: 630



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Pato Branco
Departamento Acadêmico de Ciências Agrárias
Curso de Agronomia



TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso - TCC

USO DE HERBICIDAS PARA O CONTROLE DE BIÓTIPOS DE *Euphorbia heterophylla* RESISTENTES A INIBIDORES DA PROTOX E ALS

por

GILVANE FRIZON

Monografia apresentada às 15 horas do dia 22 de novembro de 2019 como requisito parcial para obtenção do título de ENGENHEIRO AGRÔNOMO, Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo-assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Michelangelo Muzell Trezzi
UTFPR Câmpus Pato Branco
Orientador

Prof. Dr. Pedro Valério Dutra de Moraes
UTFPR Câmpus Dois Vizinhos

Prof. Dr. Antonio Pedro Brusamarello
Mater Dei Pato Branco

Prof. Dr. Jorge Jamhour
Coordenador do TCC

A "Ata de Defesa" e o decorrente "Termo de Aprovação" encontram-se assinados e devidamente depositados na Coordenação do Curso de Agronomia da UTFPR Câmpus Pato Branco-PR, conforme Norma aprovada pelo Colegiado de Curso.

Dedicação às energias superiores, à Deus, o Universo e a fé na humanidade e no Brasil.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos aos meus pais Gilmar Vicente Frizon, Salete Pesseti Frizon, minha irmã Solange Frizon por todo o trabalho prestado desde a mão de obra, ajuda financeira e incentivos para conclusão do trabalho. Agradecimento em especial aos meus amigos Manuelli Cristina Bortollan, Renan Marafon, Eduardo Ziger, Wagner Luis Cigoline, Daniela Dalla Costa, Luan Giacomini, Leticia Damo, Pedro Giacomini, Vinicius Kunz, Gabriel Alexandre Tesser Augusto, Matheus Augusto de Oliveira, Vinicius Onetta, Victor Bohn, Eduardo Rozin Ticiani e a todos os meus amigos que fiz durante essa passagem pela UTFPR-PB por todo o trabalho prestado, desde conversas, ideias e mão de obra para multiplicação de semente, testes prévios e implantação e avaliação do trabalho. Ao meu orientador Michelangelo Muzell Trezzi por todos os ensinamentos e ajuda nas interpretações e condução do trabalho. Por último agradecimento as energias superiores, propriamente Deus pela saúde e por amor a busca ao sucesso e a superação das dificuldades encontradas ao longo do caminho.

RESUMO

FRIZON, Gilvane. Uso de herbicidas para o controle de biótipos de *Euphorbia heterophylla* resistentes a inibidores da PROTOX e ALS. 53 f. TCC (Curso de Agronomia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2019.

A *Euphorbia heterophylla*, popularmente conhecida como leiteiro, é uma espécie que tem causado grande impacto negativo sobre culturas anuais no Brasil, diminuindo a produtividade e o valor comercial de grãos e sementes. No ano de 2004 foi relatado o primeiro caso de resistência múltipla de leiteiro a inibidores da ALS e da PROTOX. O objetivo do trabalho foi analisar se herbicidas inibidores da PROTOX e da ALS aplicados em pré-emergência são mais eficientes no controle de distintas populações de leiteiro, suscetíveis e resistentes, do que as aplicações efetuadas em pós-emergência. O experimento foi desenvolvido em delineamento completamente casualizado, com três repetições. O experimento foi implantado entre março e maio de 2019, em arranjo trifatorial 3 x 4 x 4. O primeiro fator foi composto pelos biótipos de *Euphorbia heterophylla* São Paulo, Vilhena e Vitorino. O segundo fator foi composto pelos herbicidas diclosulam, flumioxazin, sulfentrazone, e imazethapyr. O terceiro fator pela modalidade de aplicação dos herbicidas, em pré ou pós-emergência precoce nas proporções de doses dos herbicidas (0x, 0,5x, 1,0x, 2,0x e 4,0x). As referidas proporções de doses correspondem às doses dos herbicidas a seguir: diclosulam (0, 17,51, 35, 70, 140 g ha⁻¹), flumioxazin (0, 10, 20, 40, 80 g ha⁻¹), sulfentrazone (0, 200, 400, 800, 1600 g ha⁻¹) e imazethapyr (0, 50, 100, 200, 400 g ha⁻¹). O herbicida sulfentrazone foi o mais eficiente para o controle de todos os biótipos avaliados, tanto em aplicação em pré quanto em pós-emergência, o que foi corroborado pelos valores de FR. Os níveis de controle proporcionados pelo herbicida flumioxazin foram superiores na modalidade de pós-emergência do que em pré-emergência para os biótipos de Vitorino e Vilhena, o que foi corroborado pelos valores de FR. A dose recomendada dos herbicidas imazethapyr e diclosulan resultaram em baixos níveis de controle de todos os biótipos avaliados, tanto em pré-emergência quanto em pós-emergência, com exceção da boa eficiência apresentada por diclosulan (em pré ou pós-emergência) sobre o biótipo São Paulo.

Palavras-chave: Resistência. Controle químico. Pós-emergência.

ABSTRACT

FRIZON, Gilvane. Use of herbicides to control PROTOX and ALS inhibitor resistant *Euphorbia heterophylla* biotypes. 53 f. TCC (Agronomy Course), Federal Technological University of. Paraná. Pato Branco, 2019.

Euphorbia heterophylla, popularly known as dairy, is a species that has had a major negative impact on annual crops in Brazil, decreasing grain yield and commercial value. In 2004, the first case of multiple resistance of dairy to ALS and PROTOX inhibitors was reported. The aim of the project will be to analyze whether pre-emergence PROTOX and ALS inhibitor herbicides are more efficient in controlling different susceptible and resistant dairy populations than post-emergence applications. The experiment will be developed in a completely randomized design with three replications. The experiment was carried out between March and May 2019, in a 3 x 4 x 4 three-factor arrangement. The first factor was the susceptible *Euphorbia heterophylla* biotypes from São Paulo and the multidrug resistance biotypes of ALS and PROTOX Vilhena. and Vitorino. The second factor will be composed of the herbicides, diclosulam flumioxazin, sulfentrazone, and imazethapyr. The third factor is the herbicide application modality, in pre or early emergence by herbicide dose proportions (0x, 0.5x, 1.0x, 2.0x and 4.0x). Said dose ratios correspond to the following herbicide doses: diclosulam (0, 17.51, 35, 70, 140 g ha⁻¹), flumioxazin (0, 10, 20, 40, 80 g ha⁻¹), sulfentrazone (0.200, 400, 800, 1600 g ha⁻¹) and imazethapyr (0.50, 100, 200, 400 g ha⁻¹). Sulfentrazone herbicide was the most efficient for the control of all biotypes, both in pre and post-emergence application, which was corroborated by the RF values. The control levels provided by the herbicide flumioxazin were higher in post-emergence mode than in pre-emergence for Vitorino and Vilhena biotypes, which was corroborated by the RF values. The recommended dose of imazethapyr and diclosulan herbicides resulted in low levels of control of all evaluated biotypes, both pre-emergence and post-emergence, with the exception of the good efficiency presented by diclosulan (pre- or post-emergence) on the Sao Paulo biotype.

Keywords: Resistance. Chemical control. Post emergence.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 – Níveis de controle de plantas de *E. heterophylla* dos biótipos São Paulo, Vilhena e Vitorino aos 14 DAA com a aplicação dos herbicidas pré emergentes diclosulan (a), flumioxazin (b), sulfentrazone (c) e imazethapyr (d).....24
- Figura 2 – Níveis de controle de plantas de *E. heterophylla* dos biótipos São Paulo, Vilhena e Vitorino aos 28 DAA com a aplicação dos herbicidas pré emergentes diclosulan (a), flumioxazin (b), sulfentrazone (c) e imazethapyr (d).....25
- Figura 3 – Massa da parte aérea seca (%) de plantas de *E. heterophylla* dos biótipos São Paulo, Vilhena e Vitorino aos 28 DAA com a aplicação dos herbicidas pré emergentes diclosulan (a), flumioxazin (b), sulfentrazone (c) e imazethapyr (d).....27
- Figura 4 – Níveis de controle de plantas de *E. heterophylla* dos biótipos São Paulo, Vilhena e Vitorino aos 10 DAA com a aplicação dos herbicidas pós emergentes diclosulan (a), flumioxazin (b), sulfentrazone (c) e imazethapyr (d).....33
- Figura 5 – Níveis de controle de plantas de *E. heterophylla* dos biótipos São Paulo, Vilhena e Vitorino aos 17 DAA com a aplicação dos herbicidas pós emergentes diclosulan (a), flumioxazin (b), sulfentrazone (c) e imazethapyr (d).....34
- Figura 6 – Massa da parte aérea seca (%) de plantas de *E. heterophylla* dos biótipos São Paulo, Vilhena e Vitorino aos 17 DAA com a aplicação dos herbicidas pós emergentes diclosulan (a), flumioxazin (b), sulfentrazone (c) e imazethapyr (d).....36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Herbicidas utilizados na aplicação em pré e pós-emergência sobre plântulas de <i>Euphorbia heterophylla</i>	20
Tabela 2 – Valores de D ₅₀ e FR em pré-emergência 28 DAA.....	29
Tabela 3 – Valores de D ₅₀ e FR em aplicações em pós-emergência com base na avaliação de controle aos 17 dias após a aplicação.....	37

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

PROTOX	Protoporfirinogênio oxidase
ALS	Acetolactato sintase
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 OBJETIVOS.....	14
2.1 GERAL.....	14
2.2 ESPECÍFICOS.....	14
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
3.1 Características biológicas e potencial de dano de leiteiro.....	15
3.2 Resistência em leiteiro e aplicações de herbicidas em Pré e pós-emergência....	16
3.2.1 Biótipos com resistência a enzima ALS e protox.....	18
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	20
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	23
5.1 CONTROLE EM PRÉ-EMERGÊNCIA.....	23
5.2 Controle em pós-emergência.....	32
6 CONCLUSÕES.....	40
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	41
REFERÊNCIAS.....	42

1 INTRODUÇÃO

A *Euphorbia heterophylla* (EPHHL), popularmente conhecida como leiteiro, é uma espécie daninha presente em 74% das áreas de semeadura de soja no planalto do Rio Grande do Sul (BIANCHI, 2007). Esta espécie pode reduzir em até 80% a produtividade da soja (KISSMANN; GROTH, 1991). Em áreas com densidades de 12 a 52 plantas m⁻² de leiteiro reduziram a produtividade do feijão em 22 a 50% (CHEMALE; FLECK, 1982). As maiores perdas na produtividade do feijão segundo se caracterizam pela densidade de 20 plantas m⁻² ou acima disso. O leiteiro é uma planta de difícil de controle e capaz de produzir até 3000 mil sementes por planta. As sementes de EPHHL não apresentam dormência, devido a isso sua germinação ocorre durante o ano inteiro podendo alcançar dois ou três ciclos por ano sendo planta daninha comumente encontrada em lavouras de *Glycine max*, *Zea mays* e *Phaseolus vulgaris*.

Atualmente o surgimento de novos casos de resistência de plantas daninhas a herbicidas é um dos grandes problemas enfrentados pelos agricultores de várias regiões do mundo e também do Brasil. A resistência de plantas daninhas a herbicidas pode ser simples, cruzada ou múltipla. A resistência simples é caracterizada por um única classe de herbicida, mas por dois ou mais mecanismos de resistência. A resistência cruzada ocorre quando a planta daninha é resistente a herbicidas de grupos químicos diferentes, no entanto pertencentes ao mesmo mecanismo de ação. A resistência múltipla acontece quando a planta daninha é resistente aos herbicidas de dois ou mais mecanismos de ação. A ordem de dificuldade de controle é: resistência simples < resistência cruzada < resistência múltipla (CHRISTOFFOLETI *et al.*, 2003).

Os primeiros relatos de resistência de leiteiro no Brasil foram aos herbicidas inibidores da acetolactato sintase (ALS), identificados em lavouras de soja no Sul e Centro-Oeste, presentes nos estados do Rio Grande do Sul, Paraná e Mato Grosso do Sul. (VARGAS *et al.*, 1999).

No ano de 2004, foi relatado o primeiro caso de resistência múltipla de biótipos de leiteiro a inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS) e a inibidores da enzima Protoporfirinogênio Oxidase (PROTOX), em população localizada numa

lavoura de soja no município de Pato Branco, PR, que não respondeu a aplicação de imazethapyr (inibidor da ALS) e fomesafen (inibidor da PROTOX) para o controle dessa espécie (TREZZI *et al.*, 2005a). Essa área apresentou um histórico de repetidas aplicações desses herbicidas durante alguns anos. Esse constituiu o primeiro relato de resistência múltipla em uma espécie daninha no Brasil (HEAP, 2018).

A resistência de leiteiro tanto a PROTOX quanto a ALS, apresenta sério risco à produção no meio agrícola, podendo inviabilizar a cultura da soja convencional (*Glycine max* (L.)) e também a cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris*) em áreas com alta infestação, a exemplo do que vêm ocorrendo em algumas lavouras da região Sudoeste do Paraná segundo produtores locais. As plantas não controladas podem trazer perdas incalculáveis por competição e prejuízos à qualidade das sementes, podendo assim diminuir seu valor comercial, inviabilizando o trabalho do agricultor.

Alguns trabalhos buscando alternativas de controle de biótipos de leiteiro com resistência múltipla a inibidores da ALS e PROTOX indicaram que os herbicidas flumioxazin e sulfentrazone (inibidores da PROTOX) aplicados em pré-emergência apresentam controle eficiente das plantas resistentes (TREZZI *et al.*, 2005a). Além disso, o herbicida fomesafen, aplicado em pré-emergência apresenta controle superior dos biótipos de leiteiro com resistência múltipla, em comparação com a aplicação em pós-emergência (TREZZI *et al.*, 2009).

Portanto, faz-se necessária a investigação se o controle de leiteiro em pré-emergência é mais eficaz em relação as aplicações em pós-emergência, considerando herbicidas de diferentes grupos químicos, tanto inibidores da PROTOX quanto inibidores da ALS. Também, considerando que os primeiros casos de biótipos de leiteiro com resistência múltipla foram relatados em 2004 e que, posteriormente surgiram outros casos similares, é importante determinar se essa maior eficiência em pré-emergência também ocorre em outros biótipos ainda não estudados.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Determinar a eficiência de controle de herbicidas aplicados em pré e pós-emergência sobre biótipos de leiteiro suscetível proveniente de São Paulo e com resistência múltipla a inibidores da ALS e PROTOX

2.2 ESPECÍFICOS

Analisar a eficácia de controle dos herbicidas diclosulan, flumioxazin e sulfentrazone e imazethapyr sobre biótipos de leiteiro nas modalidades de aplicação em pré e pós-emergência.

Determinar se as aplicações em pré-emergência dos herbicidas diclosulam, flumioxazin, sulfentrazone e imazethapyr são mais eficientes no controle de populações suscetíveis e resistentes de leiteiro do que as aplicações efetuadas em pós-emergência.

Determinar os fatores de resistência para os distintos herbicidas e biótipos de leiteiro por meio da realização de curvas de dose resposta.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS E POTENCIAL DE DANO DE LEITEIRO

O leiteiro apresenta ciclo anual, rápido acúmulo de biomassa e grande produção de sementes (KISSMANN; GROTH, 1991). É uma planta ereta, medindo entre 30-70cm em condições adequadas. Quando colocada na falta de luz ou em um fotoperíodo não adequado tem tendência a alongar-se podendo ultrapassar um metro de altura. Possui uma substância esbranquiçada leitosa dentro do caule e ramos, com característica própria da família *Euphorbiaceae*. É uma planta C4, em que as reações fotossintéticas acontecem na célula do mesófilo e o ciclo de Calvin acontece na bainha do feixe vascular. A sua reprodução é feita exclusivamente por sementes. Uma planta é capaz de produzir até 3000 mil sementes (CRONQUIST, 1981).

O leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) é uma planta de difícil controle, pelo seu rápido crescimento, maturação desuniforme dos frutos (tricoco) e devido à sua alta taxa de fecundação. As plantas podem ter um percentual de fecundação cruzada e as sementes praticamente não tem dormência (CRONQUIST, 1981).

Algumas características biológicas dessa espécie contribuem para dificultar o seu controle, como o ciclo anual e elevada capacidade de rebrota (KISSMANN; GROTH, 1991). Segundo Kissman e Groth (1991) é importante ressaltar que o sistema de plantio direto não proporciona diminuição da infestação de leiteiro.

O leiteiro é uma planta que tem elevado potencial de competição com espécies cultivadas por recursos do ambiente, reduzindo a qualidade dos grãos e a produtividade (CARVALHO; BIANCO; GUZZO, 2010). A convivência de plantas de leiteiro com soja, a partir do 17º dia após a emergência, resultou em perda diária de 5,15 kg ha⁻¹ na produtividade de grãos num período de convivência de 44 dias após a emergência da soja. A ausência de plantas de leiteiro dos 17 aos 44 dias após a emergência da soja resultou em acréscimo de produtividade diário de 7,27 kg ha⁻¹ (MESCHEDE *et al.*, 2004). Período igual ou maior a 35 dias da lavoura no limpo não

resultou em acréscimo na produtividade. Em outro trabalho avaliando a interferência do leiteiro sobre a cultura da soja, descreveu-se que 25 plantas m² da espécie infestante reduziu em média 38% da produtividade (MESCHEDE *et al.*, 2004).

3.2 RESISTÊNCIA EM LEITEIRO E APLICAÇÕES DE HERBICIDAS EM PRÉ E PÓS-EMERGÊNCIA

O primeiro provável caso de resistência de plantas daninhas a herbicidas foi observado no ano de 1957, com o produto 2,4-D (WHITEHEAD; SWITZER, 1963). Em 1968, foi relatada a resistência a atrazine (RYAN, 1970) e, em 1973, à trifluralina (MUDGE; GOSSETT; MURPHY, 1984).

Ao final da década de 70, o leiteiro começou a ser selecionado pelo uso dos herbicidas metribuzin e trifluralin, aplicados em pré semeadura da soja, na sucessão soja/ milho nos Estados do Sul do Brasil (PITELLI, 1992). No começo da década de 90, foram encontrados biótipos de leiteiro resistentes aos herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS) (GAZZIERO *et al.*, 1998). Posteriormente, levantamento de possíveis problemas de resistência efetuado na região Sudoeste do Paraná detectou dois biótipos de leiteiro com resistência múltipla aos inibidores das enzimas ALS e da protoporfirinogênio oxidase (PROTOX) no ano de 2004 (TREZZI *et al.*, 2005). A análise desses biótipos também confirmou a existência de resistência cruzada (TREZZI *et al.*, 2005). A resistência cruzada ocorre quando o biótipo é resistente a herbicidas de um ou mais grupos químicos do mesmo mecanismo de ação, devido a apenas um mecanismo de resistência (LEBARON *et al.*, 1989). No entanto, se o biótipo for resistente a vários mecanismos de ação não prova que ele tem resistência múltipla. Por definição um biótipo com resistência múltipla é a capacidade hereditária de suportar níveis de herbicida superiores ao biótipo silvestre causado por diferentes mecanismos de resistência (MAXWELL; MORTIMER, 2004).

Um aspecto muito importante da investigação é que os herbicidas sulfentrazone e flumioxazin, usados em pré-emergência, demonstraram alta eficácia no controle dos biótipos de Pato Branco e de Vitorino e foi hipotetizado que isso pode ser decorrência da baixa absorção dos produtos inibidores de PROTOX

quando aplicados nas partes aéreas (TREZZI *et al.*, 2009). Em outro trabalho comparando a aplicação em pré e pós-emergência do herbicida fomesafen sobre o biótipo Bom Sucesso do Sul, que também apresenta resistência múltipla a inibidores da ALS e PROTOX, foi constatada maior eficácia da aplicação em pré-emergência desse herbicida (TREZZI *et al.*, 2009).

Segundo Higgins *et al.* (1988) os herbicidas inibidores da enzima PROTOX em espécies que têm a capacidade de tolerar ação desse herbicida está associado à absorção e translocação mínimas. A absorção do herbicida pela parte aérea é influenciada por características da superfície foliar, como composição, espessura e arranjo da cutícula, pelas condições do ambiente e pelas características físicoquímicas do herbicida (VIDAL, 2002). A eficiência do herbicida aplicados em pré-emergência está associado principalmente a volatilização, textura do solo, umidade, temperatura, fotodecomposição (ROMAN *et al.*, 2005). Segundo Roman *et al.* (2005) o herbicida precisa atravessar a cutícula e a parede celular e a membrana plasmática para chegar a célula e assim controlar a planta daninha.

O estudo sobre o local de absorção de fomesafen pelas plantas de leiteiro indicou que a dose comercial de fomesafen (250 g ha^{-1}) em pré-emergência, teve um controle de 40-45% de plantas de leiteiro resistentes a enzima PROTOX. Em pós-emergência na dose comercial de 250 g ha^{-1} teve um controle entre 38 a 40% do leiteiro e o Fator de Resistência (FR) foi de 1,4 aos 14 DAA e 2,1 aos 21 DAA, concluindo baixos níveis de controle em pós-emergência. Relata que a dose adequada para obter 80% de controle sobre os biótipos de leiteiro em pré-emergência é de 600 g ha^{-1} para o biótipo susceptível e 1920 g ha^{-1} para o biótipo resistente (TREZZI *et al.*, 2009).

A dificuldade de controle de leiteiro em pós-emergência em relação aplicação em pré-emergência pode estar associada a ineficácia absorção do herbicida por não conseguir passar por barreiras físicas, membrana plasmática ou parede celular (RODRIGUES, 2003). Concenço *et al.* (2007), refere que os tecidos jovens poderiam ter uma capacidade superior para metabolizar os herbicidas inibidores da enzima PROTOX e translocação mais efetiva a moléculas com tamanho de até 1 kDa, (TREZZI *et al.*, 2009). A partir disso, Trezzi *et al.* (2009) concluíram nesse estudo que o posicionamento de fomesafen no solo, em conjunto

com a parte aérea de EPHHL em emergência, resulta em níveis de controle maiores quando esse herbicida posicionado apenas junto às raízes de leiteiro.

3.2.1 BIÓTIPOS COM RESISTÊNCIA A ENZIMA ALS E PROTOX

Os herbicidas inibidores da ALS são responsáveis por cerca de 32,38% dos casos de resistência de plantas daninhas infestantes de culturas em todo o mundo, 98 espécies Eudicotiledôneas e 62 Monocotiledôneas. Espécies resistentes aos inibidores da (PROTOX) representam 2,63% com 10 espécies Eudicotiledôneas e 3 Monocotiledôneas de um total de 494 espécies resistentes a diferentes mecanismos de ação (HEAP 2018). Esse fato deve-se ao uso repetitivo desses produtos na agricultura, a alta eficácia, a atividade residual no solo, alta frequência inicial de resistência da planta daninha, adaptabilidade ecológica do biótipo e as mutações pontuais na enzima ALS (CHRISTOFFOLETI *et al.*, 2003). O desenvolvimento de resistência múltipla de leiteiro aos inibidores da ALS e PROTOX no Sudoeste do Paraná, está associado a alta pressão de seleção causada pelas aplicações de herbicidas inibidores da ALS, e, posteriormente, pelos inibidores de PROTOX, o que resultou na seleção de resistência a ambos os mecanismos de ação, em momentos distintos, mas na mesma população (TREZZI *et al.*, 2005), relatado também por (XAVIER *et al.*, 2013).

Nos biótipos de leiteiro resistentes a inibidores da ALS e PROTOX registrados em 2004 no Paraná e também para o biótipo oriundo de Vilhena (RO) foram relatados níveis de resistência elevados. No biótipo com resistência múltipla oriundo de Pato Branco, o fator de resistência (FR) para o herbicida imazethapyr foi superior a 24 enquanto que para o fomesafen foi de 62. No biótipo de Vitorino o FR para o imazethapyr foi de 15 e para o fomesafen foi de 39 (TREZZI *et al.*, 2006). Dentre os herbicidas inibidores da PROTOX, foi constatado que os herbicidas saflufenacil e oxifluorfen foram os mais eficazes sobre os biótipos resistentes do que os herbicidas flumioxazin e fomesafen. Os herbicidas imazethapyr, nicosulfuron, metsulfuron e cloransulan em pós-

emergência não controlaram plantas do biótipo de Pato Branco. Os herbicidas difeniléteres em pós-emergência acifluorfen, fomesafen, lactofen, foram

incapazes de controlar plantas do biótipo de Vitorino ao qual apresenta resistência múltipla a enzima ALS e PROTOX (PRIGOL *et al.*,2014) Os principais herbicidas utilizados pelos agricultores para o controle de leiteiro são, fomesafen, imazethapyr, imazamox, atrazine, diclosulam.

Estudos demonstram que um biótipo de leiteiro oriundo de Vilhena no estado de Rondônia apresentou resistência aos herbicidas inibidores da enzima ALS, sendo necessário para imazethapyr e chlorimuron-ethyl, respectivamente a dose de 16 e 32 vezes a recomendada para provocar redução na massa seca acumulada. Para o herbicida cloransulam-methyl, mesmo com uma dose 64 vezes superior a recomendada, não houve alteração na massa seca do leiteiro (PRIGOL *et al.*, 2014). Para um biótipo oriundo de Erechim no estado do Rio Grande do Sul a dose comercial dos herbicidas para o controle do leiteiro com resistência a enzima inibidor da ALS foi de 0,7 vezes a dose recomendada para imazethapyr, 32 vezes a dose recomendada para chlorimuron-ethyl e 8 vezes a dose recomendada para cloransulam-methyl. E para o controle de 50% das plantas de leiteiro resistente (C_{50}) a dose comercial de 0,19 vezes para saflufenacil, 0,27 vezes para fomesafen e 0,19 vezes para carfentrazone-ethyl em pós-emergência, todos inibidores da PROTOX (PRIGOL *et al.*, 2014).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram conduzidos em casa de vegetação na área experimental do Curso de Agronomia, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Pato Branco (26°07'S e 52°41'W). No primeiro experimento os herbicidas foram aplicados na modalidade de aplicação de pré-emergência e no segundo experimento os mesmos tratamentos utilizados na modalidade de pré-emergência foram aplicados na modalidade de pós-emergência.

Os experimentos foram desenvolvidos em delineamento completamente casualizado, com três repetições. Os experimentos foram realizados entre março e maio de 2019, em arranjo trifatorial 3 x 4 x 4. O primeiro fator foi composto pelos biótipos de leiteiro, originário de São Paulo, e dos biótipos com resistência múltipla a inibidores da ALS e PROTOX de Vilhena e Vitorino. A resistência múltipla aos inibidores da enzima PROTOX e ALS nos biótipos Bom Sucesso do Sul e Vilhena foram comprovadas em trabalhos efetuados por (TREZZI *et al.*, 2015) e (PRIGOL *et al.*, 2014). O segundo fator foi composto pelos herbicidas, diclosulam, flumioxazin, sulfentrazone, e imazethapyr. O terceiro fator pelas proporções de doses dos herbicidas (0x, 0,5x, 1,0x, 2,0x e 4,0x). As referidas proporções de doses correspondem às doses dos herbicidas a seguir: diclosulam (0, 17,51, 35, 70, 140 g ha⁻¹), flumioxazin (0, 10, 20, 40, 80 g ha⁻¹), sulfentrazone (0, 200, 400, 800, 1600 g ha⁻¹) e imazethapyr (0, 50, 100, 200, 400 g ha⁻¹). Aos herbicidas pós-emergentes foi adicionado, adjuvante, em caso de haver recomendação para o uso.

Tabela 1 – Herbicidas utilizados na aplicação em pré e pós-emergência sobre plântulas de *Euphorbia heterophylla*.

Mecanismo de ação	Princípio ativo	Nome comercial	Concentração (i.a./L p.c.)	Dose recomendada (p.c./ha)*	Adjuvante
ALS	Diclosulam	Spider 840 WG	840	41,7 g/ha	-
PROTOX	Flumioxazin	Sumisoya 500 SS	500	50 mL/ha	Assist 0,5v/v
PROTOX	Sulfentrazone	Boral 500 SC	500	1,2 L/ha	-
ALS	Imazethapyr	Vezir	100	1 L/ha	-

*Equivalente a 1,0X.

O solo utilizado nos vasos foi coletado em uma propriedade particular no município de Pato Branco, homogeneizado e peneirado em peneira de malha de 3 mm e colocado em vasos plásticos perfurados com capacidade para 1.000 cm³. A irrigação foi realizada com o objetivo de manter o solo com teores de água próximos a capacidade de campo. A aspersão dos herbicidas foi realizada com pulverizador manual pressurizado a CO₂, utilizando barra com espaçamento de 50 cm, bico tipo leque 110.02 e volume de calda de 200 L ha⁻¹. Foi realizado a semeadura com 15 sementes de leiteiro no experimento em pré-emergência e 7 sementes no experimento em pós-emergência. Na aplicação em emergência, os herbicidas foram aspergidos logo após a semeadura. Na aplicação em pós-emergência foram aspergidos os tratamentos quando as plantas de leiteiro atingiram o estágio fenológico de duas folhas cotiledonares mais duas folhas verdadeiras.

O Fator de Resistência (FR) foi calculado através do quociente de D₅₀ do biótipo de Vilhena e Vitorino pelo valor do biótipo de São Paulo. FR>1 indicam que o biótipo suporta exposição a doses mais altas do herbicida, e a partir disso, se o valor de FR for mais alto a população da planta daninha é mais resistente a esse herbicida.

Os níveis de controle foram determinados aos 14, e 28 em pré-emergência e aos 10 e 17 (DAA) dias após a aplicação dos herbicidas, por meio de escala visual de controle e injúria 0-100% (FRANS, 1986). Ao final do experimento, as plantas foram cortadas e foi determinada a massa fresca seca da parte aérea. Os dados foram analisados pela análise de variância pelo teste F, a partir disso, os níveis os dados qualitativos foram comparados pelo teste de Tukey utilizando o programa WINSTAT ao nível de probabilidade de 5% e posteriormente SIGMA PLOT 12.2 para montar as figuras. Para estabelecer relação entre os níveis de fatores quantitativos e variável resposta, foram ajustadas equações de regressão não-lineares. Para fatores quantitativos, quando significativos, foram realizadas várias as seguintes funções matemáticas.

Quando utilizado o modelo logístico ou sigmoidal é possível calcular o D₅₀. A equação logística de 3 parâmetros calcula o D₅₀ tendo o eixo x como base tendendo ao infinito, e a equação logística 4 parâmetros tem sua base a assíntota máxima e mínima proposta pela equação (PAGNONCELLI, 2016).

No qual: **y** é a resposta da variável, **x** é a dose do herbicida e **a** é assíntota máxima da curva, **b** é a declividade da curva e **D₅₀** é a dose necessária para reduzir 50% do valor da variável (PAGNONCELLI, 2016)

a) Sigmoidal sigmoide 3 parâmetros,

$$y = a / (1 + \exp(-(x - D_{50})/b)). \quad [1]$$

b) Simoidal sigmoide 4 parâmetros,

$$y = y_0 + a / (1 + \exp(-(x - D_{50})/b)). \quad [2]$$

c) Sigmoidal sigmoide 5 parâmetros,

$$y = y_0 + a / (1 + \exp(-(x - D_{50})/b))^c. \quad [3]$$

d) Sigmoidal logística 3 parâmetros,

$$y = a / [1 + (x / D_{50})^b]. \quad [4]$$

e) Sigmoidal logística 4 parâmetros,

$$y = y_0 + [a / [1 + (x / D_{50})^b]]. \quad [5]$$

Nesse caso os valores de **y**, **x**, **b**, **D₅₀** representam a mesma coisa citada anteriormente, **a** é a diferença entre assíntota máxima e mínima da curva, **y₀** pode ser a assíntota máxima ou mínima da curva.

f) Polinomial quadrática,

$$y = y_0 + a * x + b * x^2. \quad [6]$$

g) Polinomial cúbica,

$$y = y_0 + a * x + b * x^2 + c * x^3. \quad [7]$$

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 CONTROLE EM PRÉ-EMERGÊNCIA

Na avaliação efetuada aos 14 DAA, os níveis de controle em pré-emergência do biótipo São Paulo atingiram os maiores valores. Níveis de controle máximos de 80%, 80%, 100% e 70% foram obtidos com a utilização da máxima dose (4X) dos herbicidas diclosulan, flumioxazin, sulfentrazone e imazethapyr, respectivamente (Figura 1 a; b; c; d). Na literatura (JOSEPH *et al.*, 2015), evidenciaram a alta capacidade em diminuir a germinação de *Amaranthus spp*, no entanto flumioxazin não teve esse mesmo efeito para esse biótipo de *Amaranthus spp* resistente. A partir disso Trezzi *et al.*, (2009) evidenciou maior controle de *E.heterophylla* quando utilizados herbicidas inibidores da PROTOX em aplicação em pré-emergência, devido a alta capacidade de rebrote dessas plantas.

Nesta avaliação, considerando os quatro herbicidas, os níveis de controle das plantas do biótipo Vilhena foram intermediários para os herbicidas diclosulan e flumioxazin (Figura 1 a; b). No entanto, os níveis de controle do biótipo Vilhena foram os mais baixos com a aplicação do herbicida imazethapyr (Figura 1 c). Os níveis de controle do biótipo Vitorino foram os mais baixos com a aplicação dos herbicidas diclosulan e flumioxazin (Figura 1 a; b), mas foram intermediários para o herbicida imazethapyr (Figura 1 c).

Considerando os quatro herbicidas avaliados, na modalidade de aplicação em pré-emergência, na avaliação aos 14 DAA, destacaram-se pelos maiores níveis de controle os herbicidas inibidores da PROTOX sulfentrazone e flumioxazin. TREZZI *et al.* (2005) evidenciaram alta capacidade de controle de quando utilizado sulfentrazone e flumioxazin em pré-emergência. Sulfentrazone se destacou por níveis muito elevados de controle para todos os biótipos avaliados, com níveis de controle que atingiram 100% com o uso de grande amplitude de doses (0,5 até 2,0X) (Figura 1 c). Em segundo lugar entre os herbicidas utilizados nesta avaliação destacou-se o herbicida flumioxazin (Figura 1 b), especialmente pelos maiores níveis de controle dos biótipos Vilhena e Vitorino, comparativamente

ao herbicida diclosulan (Figura 1 a). O herbicida imazethapyr, foi o que resultou nos menores níveis de controle nesta avaliação, para todos os biótipos avaliados, com níveis máximos de controle de 60% para os biótipos São Paulo e Vitorino e máximo de 25% de controle do biótipo Vilhena (Figura 1 d).

É importante destacar que os herbicidas inibidores da PROTOX (flumioxazin e sulfentrazone) são conhecidos por sua ação de contato quando aplicados na parte aérea, ou seja em pós-emergência das plantas, e pela translocação apoplástica (ação sistêmica) quando a aplicação ocorre na modalidade de pré-emergência. Os herbicidas inibidores da ALS (diclosulan e imazethapyr) possuem boa translocação via floema e xilema (CARVALHO; BIANCO; GUZZO, 2010) A ação e o aparecimento dos sintomas de herbicidas inibidores da PROTOX nas plantas ocorrem mais rapidamente, comparativamente aos inibidores da ALS (CARVALHO; BIANCO; GUZZO, 2010).

Figura 1 – Níveis de controle de plantas de *E. heterophylla* dos biótipos São Paulo, Vilhena e Vitorino aos 14 DAA com a aplicação dos herbicidas pré emergentes diclosulan (a), flumioxazin (b), sulfentrazone (c) e imazethapyr (d).

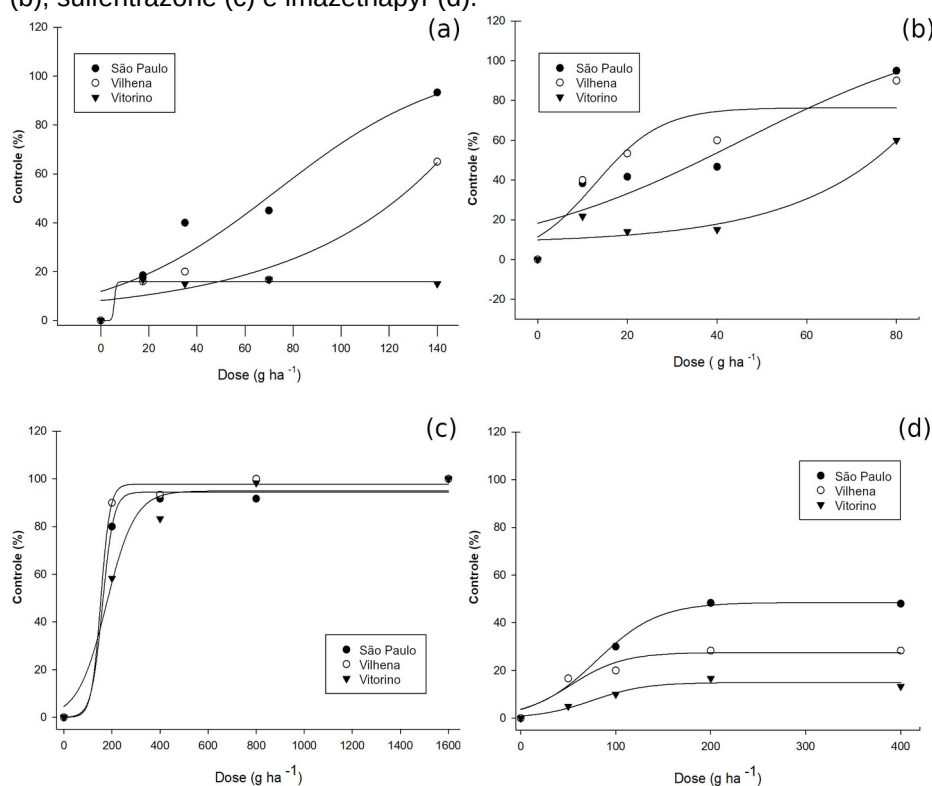
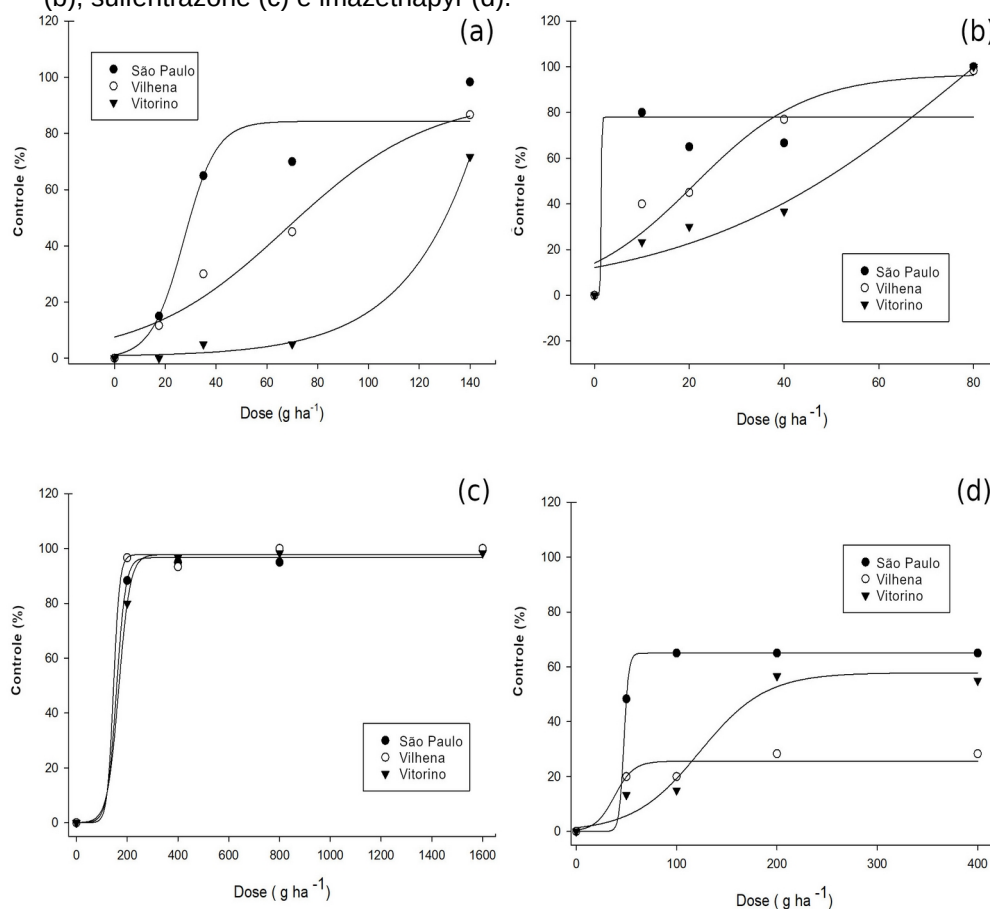


Figura 2 – Níveis de controle de plantas de *E. heterophylla* dos biótipos São Paulo, Vilhena e Vitorino aos 28 DAA com a aplicação dos herbicidas pré emergentes diclosulan (a), flumioxazin (b), sulfentrazone (c) e imazethapyr (d).



Com exceção do herbicida sulfentrazone, que apresentou excelente desempenho sobre todos os biótipos (Figura 2 c), os níveis de controle aos 28 DAA foram modificados, em relação à avaliação efetuada aos 14 DAA, havendo respostas de incremento, de decréscimo e de similaridade de controle, dependente do herbicida utilizado. O nível de controle do biótipo São Paulo, com 4x a dose de diclosulan, atingiu o máximo de aproximadamente 80% (Figura 2 a), podendo ser considerado eficiente, diferindo pouco da dose recomendada deste herbicida, em que foi constatado aproximadamente 70% de controle deste biótipo. O herbicida diclosulan apresentou nível de controle considerado eficiente sobre o biótipo de São Paulo, porém baixa eficiência sobre o biótipo Vilhena e muito baixa eficiência sobre o biótipo Vitorino.

Na avaliação efetuada aos 28 DAA, o herbicida flumioxazin atingiu níveis de controle para os biótipos São Paulo e Vilhena, superiores aos exercidos sobre o biótipo Vitorino (Figura 2 b). Para os biótipos São Paulo e Vilhena, níveis de

controle excelentes com uso de flumioxazin só foram atingidos com o uso de 4X a dose recomendada do herbicida (80 g ha^{-1}). O nível máximo de controle exercido sobre as plantas do biótipo Vitorino atingiu apenas 60%, mesmo com o dobro da dose recomendada do herbicida. No entanto, em contraste com o presente trabalho, avaliando o biótipo Vitorino apenas a dose recomendada de flumioxazin, Trezzi *et al.* (2005) evidenciaram elevado nível de controle desse herbicida em pré-emergência das plantas.

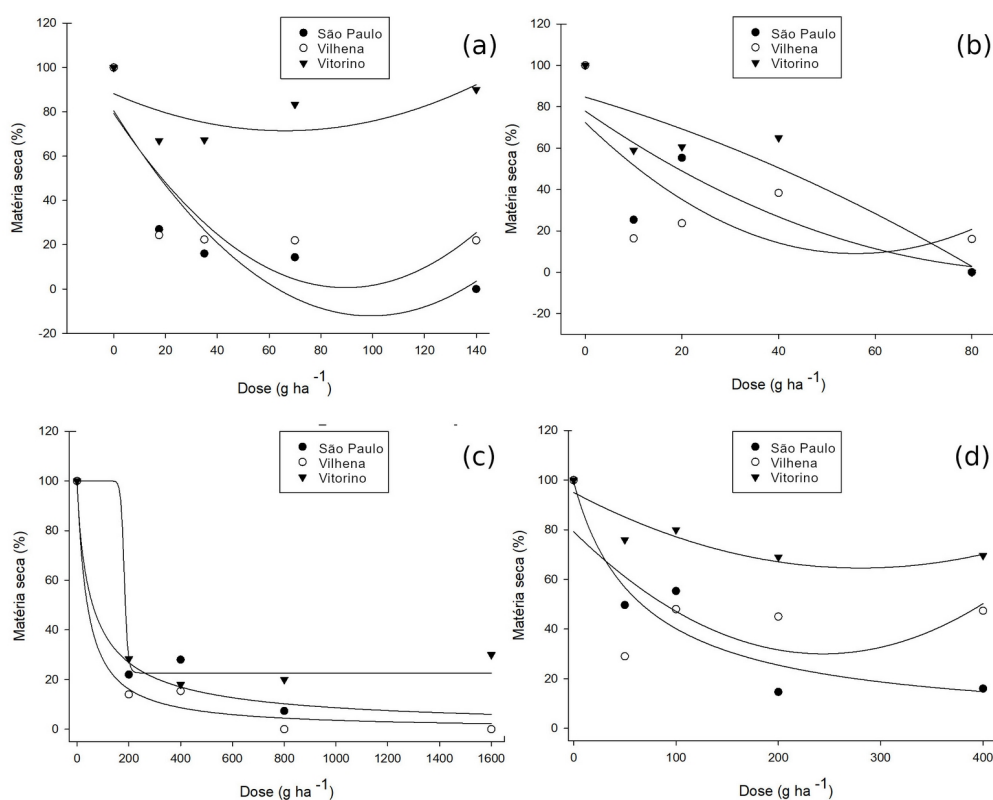
A ordem de suscetibilidade dos biótipos ao herbicida imazethapyr (Figura 2 d) foi São Paulo > Vilhena > Vitorino. Os níveis de controle sobre todos os biótipos não ultrapassou 50%, mesmo com o uso da dose máxima do herbicida. A baixa sensibilidade do biótipo São Paulo ao imazethapyr permite supor que este biótipo não é suscetível a este herbicida ou que, ao longo do tempo, durante o processo de multiplicação de sementes desse biótipo, tenha havido contaminação com pólen provindo de biótipo com resistência aos inibidores da ALS. Também, como as avaliações foram efetuadas apenas até o 28º dia após a aplicação, seria possível admitir a evolução dos sintomas em avaliações posteriores, o que não é possível comprovar.

Em geral, os resultados de redução da massa da parte aérea seca (MPAS) (% em relação à testemunha) resultantes da aplicação em pré-emergência dos herbicidas inibidores da PROTOX (flumioxazin e sulfentrazone) foram superiores à aplicação dos herbicidas inibidores da ALS (diclosulan e imazethapyr) (Figura 3). A redução da MPAS pelos herbicidas inibidores da ALS foi superior para os biótipos São Paulo e Vilhena e inferior para o biótipo Vitorino, resultados que referendam os obtidos na avaliação dos níveis de controle (Figura 2).

Os valores da dose necessária para gerar 50% de controle (D_{50}) dos biótipos, baseados na avaliação aos 28 DAA (Tabela 2) estão de acordo com os resultados que descrevem os níveis de controle. Para todos os herbicidas, tanto inibidores da ALS quanto da PROTOX, com exceção do herbicida sulfentrazone, os valores de D_{50} foram superiores para o biótipo Vitorino. O biótipo Vilhena apresentou valores de D_{50} superiores ao biótipo São Paulo, para os herbicidas diclosulam e flumioxazin, indicando sua sensibilidade intermediária a estes herbicidas. Porém, os valores de D_{50} dos herbicidas sulfentrazone e imazethapyr para o mesmo biótipo não

diferiram do biótipo São Paulo, o que indica similaridade de níveis de controle. Os valores de D_{50} de diclosulan para o biótipo Vilhena não estão de acordo com os níveis de controle proporcionados pelas distintas doses do herbicida (Figura 2), o que provavelmente ocorreu pela inexistência de ajuste adequado ao modelo matemático proposto.

Figura 3 – Massa da parte aérea seca (%) de plantas de *E. heterophylla* dos biótipos São Paulo, Vilhena e Vitorino aos 28 DAA com a aplicação dos herbicidas pré emergentes diclosulan (a), flumioxazin (b), sulfentrazone (c) e imazethapyr (d).



Para todos os herbicidas aplicados em pré-emergência os fatores de resistência (FR) do biótipo de Vitorino foram superiores, com valores de 5,9, 56,2, 1,1 e 2,6 para diclosulan, flumioxazin, sulfentrazone e imazethapyr, respectivamente. Ou seja, não foi comprovada resistência apenas ao herbicida sulfentrazone. O biótipo Vilhena, apresentou FR's de 2,5 e 14,8 para os herbicidas diclosulan e flumioxazin, indicando a sua resistência a esses herbicidas na modalidade de pré-emergência. Em relação ao herbicida imazethapyr, os níveis de controle aos 28 DAA do biótipo Vilhena foram inferiores a São Paulo, porém o FR não refletiu essa diferença, provavelmente porque o ajuste da equação em ambos os biótipos não foi

adequado. Para este biótipo, também não foi detectada resistência ao herbicida sulfentrazone.

Em trabalho avaliando o desempenho de teste de imersão foliar de plantas de *E. heterophylla* para detecção rápida de resistência, Trezzi *et al.* (2011) utilizaram o biótipo resistente Vitorino, o mesmo usado no presente trabalho, e suscetível (São Paulo) e detectaram valores de FR de 65 e 37,5, respectivamente, para imazethapyr 10 dias após imersão (DAI) e fomesafen (5DAI). Porém, esse trabalho não avaliou o efeito da imersão do sistema radicular e das partes aéreas emergentes das plantas, em geral locais preferenciais de absorção de herbicidas em aplicações em pré-emergência (TREZZI *et al.*, 2009). Os valores de FR são variáveis dependendo do herbicida utilizado, biótipo, condições de ambiente e variável mensurada, o que leva a encontrar na literatura valores distintos de FR em ensaios com leiteiro, tanto para inibidores da ALS quanto para inibidores da PROTOX (TREZZI *et al.*, 2011).

Os valores da dose necessária para gerar 50% de controle dos biótipos está de acordo com os resultados anteriormente descritos dos níveis de controle. Para todos os herbicidas, tanto inibidores da ALS quanto da PROTOX, com exceção do herbicida sulfentrazone, os valores de D_{50} foram superiores para o biótipo Vitorino. O biótipo Vilhena apresentou valores de D_{50} superiores ao biótipo São Paulo, para os herbicidas diclosulam e flumioxazin, indicando a maior dificuldade de controle deste biótipo com esses herbicidas. Porém, os valores de D_{50} do biótipo Vilhena dos herbicidas sulfentrazone e imazethapyr não diferiram do biótipo São Paulo, indicando a similaridade entre eles, o que provavelmente ocorreu pela inexistência de ajuste adequado ao modelo matemático proposto.

Para todos os herbicidas aplicados em pré-emergência observaram-se fatores de resistência (FR) superiores no biótipo de Vitorino apresentando valores de 5,85, 56,16, 1,05 e 2,58 respectivamente. O biótipo Vilhena, apresentou FR's de 2,49 e 14,8 indicando a resistência a esses dois herbicidas na aplicação em pré-emergência. Não foi detectado resistência ao herbicida sulfentrazone devido aos elevados níveis de controle de todos os biótipos proporcionados por esse herbicida. Em relação ao herbicida imazethapyr, os níveis de controle do biótipo Vilhena foram inferiores à São Paulo, porém o FR não refletiu essa diferença, provavelmente

porque o ajuste da equação em ambos os biótipos não foi adequado. Trezzi *et al.* (2011), concluíram que o FR para o biótipo Vitorino foi de 65 na avaliação aos 10 dias após imersão (DAI) com aplicação de imazethapyr.

Tabela 2 – Valores de D_{50} e FR em pré-emergência 28 DAA.

Biótipo	Herbicida	D_{50}	FR
São Paulo		27,3	-
Vilhena	Diclosulam	68,02	2,49
Vitorino		159,78	5,85
São Paulo		1,42	-
Vilhena	Flumioxazin	21,02	14,8
Vitorino		79,76	56,16
São Paulo		157,62	-
Vilhena	Sulfentrazone	145,88	0,92
Vitorino		166,53	1,05
São Paulo		47,49	-
Vilhena	Imazethapyr	38,03	0,8
Vitorino		122,76	2,58

Em geral, os resultados de redução da massa da parte aérea seca (MPAS) (% em relação à testemunha) resultantes da aplicação em pré-emergência dos herbicidas inibidores da PROTOX (flumioxazin e sulfentrazone) foram superiores à aplicação dos herbicidas inibidores da ALS (diclosulan e imazethapyr) (Figura 3).

O herbicida diclosulam é do grupo químico das sulfonilidas triazolopirimidinas, a absorção é radicular e translocação via floema e xilena (CARVALHO, 2013) reduziu significativamente, entre 75 (dose 0,5X) e 100% (dose 4X) a MPAS das plantas dos biótipos São Paulo e Vilhena (Figura 3 a), porém, os percentuais de redução da MPAS do biótipo Vitorino foram muito baixos, atingindo valores entre 10 e 30% apenas. Prigol *et al.* (2014), detectou resistência cruzada para biótipo Vilhena, evidenciada por Trezzi *et al.* (2005).

Os herbicidas inibidores da PROTOX flumioxazin apresenta alta persistência no solo e sulfentrazone demonstraram comportamento distinto de redução da MPAS com o incremento das doses utilizadas, especialmente para o biótipo Vitorino. (TREZZI *et al.*, 2005) evidenciaram que sulfentrazone e flumioxazin

apresentaram bom controle na avaliação as 21 DAA em aplicação em pós emergência sobre biótipos com possível resistência. Níveis do herbicida flumioxazin até 2X a dose recomendada reduziram menos do que 40% a MPAS do biótipo Vitorino, enquanto os percentuais de redução da MPAS nestas doses para os biótipos São Paulo e Vilhena situaram-se entre 60 e 80% Xavier *et al.* (2013) evidenciou casos de resistência múltipla a inibidores da ALS e PROTOX usando o biótipo Vilhena.

A aplicação do herbicida sulfentrazone resultou em diferenças de MPAS entre os biótipos muito menos expressivas do que as registradas com a aplicação do herbicida flumioxazin. O herbicida sulfentrazone demonstrou reduções de MPAS entre 75% e 100% com a variação de doses (faixa entre 0,5 e 4,0 X), o que significa grande capacidade de redução da MPAS de todos os biótipos testados, inclusive do biótipo Vitorino (Figura 3 d). Trezzi *et al.* (2005) utilizando os herbicidas sulfentrazone e flumioxazin em pré-emergência evidenciou elevado controle sobre os biótipos 4 e 23 respectivamente. A ordem de suscetibilidade dos biótipos ao sulfentrazone foi Vilhena = São Paulo > Vitorino. (TREZZI *et al.*, 2011) observaram um aumento no controle de biótipos de leiteiro com a elevação da dose de herbicidas inibidores de ALS e PROTOX.

O herbicida imazethapyr demonstrou uma capacidade de redução da MPAS para os distintos biótipos de *E. heterophylla* similar à constatada para o herbicida diclosulan (Figura 3 d). Os níveis máximos de redução da MPAS atingiram percentuais entre 75 e 82%, variável com a dose do herbicida e a maior redução foi constatada para o biótipo São Paulo. Para o biótipo Vitorino, os maiores níveis de redução da MPAS foram de apenas 25%, atingido com a dose de 4,0X. (TREZZI *et al.*, 2005) evidenciou controle de 57% sobre o biótipo 4 utilizando imazethapyr e controle de 43% quando utilizado o biótipo 23.

O herbicida imazethapyr do grupo químico das imidazolinonas apresenta média solubilidade em água, apresenta boa persistência no solo (CARVALHO, 2013). Apresentou baixa capacidade em reduzir a MPAS dos três biótipos avaliados na dose recomendada, não sendo indicado o uso desse herbicida para o controle desses biótipos de leiteiro. (TREZZI *et al.*, 2011) em avaliações aos

10 dias após a imersão (DAI) de plantas de leiteiro encontraram apenas 17% de controle para o biótipo resistente.

Em geral, os resultados de redução da massa da parte aérea seca (MPAS) (% em relação à testemunha) resultantes da aplicação em pré-emergência dos herbicidas inibidores da PROTOX (flumioxazin e sulfentrazone) foram superiores à aplicação dos herbicidas inibidores da ALS (diclosulan e imazethapyr) (Figura 3).

O herbicida diclosulam é do grupo químico das sulfonanilidas triazolopirimidinas. Quando aplicado no solo, a sua absorção é radicular e a translocação via floema e xilema (CARVALHO, 2013). Esse herbicida reduziu significativamente, entre 75 (dose 0,5X) e 100% (dose 4X) a MPAS das plantas dos biótipos São Paulo e Vilhena (Figura 3a), porém, os percentuais de redução da MPAS do biótipo Vitorino foram muito baixos, atingindo valores entre 10 e 30% apenas.

Os herbicidas inibidores da PROTOX flumioxazin e sulfentrazone apresentam comportamento distinto de redução da MPAS com o incremento das doses utilizadas, especialmente para o biótipo Vitorino. Níveis do herbicida flumioxazin até 2X a dose recomendada reduziram menos do que 40% a MPAS do biótipo Vitorino, enquanto os percentuais de redução da MPAS nestas doses para os biótipos São Paulo e Vilhena situaram-se entre 60 e 80%. Xavier *et al.* (2013) evidenciaram casos de resistência múltipla a inibidores da ALS e PROTOX usando biótipo proveniente de Vilhena.

A aplicação do herbicida sulfentrazone resultou em diferenças de MPAS entre os biótipos muito menos expressivas do que as registradas com a aplicação do herbicida flumioxazin. O herbicida sulfentrazone demonstrou reduções de MPAS entre 75% e 100% com a variação de doses (faixa entre 0,5 e 4,0 X), o que significa grande capacidade de redução da MPAS de todos os biótipos testados, inclusive do biótipo Vitorino (Figura 3 d). Trezzi *et al.* (2005) utilizando os herbicidas sulfentrazone e flumioxazin em pré-emergência evidenciou elevado controle sobre os biótipos 4 e 23 respectivamente, com resistência múltipla a herbicidas inibidores da ALS e PROTOX, o que está de acordo com os resultados obtidos no presente estudo. A ordem de suscetibilidade dos biótipos ao sulfentrazone foi Vilhena = São

Paulo > Vitorino. Trezzi *et al.* (2011) observaram um aumento no controle de biótipos de leiteiro com a elevação da dose de herbicidas inibidores de ALS e PROTOX.

O herbicida imazethapyr demonstrou uma capacidade de redução da MPAS para os distintos biótipos de *E. heterophylla* similar à constatada para o herbicida diclosulan (Figura 3 d). Os níveis máximos de redução da MPAS atingiram percentuais entre 75 e 82%, variável com a dose do herbicida e a maior redução foi constatada para o biótipo São Paulo. Para o biótipo Vitorino, os maiores níveis de redução da MPAS foram de apenas 25%, atingido com a dose de 4,0X. Na investigação de biótipos com resistência múltipla a inibidores da ALS e PROTOX, Trezzi *et al.* (2005) relataram que não houve redução da MPAS do biótipo Vitorino (Biótipo 4) com a dose de 100g ha^{-1} de imazethapyr em pós-emergência. Porém, não foi investigada a ação desse herbicida sobre as plantas em pré-emergência.. No trabalho conduzido por Trezzi *et al.* (2011), a utilização imazethapyr em solução aquosa em concentração equivalente a 1X a dose recomendada do herbicida, produziu apenas 17% de controle de plantas de *E. heterophylla* do biótipo Vitorino.

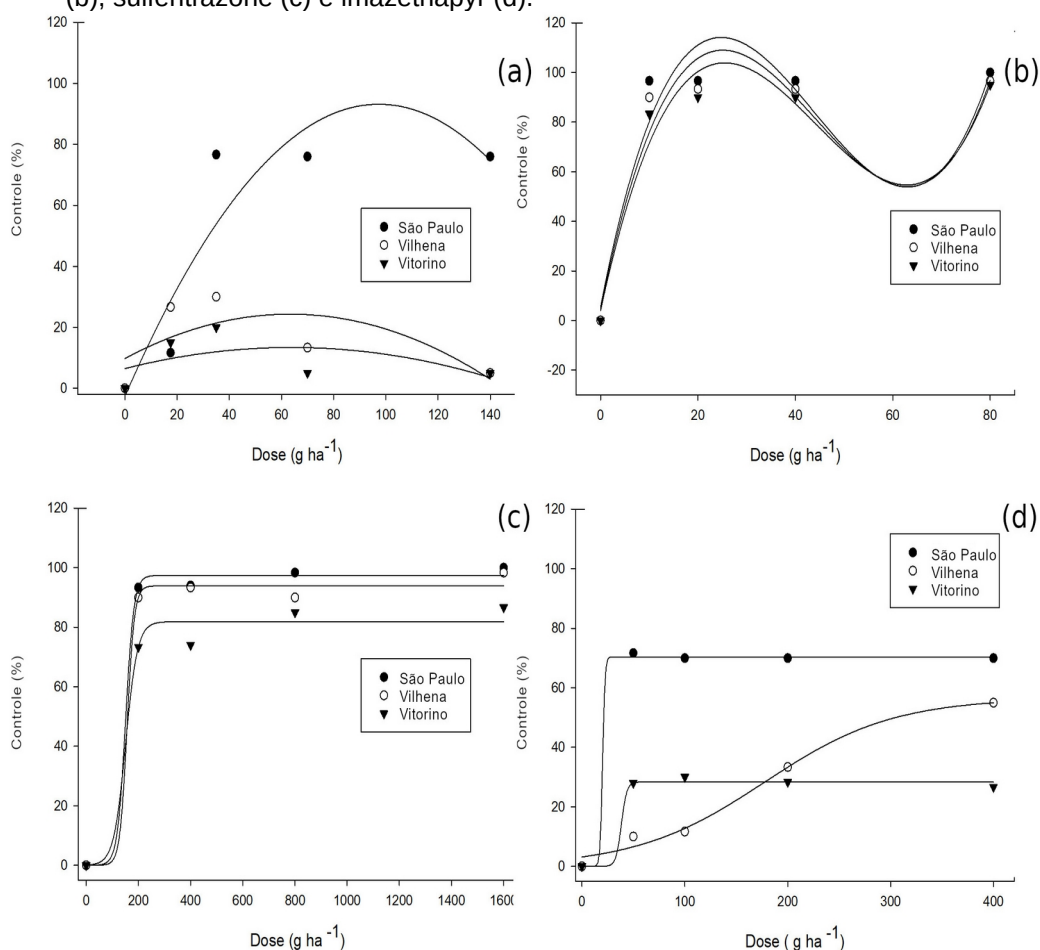
O herbicida imazethapyr apresentou baixa capacidade em reduzir a MPAS dos três biótipos avaliados na dose recomendada, não sendo indicado o uso desse herbicida para o controle desses biótipos de leiteiro.

5.2 CONTROLE EM PÓS-EMERGÊNCIA

Na avaliação efetuada aos 10 DAA, os níveis de controle em pós-emergência do biótipo São Paulo atingiram os maiores valores. Níveis de controle máximos de 76,67%, 100%, 100% e 71% foram obtidos com a utilização da máxima dose (2X) dos herbicidas diclosulan, flumioxazin, sulfentrazone e imazethapyr, respectivamente (Figura 4 a; b; c; d). (JOSEPH *et al.*, 2015), evidenciaram o FR para o controle de *Amaranthus spp* de (3,2X) para sulfentrazone e 29X para o flumioxazin sobre o controle de *Amaranthus spp*.

Considerando os quatro herbicidas, os níveis de controle aos 10 DAA das plantas dos biótipos Vilhena e Vitorino foram considerados baixos os herbicidas diclosulan e imazethapyr e eficientes com os herbicidas flumioxazin e sulfentrazone (Figura 4 a; b; c; d).

Figura 4 – Níveis de controle de plantas de *E. heterophylla* dos biótipos São Paulo, Vilhena e Vitorino aos 10 DAA com a aplicação dos herbicidas pós emergentes diclosulan (a), flumioxazin (b), sulfentrazone (c) e imazethapyr (d).



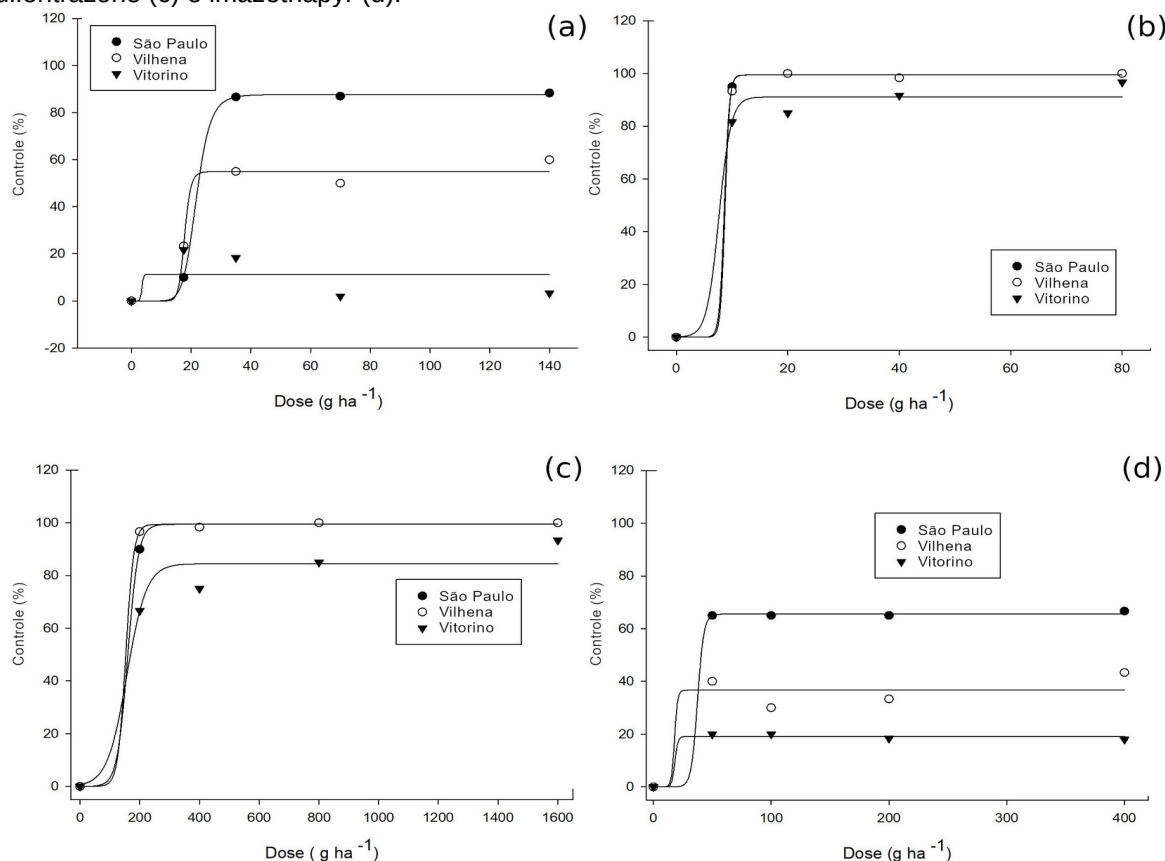
Dentre os quatro herbicidas avaliados aos 10 DAA, na aplicação em pós-emergência, destacaram-se pelos maiores níveis de controle sobre os três biótipos de *E. heterophylla*, os herbicidas inibidores da PROTOX sulfentrazone e flumioxazin (Figura 4 b; c). (TREZZI *et al.*, 2005) evidenciaram níveis de controle baixo quando utilizados sulfentrazone e flumioxazin na modalidade de pós-emergência.

Sulfentrazone se destacou por níveis muito elevados de controle para todos os biótipos, que atingiram 100% para o biótipo de São Paulo 98% para o Vilhena e 86,67% para Vitorino, com o dobro da dose recomendada (2,0X) (Figura 4 c). Em segundo lugar, entre os herbicidas utilizados nesta avaliação, destacou-se o herbicida flumioxazin (Figura 4 b), cujos níveis de controle foram mais elevados segundo a ordem decrescente dos biótipos São Paulo, Vilhena e Vitorino

respectivamente. O herbicida inibidor da ALS imazethapyr, resultou, entre todos os herbicidas e considerando todos os biótipos avaliados, nos menores níveis de controle nesta avaliação, com níveis máximos de controle de 71%, 55% e 30%, para os biótipos (São Paulo, Vilhena e Vitorino), (Figura 4 d).

Na avaliação efetuada 17 DAA, o herbicida diclosulan na sua dose recomendada (1x) apresentou controle eficiente do biótipo São Paulo, de 86,67%, e com a dose (4X) o nível de controle foi de 88,3% (Figura 5 a). Nessa avaliação, esse herbicida determinou níveis de controle dos biótipos Vilhena e Vitorino considerados insuficientes, de 60% e menos de 10%, respectivamente.

Figura 5 – Níveis de controle de plantas de *E. heterophylla* dos biótipos São Paulo, Vilhena e Vitorino aos 17 DAA com a aplicação dos herbicidas pós emergentes diclosulan (a), flumioxazin (b), sulfentrazone (c) e imazethapyr (d).



Por conseguinte, na avaliação efetuada aos 17 DAA, o herbicida flumioxazin resultou em níveis de controle considerados elevados de todos os biótipos. Os níveis de controle foram similares principalmente para os biótipos São Paulo e Vilhena, que foram superiores aos exercidos sobre o biótipo Vitorino (Figura

5 b). Para o biótipo Vitorino, nível de controle máximo com uso de flumioxazin (96,7%) foi atingido com o uso de 4x a dose recomendada do herbicida (40 g ha⁻¹).

A eficiência de sulfentrazone foi elevada para todos os biótipos, de forma similar à atingida com uso de flumioxazin, também inibidor da PROTOX. O herbicida sulfentrazone (Figura 5 c), na dose recomendada (1,0 X) resultou em níveis de controle de 98,3%, 98,3% e 75%, para os biótipos São Paulo, Vilhena e Vitorino, respectivamente. Níveis de controle do biótipo Vitorino acima de 80% somente foram atingidos com dose de 2X ou superior.

O herbicida inibidor da ALS imazethapyr proporcionou os menores níveis de controle aos 17 DAA entre todos os herbicidas avaliados. Os níveis de controle variaram muito pouco entre as doses utilizadas. A máxima dose utilizada (4x) resultou em níveis máximos de controle de 66,67% para o biótipo São Paulo, 43% para Vilhena e apenas 20% para Vitorino.

Existem trabalhos na literatura especializada que investigaram a resposta de biótipos de *E. heterophylla* resistentes a inibidores da ALS ou com resistência múltipla a inibidores da ALS e PROTOX.

A resposta de biótipos de leiteiro resistentes a inibidores da ALS, investigada por Gazziero *et al.* (1998), detectaram baixos níveis de controle em pós-emergência com uso de inibidores da ALS e elevados níveis de controle com uso de sulfentrazone (pré-emergência), mesmo em (0,5X) a dose recomendada. Prigol *et al.*, (2014) relataram que biótipo oriundo de Vilhena apresentou elevada resistência para imazethapyr (pós-emergência) com dose (32X) a recomendada e com a maior dose testada, de (64X), o controle foi próximo a 50%. No entanto, essa investigação não detectou resistência do biótipo oriundo de Vilhena aos inibidores da PROTOX. Na investigação de biótipos com resistência múltipla a inibidores da ALS e PROTOX, Trezzi *et al.* (2005) relataram muito baixos níveis de controle com uso de inibidores da ALS em pós-emergência, porém não foi efetuada investigação desses herbicidas na modalidade de pré-emergência. A modalidade de pré-emergência os herbicidas sulfentrazone e flumioxazin exerceram elevados níveis de controle, o que não está de acordo com os resultados obtidos no presente experimento.

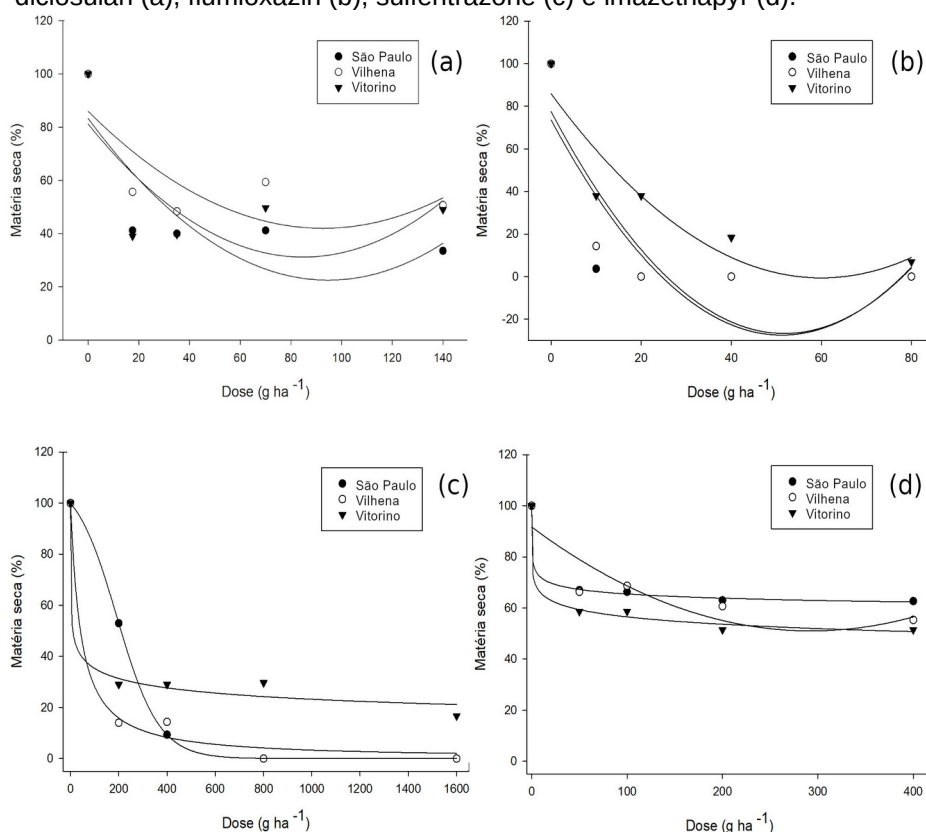
As reduções da massa da parte aérea seca (MPAS) (% em relação à testemunha) resultantes da aplicação em pós emergência dos herbicidas inibidores

da PROTOX (flumioxazin e sulfentrazone) (Figura 6 b; c) foram superiores à aplicação dos herbicidas inibidores da ALS (diclosulan e imazethapyr)(Figura 6 a; d).

Para o herbicida diclosulan, as reduções de MPAS foram superiores no biótipo São Paulo, seguidos de Vitorino e Vilhena. As maiores reduções variaram entre 65% (biótipo São Paulo) e 45% (biótipos Vilhena e Vitorino), com o uso da maior dose do herbicida (Figura 6 a).

O herbicida imazethapyr demonstrou uma capacidade de redução da MPAS para os distintos biótipos de *E. heterophylla* inferior à constatada para o herbicida diclosulan (Figura 6 d). Os níveis máximos de redução da MPAS atingiram percentuais entre 51,5% e 67,4%, o que demonstra a baixa eficiência desse herbicida, variável com a dose do herbicida (0,5X e 4X). Porém, os biótipos não apresentaram grandes diferenças de redução de MPAS entre si.

Figura 6 – Massa da parte aérea seca (%) de plantas de *E. heterophylla* dos biótipos São Paulo, Vilhena e Vitorino aos 17 DAA com a aplicação dos herbicidas pós emergentes diclosulan (a), flumioxazin (b), sulfentrazone (c) e imazethapyr (d).



Os herbicidas inibidores da PROTOX flumioxazin e sulfentrazone, aplicados em pós-emergência, destacaram-se pelas maiores reduções da MPAS,

em comparação a diclosulan e imazethapyr, confirmando os resultados das avaliações de controle. Os percentuais de reduções da MPAS dos biótipos São Paulo e Vilhena com o incremento das doses utilizadas, foram similares entre flumioxazin e sulfentrazone. A MPAS foi reduzida a zero a partir da dose 1x de flumioxazin e 2x de sulfentrazone (Figura 6 b; c). Porém, nenhuma das doses utilizadas desses herbicidas foram capazes de reduzir totalmente a MPAS das plantas do biótipo Vitorino, demonstrando a maior dificuldade de controle deste biótipo, mesmo com doses bem acima das recomendadas. A ordem de suscetibilidade dos biótipos ao sulfentrazone foi Vilhena = São Paulo > Vitorino.

Investigando a resistência cruzada e alternativas de controle de biótipos de leiteiro com resistência múltipla a inibidores da ALS e PROTOX, Trezzi *et al.* (2005) constataram que os herbicidas fomesafen, lactofen e acifluorfen (difeniléteres) e flumiclorac (ftalamida) foram ineficientes para controlar o biótipo resistente. Porém, este estudo não avaliou a aplicação de herbicidas ftalamidas (flumioxazin) e triazolinonas (sulfentrazone) em pós-emergência.

Tabela 3 – Valores de D_{50} e FR em aplicações em pós-emergência com base na avaliação de controle aos 17 dias após a aplicação.

Biótipo	Herbicida	D_{50}	FR
São Paulo		3,53	-
Vilhena	Diclosulam	17,81	5,04
Vitorino		21,77	6,16
São Paulo		8,64	-
Vilhena	Flumioxazin	7,64	0,88
Vitorino		8,64	1
São Paulo		156,98	-
Vilhena	Sulfentrazone	153,13	0,95
Vitorino		159,96	1,01
São Paulo		18,24	-
Vilhena	Imazethapyr	17,96	0,98
Vitorino		37,44	2,05

Os valores da dose necessária para controlar 50% dos biótipos de leiteiro estão de acordo com os resultados anteriormente descritos dos níveis de controle. Para todos os herbicidas diclosulam e imazethapyr o D_{50} para o biótipo de

Vitorino foi (21,77 e 37,44), inibidores da ALS. Os herbicidas flumioxazin e sulfentrazone inibidores da PROTOX apresentaram valores próximo a 1. O biótipo Vilhena apresentou valores de D_{50} superiores ao biótipo São Paulo, somente para o herbicida diclosulam indicando a maior dificuldade de controle deste biótipo com esses herbicidas. (PRIGOL *et al.*, 2014) evidenciou que o biótipo de Vilhena apresentou D_{50} de 32,2 aos 28 DAA em pós-emergência. Porém, os valores de D_{50} do biótipo Vilhena dos herbicidas flumioxazin, sulfentrazone e imazethapyr não diferiram do biótipo São Paulo, indicando a similaridade entre eles.

Na literatura (XAVIER *et al.*, 2013) demonstrou FRs entre 438 e 963, evidenciando resistência cruzada ao qual apresenta insensibilidade à enzima ALS do grupo químico das sulfoniluréias e imidazolinonas. Para os herbicidas aplicados em pós-emergência inibidores da ALS, diclosulam e imazethapyr observaram-se fatores de resistência (FR) superiores no biótipo de Vitorino apresentando valores de 6,16 e 2,05 respectivamente. (TREZZI *et al.*, 2005b) evidenciaram FRs para os biótipos 4 e 23 de (24 e 15) respectivamente. O biótipo Vilhena, apresentou FR somente para o herbicida diclosulam 5,04. Não foi detectado resistência ao herbicida sulfentrazone devido aos elevados níveis de controle de todos os biótipos proporcionados por esse herbicida. Em relação ao herbicida imazethapyr, os níveis de controle do biótipo Vilhena foram inferiores à São Paulo, porém o FR não refletiu essa diferença, provavelmente porque o ajuste da equação em ambos os biótipos não foi adequado.

Portanto, o presente estudo indica que, especialmente o herbicida sulfentrazone, do grupo das triazolinonas, apresenta níveis superiores de controle de biótipos de *E. heterophylla* resistentes a inibidores da PROTOX, tanto em pré quanto em pós-emergência. O bom desempenho desse herbicida em aplicações em pré-emergência já fora relatado nos trabalhos conduzidos por Trezzi *et al.* (2005). O presente trabalho, portanto, apresenta como informação adicional, o fato desse herbicida atuar eficientemente sobre plantas resistentes em pós-emergência.

O desempenho superior de sulfentrazone nas duas modalidades de aplicação difere do comportamento demonstrado pelo herbicida fomesafen, também inibidor da PROTOX, cujo desempenho superior ocorre na modalidade de pré-emergência (TREZZI *et al.*, 2009). Hipóteses explicativas do desempenho superior

de sulfentrazone em ambas as modalidades de aplicação deverão ser testadas no futuro. Uma hipótese explicativa para esse fenômeno é a existência de absorção e translocação diferenciais entre modalidades de aplicação dos herbicidas, fenômeno sulfentrazone. Outra hipótese explicativa seria que ambos os herbicidas sejam bem absorvidos e translocados nas plantas, porém enzimas metabolizadoras ou detoxificadoras de radicais livres sejam mais eficientes quando fomesafen é aplicado em pós-emergência, do que na modalidade de pré-emergência. Nessa hipótese, a diferença de comportamento de sulfentrazone em relação a fomesafen residiria no fato que sulfentrazone não é metabolizado ou detoxificado em nenhuma das modalidades de aplicação.

6 CONCLUSÕES

1. O herbicida sulfentrazone foi o mais eficiente para o controle de todos os biótipos avaliados, tanto em aplicação em pré quanto em pós-emergência, o que foi corroborado pelos valores de FR.

2. Os níveis de controle proporcionados pelo herbicida flumioxazin foram superiores na modalidade de pós-emergência do que em pré-emergência para os biótipos de Vitorino e Vilhena, o que foi corroborado pelos valores de evidenciado pelo FR.

3. A dose recomendada dos herbicidas imazethapyr e diclosulan resultaram em baixos níveis de controle de todos os biótipos avaliados, tanto em aplicação em pré-emergência e pós-emergência, com exceção da eficiência apresentada por diclosulan (em pré ou pós-emergência) sobre o biótipo São Paulo.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho redigido proporcionou um maior conhecimento sobre as doses e uso dos herbicidas inibidores da PROTOX e ALS para o controle dos biótipos de leiteiro com algum nível de resistência, também proporcionou o conhecimento aprofundado dos sintomas ocorridos após a aplicação desses herbicidas no leiteiro.

A utilização do herbicida deve ser feita de acordo com a dose recomendada, além de diminuir o custo com a aplicação evita o aumento da resistência desses biótipos.

REFERÊNCIAS

- BIANCHI, Mario Antonio. Corriolas: evolução e manejo em lavouras de soja. **Informativo Fundacep**, 2007.
- CARVALHO, L.B; BIANCO, S; GUZZO, C.D. Interferência de *Euphorbia heterophylla* no crescimento e acúmulo de macronutrientes da soja. **Planta Daninha**, Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, p. 33–39, 2010.
- CARVALHO, Leonardo Bianco de. Herbicidas. Lages: [s.n.], 2013. 62 p. ISBN 978-85-912712-1-4. Disponível em: https://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/fitossanidade/leonardobiancodecarvalho/livro_herbicidas.pdf. Acesso em: 22 out. 2019.
- CHEMALE, Vera Maria; FLECK, N.G. Avaliação de cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em competição com *Euphorbia heterophylla* L. sob três densidades e dois períodos de ocorrência. **Planta Daninha**, Directory of Open Access Journals, v. 5, n. 2, p. 36–45, 1982.
- CHRISTOFFOLETI, Pedro Jacob *et al.* **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. [S.l.: s.n.], 2003.
- CONCENÇO, Germani *et al.* Plasmodesmos: transporte simplástico de herbicidas na planta. **SciELO Brasil**, 2007.
- CRONQUIST, Arthur. **An integrated system of classification of flowering plants**. [S.l.]: Columbia University Press, 1981.
- FRANS, Robert. Experimental design and techniques for measuring and analyzing plant responses to weed control practices. **Research methods in weed science**, Weed Science Society of America, p. 29–46, 1986.
- GAZZIERO, Dionisio L.P *et al.* Resistência de amendoim-bravo aos herbicidas inibidores da enzima ALS. **Planta Daninha**, v. 16, n. 2, p. 117, 1998.
- HEAP, I. **International survey of resistant weeds**. Disponível em: <http://www.weedscience.org/summary/SOASummary.aspx>. Acesso em: 15 fev. de 2008.
- HIGGINS, Jeffery M *et al.* Absorption, translocation, and metabolism of acifluorfen and lactofen in pitted morningglory (*Ipomoea lacunosa*) and ivyleaf morningglory (*Ipomoea hederacea*). **Weed Science**, Cambridge University Press, v. 36, n. 2, p. 141–145, 1988.
- JOSEPH, Wuerffel R. *et al.* Characterization of ppo-inhibitor-resistant waterhemp (*Amaranthus tuberculatus*) response to soil-applied ppo-inhibiting herbicides. **Weed Science Society of America**, n. 511-521, 2015. Disponível em: <http://www.bioone.org/doi/full/10.1614/WS-D-14-00108.1>.
- KISSMANN, Kurt Gottfried; GROTH, Doris. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: Basf Brasileira, 1991. v. 2.

LEBARON, Homer M. Herbicide resistance in plants. In: . [S.l.]: NABC, 1989.

MAXWELL, Bruce. D; MORTIMER, A. Martimer. **Herbicide resistance in plants: biology and biochemistry**. Boca Raton: CRC Press: Boca Raton, 2004.

MESCHEDE, D.K *et al.* Período anterior a interferência de plantas daninhas em soja; estudo de caso com baixo estande e testemunhas duplas. **Planta daninha**, Directory of Open Access Journals, v. 22, n. 2, p. 239–246, 2004.

MUDGE, Laurence C; GOSSETT, Billy J; MURPHY, Tim R. Resistance of goosegrass (*Eleusine indica*) to dinitroaniline herbicides. **Weed science**, Cambridge University Press, v. 32, n. 5, p. 591–594, 1984.

PAGNONCELLI, Fortunato de Bortoli Junior. Incremento da habilidade competitiva da cultura do feijoeiro e análise da tolerância ao ethoxysulfuron. 181 p. Tese (Doutorado) — UTFPR-PB, PATO BRANCO, 2016

PITELLI, Robinson Antonio. Weed-soybean interference studies in Brazil. In: **Pest management in soybean**. [S.l.]: Springer, 1992. p. 282–290.

PRIGOL, Alana *et al.* Avaliação de biótipos de leiteiro com suspeita de resistência a herbicidas inibidores da ALS e PROTOX. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 13, n. 3, p. 216–224, 2014.

RODRIGUES, João Domingos. **Fisiologia vegetal e sua importância na tecnologia de aplicação de defensivos**. [S.l.: s.n.], 2003. v. 65. 59–61 p.

ROMAN, Erivelton Scherer *et al.* **Como funcionam os herbicidas: da biologia à aplicação**. Passo Fundo: Berthier, 2005.

RYAN, G.F. Resistance of common groundsel to simazine and atrazine. **Weed science**, Cambridge University Press, v. 18, n. 5, p. 614–616, 1970.

TREZZI, Michelangelo Muzell *et al.* Bioensaios para identificação de biótipos de *Euphorbia heterophylla* com resistência múltipla a inibidores da ALS e da PROTOX. **Planta daninha**, SciELO Brasil, v. 24, n. 3, p. 563–571, 2006.

TREZZI, Michelangelo Muzell *et al.* Local de absorção de fomesafen como mecanismo de resistência em biótipo de *Euphorbia heterophylla* resistente aos inibidores da PROTOX. **Planta daninha**, v. 27, n. 1, p. 139–148, jan./mar. 2009.

TREZZI, Michelangelo Muzell *et al.* Multiple resistance of acetolactate synthase and protoporphyrinogen oxidase inhibitors in *Euphorbia heterophylla* biotypes. **Journal of Environmental Science and Health, Part B**, Taylor & Francis, v. 40, n. 1, p. 101–109, 2005.

TREZZI, Michelangelo Muzell *et al.* Multiple resistance of acetolactate synthase and protoporphyrinogen oxidase inhibitors in *Euphorbia heterophylla* biotypes. **Journal of Environmental Science and Health**, Taylor & Francis, v. 40, n. 1, p. 101–109, 2005.

VARGAS, L *et al.* **Resistência de plantas daninhas a herbicidas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 131 p.

VIDAL, Ribas Antonio. **Ação dos herbicidas**. [S.l.]: Porto Alegre, 2002. v. 1. 89 p.

WHITEHEAD, C.W; SWITZER, C.M. The differential response of strains of wild carrot to 2,4-d and related herbicides. **Canadian journal of plant science**, NRC Research Press, v. 43, n. 3, p. 255–262, 1963.

XAVIER, Elouize *et al.* Acetolactate synthase activity in *Euphorbia heterophylla* resistant to ALS-and PROTOX-inhibiting herbicides. **Planta Daninha**, SciELO Brasil, v. 31, n. 4, p. 867–874, 2013.

ÍNDICE DE APÊNDICES E ANEXOS

APÊNDICE A – Controle pré-emergência aos 14 DAA.....	47
APÊNDICE B – Controle pré-emergência aos 28 DAA.....	48
APÊNDICE C – Controle pós-emergência aos 10 DAA.....	49
APÊNDICE D – Controle pós-emergência aos 17 DAA.....	50
APÊNDICE E – pré emergente matéria seca.....	51
APÊNDICE F – pós emergente matéria seca.....	52

APÊNDICES

APÊNDICE A – Controle pré-emergência aos 14 DAA

Variável	Herbicida	Biótipo	Parâmetros					Equação	
			a	b	D ₅₀	y0	c		R ²
Fitotoxicidade aos 14 DAA pré	Diclosulam	Suscetível	106,62	35,36	73,42	-	-	0,93	Sigmoidal; sigmoide, 3 parâmetros
	-	Vilhena	729,88	10,73	288,76	1,92	0,17	0,98	Sigmoidal; sigmoide, 5 parâmetros
	-	Vitorino	15,83	0,38	5,65	-	-	0,98	Sigmoidal; sigmoide, 3 parâmetros
	Flumioxazin	Suscetível	119,42	26,47	45,35	-	-	0,86	Sigmoidal; sigmoide, 3 parâmetros
	-	Vilhena	76,34	7,35	12,83	-	-	0,86	Sigmoidal; sigmoide, 3 parâmetros
	-	Vitorino	342,06	3,19	125,23	8,05	0,13	0,88	Sigmoidal; sigmoide, 5 parâmetros
	Sulfentrazone	Suscetível	94,45	23,09	160,47	-	-	0,99	Sigmoidal; sigmoide, 3 parâmetros
	-	Vilhena	97,78	19,16	153,08	-	-	0,99	Sigmoidal; sigmoide, 3 parâmetros
	-	Vitorino	94,96	59,31	176,94	-	-	0,98	Sigmoidal; sigmoide, 3 parâmetros
	Imazethapyr	Suscetível	48,52	32,41	80,04	-	-	0,98	Sigmoidal; sigmoide, 3 parâmetros
	-	Vilhena	27,54	27,72	52,03	-	-	0,93	Sigmoidal; sigmoide, 3 parâmetros
	-	Vitorino	14,95	27,82	75,57	-	-	0,95	Sigmoidal; sigmoide, 3 parâmetros

APÊNDICE B – Controle pré-emergência aos 28 DAA

Variável	Herbicida	Biótipo	Parâmetros					Equação	
			a	b	D ₅₀	y0	c		R ²
Fitotoxicidade aos 28 DAA pré	Diclosulam	Suscetível	84,3	6,41	27,3	-	-	0,97	Sigmoidal; sigmoide, 3 parâmetros
	-	Vilhena	92,79	28,05	68,02	-	-	0,97	Sigmoidal; sigmoide, 3 parâmetros
	-	Vitorino	149,01	1,68	159,78	0,58	0,06	0,99	Sigmoidal; sigmoide, 5 parâmetros
	Flumioxazin	Suscetível	77,92	0,07	1,42	-	-	0,86	Sigmoidal; sigmoide, 3 parâmetros
	-	Vilhena	96,85	11,84	21,02	-	-	0,93	Sigmoidal; sigmoide, 3 parâmetros
	-	Vitorino	198,7	29,16	79,76	0	-	0,95	Sigmoidal; sigmoide, 3 parâmetros
	Sulfentrazone	Suscetível	96,67	17,94	157,62	0	-	0,99	Sigmoidal; sigmoide, 3 parâmetros
	-	Vilhena	97,78	12,11	145,88	0	-	0,99	Sigmoidal; sigmoide, 3 parâmetros
	-	Vitorino	97,78	22,25	166,53	-	-	1	Sigmoidal; sigmoide, 3 parâmetros
	Imazethapyr	Suscetível	65	2,35	47,49	0	-	1	Sigmoidal; sigmoide, 4 parâmetros
	-	Vilhena	25,59	9,56	38,03	-	-	0,91	Sigmoidal; sigmoide, 3 parâmetros
	-	Vitorino	57,84	32,94	122,76	-	-	0,96	Sigmoidal; sigmoide, 3 parâmetros

APÊNDICE C – Controle pós-emergência aos 10 DAA

Variável	Herbicida	Biótipo	Parâmetros					Equação	
			a	b	D ₅₀	y ₀	c		R ²
Fitotoxicidade aos 10 DAA pós	Diclosulam	Suscetível	1,96	-0,01	-	-2,64	-	0,85	Polinomial; quadrática
	-	Vilhena	0,46	0	-	9,76	-	0,44	Polinomial; quadrática
	-	Vitorino	0,21	0	-	6,46	-	0,24	Polinomial; quadrática
	Flumioxazin	Suscetível	10,1	-0,28	-	5,4	-	0,93	Polinomial; cúbica
	-	Vilhena	9,58	-0,27	-	4,65	-	0,94	Polinomial; cúbica
	-	Vitorino	9,06	-0,25	-	3,89	-	0,98	Polinomial; cubica
	Sulfentrazone	Suscetível	97,45	15,73	150,86	-	-	0,99	Sigmoidal; sigmoide, 3 parâmetros
	-	Vilhena	93,89	13,76	156,76	-	-	0,99	Sigmoidal; sigmoide, 3 parâmetros
	-	Vitorino	81,89	22,77	151,06	-	-	0,98	Sigmoidal; sigmoide, 3 parâmetros
	Imazethapyr	Suscetível	70,41	1,14	20,09	-	-	0,99	Sigmoidal; sigmoide, 3 parâmetros
	-	Vilhena	56,58	62,83	177,47	-	-	0,98	Sigmoidal; sigmoide, 3 parâmetros
	-	Vitorino	28,33	2,63	38,35	-	-	0,99	Sigmoidal; sigmoide, 3 parâmetros

APÊNDICE D – Controle pós-emergência aos 17 DAA

Variável	Herbicida	Biótipo	Parâmetros					Equação	
			a	b	D ₅₀	y0	c		R ²
Fitotoxicidade aos 17 DAA pós	Diclosulam	Suscetível	55	0,25	3,53	-	-	1	Sigmoidal; logística, 3 parâmetros
	-	Vilhena	87,67	-17,48	17,81	-	-	0,98	Sigmoidal; logística, 3 parâmetros
	-	Vitorino	11,33	-9,39	21,77	-	-	0,25	Sigmoidal; sigmoide, 3 parâmetros
	Flumioxazin	Suscetível	99,44	0,44	8,64	-	-	1	Sigmoidal; sigmoide, 3 parâmetros
	-	Vilhena	7,64	1	7,64	-	-	0,98	Sigmoidal; sigmoide, 3 parâmetros
	-	Vitorino	99,45	0,44	8,64	-	-	0,99	Sigmoidal; sigmoide, 3 parâmetros
	Sulfentrazone	Suscetível	84,48	32,70	156,98	-	-	1	Sigmoidal; sigmoide, 3 parâmetros
	-	Vilhena	99,44	13,20	153,13	-	-	1	Sigmoidal; sigmoide, 3 parâmetros
	-	Vitorino	99,44	17,76	159,96	-	-	0,97	Sigmoidal; sigmoide, 3 parâmetros
	Imazethapyr	Suscetível	19,08	1,24	18,24	-	-	0,99	Sigmoidal; sigmoide, 3 parâmetros
	-	Vilhena	36,67	1,25	17,96	-	-	0,9	Sigmoidal; sigmoide, 3 parâmetros
	-	Vitorino	65,55	2,63	37,44	-	-	0,99	Sigmoidal; sigmoide, 3 parâmetros

APÊNDICE E – pré emergente matéria seca

Variável	Herbicida	Biótipo	Parâmetros					Equação
			a	b	D ₅₀	y ₀	R ²	
Matéria seca pré emergente	Diclosulam	Suscetível	-1,86	0	0	80,45	0,77	Polinomial; quadrática
	-	Vilhena	-1,75	0	0	79,3	0,68	Polinomial; quadrática
	-	Vitorino	-0,5	0	0	88,18	0,36	Polinomial; quadrática
	Flumioxazin	Suscetível	-1,61	0	0	77,92	0,63	Polinomial; quadrática
	-	Vilhena	-2,26	0,02	0	72,41	0,45	Polinomial; quadrática
	-	Vitorino	0,68	0	0	84,69	0,83	Polinomial; quadrática
	Sulfentrazone	Suscetível	99,92	0,84	60,66	0	0,97	Sigmoidal; logística, 3 parâmetros
	-	Vilhena	99,98	1,02	39,84	0	0,99	Sigmoidal; logística, 3 parâmetros
	-	Vitorino	77,33	27,5 9	182,43	22,67	0,98	Sigmoidal; logística, 4 parâmetros
	Imazethapyr	Suscetível	99,46	0,97	67,08	0	0,92	Sigmoidal; logística, 3 parâmetros
	-	Vilhena	-0,4	0	0	79,24	0,43	Polinomial; quadrática
	-	Vitorino	-0,21	0	0	95,04	0,81	Polinomial; quadrática

APÊNDICE F – pós emergente matéria seca

Variável	Herbicida	Biótipo	Parâmetros				Equação	
			a	b	D ₅₀	y ₀	R ²	
Matéria seca pós emergente	Diclosulam	Suscetível	-1,28	0	0	83,25	0,66	Polinomial; quadrática
	-	Vilhena	-0,95	0	0	85,97	0,57	Polinomial; quadrática
	-	Vitorino	-1,17	0	0	81,17	0,5	Polinomial; quadrática
	Flumioxazin	Suscetível	-3,95	0,03	0	73,66	0,68	Polinomial; quadrática
	-	Vilhena	-4,02	0,03	0	77,6	0,75	Polinomial; quadrática
	-	Vitorino	99,99	0,9	5,28	-	1	Sigmoidal; logística, 3 parâmetros
	Sulfentrazone	Suscetível	110,99	-87,04	192,16	-	1	Sigmoidal; sigmoide, 3 parâmetros
	-	Vilhena	99,98	1,05	41,24	-	0,99	Sigmoidal; logística, 3 parâmetros
	-	Vitorino	99,98	0,25	9,34	-	0,98	Sigmoidal; logística, 3 parâmetros
	Imazethapyr	Suscetível	47,58	0,25	2,39	52,41	0,99	Sigmoidal; logística, 4 parâmetros
	-	Vilhena	-0,28	0	0	91,69	0,78	Polinomial; quadrática
	-	Vitorino	1	0,17	479,8	-	0,99	Sigmoidal; logística, 3 parâmetros