



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

Centro de Ciências Agrárias

Curso de Engenharia Agrônômica



**Igor Jurgensen**

**EFEITO DE HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES EM DIFERENTES TEXTURAS DE SOLO**

**Araras**

**2024**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

Centro de Ciências Agrárias

Curso de Engenharia Agrônômica



**Igor Jurgensen**

**EFEITO DE HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES EM DIFERENTES TEXTURAS DE SOLO**

**Orientador: Profa. Dra. Patrícia Andrea Monquero**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Agrônômica – CCA – UFSCar para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

**Araras**

**2024**



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente à Deus, por me possibilitar chegar até aqui com saúde e pelas oportunidades que tive em toda minha vida.

Agradeço à minha família, meus pais Leandro e Márcia e meus irmãos Jhonatan e Mayara, que sempre me apoiaram e me deram todo o suporte que precisei.

Agradeço aos meus amigos, pelos momentos que compartilhamos e experiências que vivemos e nos apoiamos.

Agradeço a todo o pessoal do Grupo de Estudos em Ciências Agrárias (GECA), pelo trabalho em equipe e pelo conhecimento compartilhado.

Agradeço à minha professora e orientadora Patrícia Andrea Monquero, por todo o ensinamento em aulas e encontros e pelo apoio e orientação para a conclusão deste presente trabalho.

## RESUMO

O manejo das plantas daninhas é fundamental para a área agrícola, e o aumento do uso de herbicidas pré-emergentes tem sido cada vez mais uma solução eficiente para esse problema. A resposta de herbicidas pré-emergentes pode variar em função de diversos fatores, incluindo a textura de solo na qual está sendo aplicado. Desse modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência dos herbicidas clomazone no controle de *Digitaria insularis* (capim-amargoso), flumioxazin no controle de *Conyza canadensis* (buva) e amicarbazone no controle de *Ipomoea purpurea* (corda-de-viola) aplicados em diferentes doses e texturas do solo. Para cada herbicida e planta daninha o delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial de 2x6, sendo o primeiro fator as texturas do solo (argiloso e arenoso) e o segundo fator diferentes doses dos herbicidas: testemunha, 0,5D; 0,75D, 1D, 1,5D e 2D, sendo D a dose comercial de clomazone (828 g i.a. ha<sup>-1</sup>), flumioxazin (80 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e amicarbazone (1225 g i.a. ha<sup>-1</sup>). As plantas foram avaliadas quanto ao controle e biomassa seca da parte aérea. Ao final do período de avaliação, o controle e redução de massa seca de *D. insularis* foi de 100% com doses a partir de 828g i.a. ha<sup>-1</sup> de clomazone; o controle e redução de massa seca de *C. canadensis* foi de 100% com doses a partir de 80g i.a. ha<sup>-1</sup> de flumioxazin; e o controle e redução de massa seca foi de 100% com doses a partir de 919g i.a. ha<sup>-1</sup> de amicarbazone. Em relação à textura do solo, não houve diferenças estatísticas, visto que em ambos os solos os resultados foram semelhantes. Portanto, conclui-se que para estes herbicidas as doses não precisam ser modificadas em função da textura do solo no controle das respectivas plantas daninhas.

**Palavras-chave:** clomazone, *Digitaria insularis*, flumioxazin, *Conyza canadensis*, amicarbazone, *Ipomoea purpurea*.

## ABSTRACT

Weed management is essential for the agricultural sector, and the increased use of pre-emergent herbicides has become an increasingly effective solution to this problem. The response of pre-emergent herbicides may vary depending on several factors, including the soil texture where they are applied. Thus, the objective of this study was to evaluate the efficiency of clomazone in controlling *Digitaria insularis* (sourgrass), flumioxazin in controlling *Conyza canadensis* (horseweed), and amicarbazone in controlling *Ipomoea purpurea* (morning glory), applied at different doses and soil textures. For each herbicide and weed species, the experimental design was completely randomized, with four repetitions, in a 2x6 factorial scheme, where the first factor was soil texture (clay and sandy), and the second factor was different herbicide doses: control, 0.5D, 0.75D, 1D, 1.5D, and 2D, with D being the commercial dose of clomazone (828 g a.i. ha<sup>-1</sup>), flumioxazin (80 g a.i. ha<sup>-1</sup>), and amicarbazone (1225 g a.i. ha<sup>-1</sup>). The plants were evaluated for control and aerial part dry biomass. At the end of the evaluation period, the control and dry mass reduction of *D. insularis* was 100% with doses starting at 828 g a.i. ha<sup>-1</sup> of clomazone; the control and dry mass reduction of *C. canadensis* was 100% with doses starting at 80 g a.i. ha<sup>-1</sup> of flumioxazin; and the control and dry mass reduction of *I. purpurea* was 100% with doses starting at 919 g a.i. ha<sup>-1</sup> of amicarbazone. Regarding soil texture, there were no statistical differences, as the results were similar in both soils. Therefore, it is concluded that for these herbicides, the doses do not need to be adjusted based on soil texture for the control of the respective weed species.

**Key-words:** clomazone, *Digitaria insularis*, flumioxazin, *Conyza canadensis*, amicarbazone, *Ipomoea purpurea*.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Análise físico-química dos solos arenoso e argiloso utilizados no experimento.....	19
<b>Tabela 2.</b> Produtos e doses utilizados no controle das plantas daninhas, sendo D a dose cheia recomendada de bula. ....	20

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Controle (%) de <i>D. insularis</i> com diferentes doses de clomazone, avaliado aos 35 DAA. ....	23
<b>Figura 2.</b> Redução de massa seca (%) de <i>D. insularis</i> com diferentes doses de clomazone, avaliado aos 35 DAA.....	24
<b>Figura 3.</b> Resposta de controle de <i>D. insularis</i> à diferentes doses de clomazone em solo argiloso (A) e arenoso (B) aos 35 DAA.....	25
<b>Figura 4.</b> Controle (%) de <i>C. canadensis</i> com diferentes doses de flumioxazyn, avaliado aos 35 DAA.....	27
<b>Figura 5.</b> Redução de massa seca (%) de <i>C. canadensis</i> com diferentes doses de flumioxazyn, avaliado aos 35 DAA. ....	27
<b>Figura 6.</b> Resposta de controle de <i>C. canadensis</i> à diferentes doses de flumioxazyn em solo argiloso (A) e arenoso (B) aos 35 DAA.....	28
<b>Figura 7.</b> Controle (%) de <i>I. purpurea</i> com diferentes doses de amicarbazone, avaliado aos 35 DAA. ....	30
<b>Figura 8.</b> Redução de massa seca (%) de <i>I. purpurea</i> com diferentes doses de amicarbazone, avaliado aos 35 DAA. ....	30
<b>Figura 9.</b> Resposta de controle de <i>I. purpurea</i> à diferentes doses de amicarbazone em solo argiloso (A) e arenoso (B) aos 35 DAA.....	31

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	9
2	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	11
2.1	Manejo de plantas daninhas .....	11
2.2	Herbicidas pré-emergentes .....	12
2.3	Espécies de plantas daninhas e seu controle .....	14
3	<b>OBJETIVO</b> .....	18
4	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	19
5	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	23
5.1	<i>D. insularis</i> com o uso de clomazone.....	23
5.2	<i>C. canadensis</i> com o uso de flumioxazin .....	26
5.3	<i>I. purpurea</i> com o uso de amocarbazone.....	29
6	<b>CONCLUSÃO</b> .....	33

## 1 INTRODUÇÃO

O manejo eficiente de plantas daninhas é de extrema importância para maximizar a produtividade agrícola e reduzir os custos. O uso inadequado de herbicidas tem causado problemas ambientais e econômicos significativos, incluindo o surgimento de espécies de plantas daninhas resistentes. Uma das estratégias para melhorar a eficiência do controle das plantas daninhas é a aplicação de herbicidas pré-emergentes, atuando no controle antes da daninha emergir, já que no Brasil, por exemplo, possui hoje 58 casos de resistência de plantas daninhas a herbicidas (Heap, 2024).

Dentre as espécies que já apresentam casos de resistência, destaca-se o capim-amargoso (*Digitaria insularis*) (Heap, 2024). Por se tratar de uma gramínea, é capaz de formar estruturas de reprodução e possui uma alta taxa de dispersão de sementes, além de apresentar resistência ao glyphosate e biótipos com resistência múltipla, incluindo resistência aos herbicidas inibidores da ACCase (Acetil-CoA carboxilas), o que dificulta seu controle (Heap, 2024). Uma alternativa para o manejo, é a utilização de clomazone, herbicida capaz de inibir a síntese de carotenoides, sendo eficiente no controle dessa espécie (Drehmer et al., 2015).

Outra espécie de grande impacto na agricultura é a buva (*Conyza canadensis*), a terceira espécie com mais casos de resistência no mundo, podendo causar mais de 80% de perdas dependendo da sua infestação nas áreas agrícolas (Vargas et al., 2007). Com uma rápida disseminação e biótipos resistentes a herbicidas como glyphosate, clorimuron, paraquat, diuron, saflufenacil e 2,4-D, apresenta resistência a pelo menos seis mecanismos de ação (Correia; Streck, 2023), uma estratégia de controle é o uso do flumioxazin, herbicida inibidor das enzimas da PROTOX (protoporfirinogênio oxidase), capaz de controlar essa planta daninha (Dalazen et al., 2015).

No setor canavieiro, por do uso frequente de colheitadeiras automatizadas nesta cultura, a corda-de-viola (*Ipomoea sp e Merremia sp*) tem ganhado destaque pois possui sementes com grande capacidade de reserva, são fotoblásticas negativas e conseguem ultrapassar a camada de palha da cana-de-açúcar disposta no solo (Lorenzi et al., 2014). Além disso, devido ao seu hábito de trepadeiras, prejudica o funcionamento das máquinas agrícolas. Como alternativa de controle, é empregado o uso de amicarbazone, herbicida inibidor do FSII (fotossistema II), registrado para

diversas culturas, como a cana-de-açúcar e soja, onde essa daninha causa maior prejuízo (Perim et al., 2009).

A eficácia dos herbicidas aplicados em pré-emergência das plantas daninhas depende de vários fatores, incluindo as características físico-químicas do solo, como textura, teores de matéria orgânica, umidade, capacidade de troca de cátions (CTC), pH e microbiota, bem como das características físico-químicas dos herbicidas, como solubilidade em água, pressão de vapor, constante de equilíbrio de ionização do ácido (pKa) ou da base (pKb), coeficiente de partição octanol-água (Kow) e meia-vida (Mendes; Ionoue; Tornisielo, 2022).

Um dos fatores determinantes para a eficiência de controle é a textura de solo no qual o herbicida será aplicado, pois ele pode ficar retido nos colóides e influenciar diretamente no controle das plantas daninhas (De Oliveira; Brighenti, 2011). Dessa forma, é possível avaliar a eficiência dos herbicidas pré-emergentes em diferentes doses de acordo com a textura do solo (De Oliveira et al., 2011).

Neste contexto, é necessário o desenvolvimento de estudos que estabeleçam critérios para o uso mais eficiente dos herbicidas pré-emergentes, levando em consideração as características do solo, destacando a textura e fração granulométrica. Considerando essas variáveis e as características da molécula do herbicida a ser utilizado, os colóides do solo podem reter o produto utilizado, diminuindo sua eficiência. Com essas informações, torna-se possível adotar a melhor estratégia de controle, considerando as particularidades de cada área produtiva, sempre buscando uma melhor eficiência com o menor custo e menores danos ambientais.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Manejo de plantas daninhas

É inegável a importância do manejo de plantas daninhas nas áreas agrícolas para uma melhor eficiência da cultura, buscando a maior produtividade com o menor custo. A utilização constante de herbicidas de maneira errada causa diversos problemas ambientais e econômicos. Além do aumento da pressão de seleção de espécies de plantas daninhas, resultando no surgimento de biótipos resistentes, existem espécies que são tolerantes a determinados herbicidas e o controle não se torna efetivo com tais produtos (Yamashita; Guimarães, 2013).

O manejo das plantas daninhas deve ser feito de forma eficiente e sustentável, buscando o menor impacto do meio ambiente, utilizando técnicas e práticas, que em conjunto formam o chamado de MIPD (manejo integrado de plantas daninhas). Um dos pilares é o uso de herbicidas pela alta eficiência e baixo custo devido ao rendimento operacional (Fontes; Gonçalves, 2009). Dentre o controle químico, há diferenças na época de aplicação dos herbicidas: herbicidas aplicados em pré-emergência e em pós emergência das plantas daninhas (Mendes; Da Silva, 2023).

Os herbicidas pós emergentes são aplicados após a emergência das plantas daninhas, preferencialmente na fase de cotilédones ou dos primeiros pares de folhas verdadeiras, que é o momento de maior eficácia desse método de controle químico (Monquero; Silva, 2021). Esses produtos são adotados pelos produtores devido a vantagem de poderem ser escolhidos de acordo com as plantas presentes no campo, tanto as daninhas quanto a cultura, atuando na seletividade, o que resulta na expressão ou não dos sintomas tóxicos nas plantas, de acordo com cada espécie; além de serem produtos menos dependentes de fatores ligados ao solo, como a textura, teor de matéria orgânica e argila (Karam et al., 2009).

Já os herbicidas pré-emergentes são utilizados antes da emergência das plantas daninhas e tem se mostrado uma estratégia muito eficiente, pois controlam as plantas daninhas antes mesmo de competirem com a cultura e causarem perda na produtividade (Patel, 2018). Além disso possuem um efeito residual maior, controlando por um período mais longo após a aplicação (Agostinetto et al., 2015).

## 2.2 Herbicidas pré-emergentes

O uso dos herbicidas pré-emergentes aumentou com o surgimento de biótipos resistentes, devido à alta frequência de utilização de determinados herbicidas, o que resultou em uma forte pressão de seleção dessas plantas (Christoffoleti et al., 1994). Mundialmente, os casos de resistência aumentam a cada ano, atualmente com mais de 500 casos de resistência de plantas daninhas no mundo, envolvendo cerca de 260 espécies, resistentes a mais de 160 herbicidas. Além disso, há níveis mais preocupantes de resistência: a cruzada, em que a planta resiste a mais de um herbicida de grupos químicos distintos; e a múltipla e a mais grave, onde há resistência a herbicidas de diferentes mecanismos de ação. Há registros de plantas daninhas que resistem a até sete mecanismos de ação diferentes, como é o caso do azevém, na Austrália (Hulme, 2023).

O Brasil é o quinto país no mundo com mais casos de resistência de plantas daninhas, que começaram em meados dos anos 90 (Heap, 2024). A *Bidens pilosa* foi a pioneira, devido às aplicações frequentes de herbicidas inibidores da ALS (acetolactato sintetase) em áreas de soja (Ponchio, 1997). O glyphosate, também teve grande influência no surgimento de daninhas resistentes, pois foi amplamente utilizado em áreas de culturas geneticamente modificadas, capazes de resistir a esses produtos (Vargas et al., 2016).

A aplicação dos herbicidas pré-emergentes é feita diretamente no solo, sem necessidade de incorporação, diminuindo a exposição do solo à erosão, visando controlar o banco de sementes da área. Diversos fatores determinam o sucesso ou fracasso do controle (Amim et al., 2016). Portanto, o conhecimento das características físico-químicas do herbicida, bem como das propriedades do solo, é fundamental para uma boa execução do plano de manejo das plantas daninhas (Monquero et al., 2008).

O solo é composto por fases sólidas, que incluem a fração mineral e a fração orgânica, além de fases líquidas (solução do solo) e gasosas. As fases líquidas e gasosas diferem na quantidade de água e ar disponíveis, que podem modificar o comportamento dos herbicidas (Gebler; Spadotto, 2004). Porém, a fase sólida é a principal considerada na predição do comportamento dos herbicidas pré-emergentes, devido à sua capacidade sortiva, principalmente a fração coloidal (Christoffoleti et al., 2009).

Atributos do solo como composição granulométrica, teores de matéria orgânica, umidade, capacidade de troca de cátions (CTC), pH e microbiota, associados às características físico-químicas das moléculas dos herbicidas, determinam o seu comportamento no solo e sua eficácia no controle de plantas daninhas (Christoffoleti et al., 2009). Além disso, as condições climáticas (temperatura, umidade, precipitação, ventos) e as práticas adotadas em campo (sistema de produção, adubação, cobertura vegetal), afetam diretamente a ação dos herbicidas, influenciando a lixiviação, adsorção e decomposição das moléculas (Mendes; Ionoue; Tornisielo, 2022).

Em contato com o solo, os herbicidas pré-emergentes podem passar pelos processos de sorção, lixiviação, degradação e volatilização. A sorção desses produtos se deve pela fixação das moléculas a uma superfície, já que a sorção do herbicida é diretamente proporcional à superfície do material coloidal, podendo ser minerais ou de origem orgânica (Pacheco et al., 2017). Por conta disso, a fração granulométrica da argila é responsável pela maior parte da retenção dos herbicidas, já que sua superfície específica é maior que da areia e do silte: a argila tem uma superfície específica alta porque há uma grande área de superfície disponível para interações, devido à sua forma e tamanho pequeno, além de possuir muitas cargas elétricas na superfície (Silva et al., 1999).

Estudos apontam que o controle de plantas daninhas é mais eficaz em solos de textura arenosa e com baixo teor de matéria orgânica, indicando menor sorção das moléculas do herbicida pelos colóides, aumentando a disponibilidade na solução do solo (Azania et al., 2021). Além disso, a concentração e o efeito residual de herbicidas como o oxyfluorfen, por exemplo, são maiores em solos argilosos com altos teores de matéria orgânica, evidenciando que a atividade do herbicida é prolongada de acordo com o aumento de teores de argila e matéria orgânica no solo (Melo et al., 2010).

Um estudo de Firmino et al. (2008), avaliou a movimentação do imazapyr em diferentes texturas de solo, juntamente com a simulação de chuvas. A ordem de sorção foi: muito argiloso > franco-argilo-arenoso > areia-franca > areia lavada. Esses resultados indicam que quanto maior a porcentagem de argila no solo, maior é a sorção das moléculas do herbicida.

A matéria orgânica do solo (M.O.S) também influencia a capacidade de sorção das moléculas de herbicida. Sendo responsável por uma parte significativa da CTC dos solos (30 a 40% em solos argilosos e 50 a 60% em solos arenosos), a M.O.S possui uma alta densidade de cargas, isso faz com que, a dessorção das moléculas

dos herbicidas ocorra de forma mais lenta, o que é vantajoso para herbicidas residuais que devem permanecer ativos por mais tempo no solo (Christoffoleti et al., 2009). Ademais, geralmente existe uma correlação entre o teor de M.O.S e os teores de argila, o que garante a eficácia da recomendação baseada na granulometria (Paula, 2022). Um estudo de Sebok (2024) mostrou que o indaziflam sofre influência direta da matéria orgânica no processo de sorção. O experimento verificou que onde há maior teor de matéria orgânica, há também maiores coeficientes de adsorção ( $K_d$ ), resultando em uma retenção mais forte da molécula.

### 2.3 Espécies de plantas daninhas e seu controle

Dentre as plantas daninhas resistentes, destaca-se o capim-amargoso (*Digitaria insularis*), pertencente à família Poaceae, presente em todo o Brasil, em áreas de pastagens, pomares, cafezais, beiras de estradas e terrenos baldios, prejudicando a produtividade das áreas agrícolas (Machado et al., 2006). A agressividade da espécie, a capacidade de formação de rizomas e touceiras, a fácil dispersão de sementes e a evidência de biótipos resistentes ao glyphosate, haloxyfop e fenoxaprop devido à menor velocidade de absorção e maior rapidez de metabolização desses herbicidas, tornam a *D. insularis* uma daninha de grande importância para o controle em áreas agrícolas (Gemelli et al., 2013).

O controle de *D. insularis* pode ser realizado com a utilização do clomazone. O clomazone (2-[(2-Clorofenil)metil]-4,4-dimetil-1,2-oxazolidin-3-ona) é um herbicida pré-emergente empregado no controle de plantas daninhas em diversos cultivos agrícolas, como soja, milho e arroz. Sua ação se dá pela inibição da biossíntese de carotenoides, essenciais para o processo fotossintético das plantas (Van Scoy; Tjeerdema, 2013). Após sua aplicação no solo, interfere diretamente no desenvolvimento do cloroplasto, reduzindo o acúmulo de pigmentos plastidiais em espécies suscetíveis, causando branqueamento nas plantas, dependendo da espécie e dose utilizada. Além disso, inibe a formação de isoprenóides ligados aos cloroplastos, incluindo pigmentos fotossintéticos, carotenóides, transportadores de elétrons e hormônios (giberilinas). A destruição das membranas do cloroplasto ocorreu entre 12-24h após a aplicação (Ferhatoglu; Barret, 2006).

O clomazone apresenta baixa mobilidade no solo e é considerado seletivo para algumas culturas, causando poucos danos à outras plantas não alvo. No entanto, seu

uso pode acarretar impactos ambientais, como a contaminação de águas subterrâneas. Segundo Pereira (2016), o comportamento do clomazone é influenciado pelos atributos do solo, em solos com baixo teor de argila e matéria orgânica, o herbicida pode apresentar maior mobilidade, resultando em maior lixiviação e risco de contaminação das camadas subterrâneas. Por ser um herbicida não iônico, o clomazone se mantém em sua forma molecular, o que pode apresentar alguma polaridade, modificando a disponibilidade na solução do solo, sendo afetado pelos complexos organominerais, matéria orgânica e pH (Silva et al., 2007).

Outra planta daninha de grande importância é a buva (*Conyza canadensis*), pertencente à família Asteraceae, presente em diversas regiões agrícolas do Brasil e que afeta principalmente as lavouras de soja, milho e algodão, causando perdas de até 85% da produtividade quando em grandes infestações (Vargas et al., 2007). Devido à sua rápida disseminação, com sementes que germinam no outono/inverno, é considerada uma planta daninha tanto de inverno quanto de verão. No Brasil, a *C. canadensis* apresenta resistência ao glyphosate, e globalmente são registrados 66 casos de resistência a vários herbicidas e modos de ação, tornando seu controle cada vez mais desafiador (Correia; Streck, 2023).

Para controlar a buva, o herbicida flumioxazin é comumente utilizado antes da emergência das daninhas, sendo registrado para as culturas com alta incidência de *C. canadensis*, como soja, trigo, milho e algodão (Lazaroto; Fleck; Vidal, 2008). O flumioxazin pertence ao grupo dos triazolinonas, e mecanismo de ação a inibição da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX), o que leva inicialmente a clorose das plantas cloróticas e posteriormente, à morte, tem um perfil ambiental favorável e é considerado uma alternativa aos herbicidas mais antigos e persistentes, atuando em plantas de folhas largas e algumas monocotiledôneas (Jaremtchuk et al., 2009).

O flumioxazin, por se caracterizar como uma molécula não dissociável, tem seu comportamento pouco afetado pelo pH do solo, diferentemente do que ocorre com o teor de matéria orgânica (Paula, 2022). Este herbicida é adsorvido pelos colóides do solo e apresenta rápida dissipação, com meia-vida que varia de 11,9 a 17,5 dias, sendo sua dose recomendada de acordo com a capacidade adsortiva dos solos (Jaremtchuk et al., 2009).

Alister et al. (2008) determinaram a persistência e a movimentação do flumioxazin em áreas de produção de uva no Chile. Analisou a relação entre as chuvas durante o experimento. Mesmo 90 dias após a aplicação, a profundidade máxima

alcançada pela molécula foi de 45cm, indicando que o flumioxazin é um herbicida de baixo risco ambiental, já que possui baixa mobilidade e persistência no solo.

Os herbicidas inibidores da PROTOX, como é o caso do flumioxazin, ocasionam perda na produção de clorofila e carotenóides (Oliveira Júnior, 2001). Em estudo de Macedo (2015), foi feita a aplicação de flumioxazin em mistura com o glyphosate. Observou-se efeitos sobre as concentrações de clorofilas e carotenóides nas plantas, e se presume que tenham sido causadas pelo flumioxazin, já que o glyphosate é imediatamente inativado quando em contato com os colóides do solo.

Nas áreas de cultivo de cana-de-açúcar, até o momento não há problemas significativos com resistência de plantas daninhas. Entretanto, houveram modificações da composição florísticas das plantas daninhas ao longo do tempo (Souza, 2024). A colheita mecanizada, por exemplo, selecionou algumas espécies que antes não eram consideradas prioritárias, onde o banco de sementes de áreas mecanizadas pode favorecer a seleção de espécies de dicotiledôneas, em comparação às áreas anteriormente queimadas (Monquero et al., 2008). Exemplo disso é o aumento na presença de espécies da corda-de-viola (*Ipomoea* e *Merremia*) (Correa; Kronka Jr, 2010).

A corda-de-viola é uma planta pertencente à família Convolvulaceae, nativa da América do Sul, Central e do Norte. A espécie *Ipomoea purpurea* é uma das mais comuns, com flores em formato de funil, nas cores roxa, azul, rosa ou branca, e tem o hábito de trepadeiras, dificultando a colheita mecanizada em plantios de cana-de-açúcar, devido ao alto risco de embuchamento da máquina colheitadeira, por exemplo (Campos et al., 2009). Além disso, é uma planta fotoblástica negativa, ou seja, não precisa de luz para germinar; e é tolerante ao herbicida glyphosate, tornando seu controle ainda mais difícil (Piccinini, 2012).

Para o controle dessas espécies destaca-se o amicarbazone, que pertence ao grupo das triazolinonas e age inibindo o transporte de elétrons, paralisando a fixação de gás carbônico e a produção de ATP e NADPH<sub>2</sub> (inibidor do FSII), destruindo as membranas, fazendo com que a planta perca clorofila (Araldi et al., 2011). É também amplamente utilizado em culturas como a cana-de-açúcar, algodão, soja e milho, apresentando uma alta seletividade e, reduzindo os danos colaterais (Silva; Monquero; Munhoz, 2015).

Com um efeito residual que pode se estender por cerca de 4 meses, o amicarbazone é eficaz no controle de plantas daninhas, causando clorose,

interrompendo o crescimento, provocando necrose tecidual e levando à morte das plantas suscetíveis (Cavenaghi et al., 2007). Porém, é necessário se atentar a aplicação na palhada de cana-de-açúcar, que pode reter o herbicida, sendo a forma mais eficiente a aplicação na palhada seguida de chuva ou sua aplicação direta no solo (Dayan et al., 2009).

Além da excelente eficácia agrônômica do amicarbazone e longo período residual no controle de plantas daninhas, a flexibilidade de aplicação em pré e pós-emergência na cultura da cana-de-açúcar sem que interfira no seu desenvolvimento e na qualidade do açúcar e álcool, são fatores que agregam valor a utilização deste herbicida (Toledo et al., 2004).

A utilização de herbicidas para o controle de plantas daninhas deve se basear não apenas nas espécies a serem controladas e a cultura instalada em campo, mas também diversos fatores ligados ao ambiente e seu comportamento em cada um deles (Lima et al., 2023). A textura do solo, por exemplo, influencia muito na eficiência e ação dos herbicidas, devido às diferentes porcentagens de argila, silte e areia. Isso é justificado pela retenção dos herbicidas aos colóides do solo, que varia de acordo com suas características físico-químicas, cuja dinâmica pode ser útil para otimizar o uso de cada herbicida dependendo do ambiente em que vai ser aplicado, podendo auxiliar ou dificultar o produtor na escolha dos produtos e doses (Monquero; Silva, 2021).

### 3 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia do clomazone, flumioxazin e amicarbazone no controle e na redução da biomassa seca para as espécies *D. insularis*, *C. canadensis* e *I. purpurea*, respectivamente, em diferentes texturas de solo.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados em casa de vegetação, na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), *campus* Araras – SP. As unidades amostrais foram representadas por vasos de polietileno com capacidade de 5,0L, preenchidos com dois diferentes tipos de solo: Latossolo vermelho distrófico e solo Areia Franca, todos coletados na camada de 0 a 20 cm. A tabela 1, apresenta as características físico-químicas dos solos utilizados neste experimento.

**Tabela 1.** Análise físico-química dos solos arenoso e argiloso utilizados no experimento.

Solo arenoso								
pH	M.O.	P (res)	K	Ca	Mg	H + Al	SB	CTC
Ca Cl <sub>2</sub>	g/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>				mmol/dm <sup>3</sup>		
5,0	12	21	1,7	17	8	16	26,7	42,7
V	Argila	Areia (g/kg)			Silte			
%	g/kg	Fina	Grossa	Total	g/kg			
63	94	533	334	867	39			
Solo argiloso								
pH	M.O.	P (res)	K	Ca	Mg	H + Al	SB	CTC
Ca Cl <sub>2</sub>	g/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>				mmol/dm <sup>3</sup>		
5,6	23	12	2,1	47	21	23	70	93
V	Argila	Areia (g/kg)			Silte			
%	g/kg	Fina	Grossa	Total	g/kg			
75	557	ns	ns	262	181			

Fonte: Laboratório de solos USP Pirassununga (2024)

As sementes das plantas daninhas foram adquiridas na Agrocósmos LTDA, localizada em Engenheiro Coelho, uma empresa especializada na produção de sementes de várias espécies de plantas daninhas.

Os experimentos foram realizados para cada espécie de daninha, separadamente, utilizando um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 6, com duas texturas do solo e seis doses de cada herbicida, com quatro repetições.

As plantas daninhas foram semeadas em vasos preenchidos com amostras dos solos arenoso e argiloso em quantidade suficiente para se obter 10 plantas, segundo indicação da empresa Agrocósmos, em profundidade de 1 cm.

**Tabela 2.** Produtos e doses utilizados no controle das plantas daninhas, sendo D a dose cheia recomendada de bula.

Tratamentos	Produto comercial	Dose (g i.a. ha <sup>-1</sup> )	Dose de produto comercial (L ou kg ha <sup>-1</sup> )	Dose representada (D)
		414	1,15	0,5
		621	1,725	0,75
clomazone	Reator 360	828	2,3	1
		1242	3,45	1,5
		1656	4,6	2
		40	0,08	0,5
		60	0,12	0,75
flumioxazin	Flumizin 500	80	0,16	1
		120	0,24	1,5
		160	0,32	2
		613	0,875	0,5
		919	1,3125	0,75
amicarbazone	Dinamic	1225	1,75	1
		1838	2,625	1,5
		2450	3,5	2

A dose do clomazone foi baseada na média da dose recomendada de bula para o controle de *D. insularis* na cultura da soja.

A dose do flumioxazin foi baseada na média da dose recomendada de bula para o controle de *C. canadensis* no manejo outonal das plantas daninhas, para a cultura da soja, milho, algodão, girassol, sorgo e trigo, respeitando o período mínimo de plantio após a aplicação, se necessário, segundo a bula.

A dose do amicarbazobe foi baseada na média da dose recomendada de bula para o controle de *I. purpurea* na cultura da cana-de-açúcar.

A aplicação dos herbicidas foi realizada utilizando um pulverizador costal, pressurizado a CO<sub>2</sub>, com pressão de 30 lb pol-2, equipado com 4 pontas do tipo leque XR110.03, espaçadas 0,5m entre si, com consumo de 200 L há<sup>-1</sup> de calda.

Durante 35 dias, os vasos foram mantidos em casa de vegetação sob aspersão, onde foram irrigados diariamente com uma lâmina de água de cerca de 7 mm.

A emergência das plantas daninhas foi avaliada semanalmente até os 35 dias após a aplicação dos tratamentos (DAA), sendo realizada contagens das plantas emergidas. Os dados totais de emergência das plântulas na última avaliação foram transformados em porcentagem levando em consideração o número total de sementes nos vasos.

Aos 35 DAA, foi avaliada a porcentagem de controle das plantas daninhas e, ao final do período foi determinada a matéria seca da parte aérea. Para a avaliação de controle em critérios qualitativos, foi utilizada a escala ALAM (1974), com percentual de notas, onde 0 (zero) corresponde à nenhuma injúria nas plantas e 100 (cem) à morte das plantas. Aos 35 DAA, as plantas foram cortadas rente ao solo, acondicionadas em sacos de papel e posteriormente levadas para estufa de circulação forçada de ar na temperatura de 60° C, para obtenção da matéria seca da parte aérea com o auxílio de uma balança analítica.

Ao final foram obtidos os valores de redução da massa seca da parte aérea de cada planta daninha. Assim a porcentagem de redução da massa seca da parte aérea (MSPA), foi obtida através da seguinte fórmula:

$$\text{Redução da MSPA (\%)} = \left[ 1 - \left( \frac{\text{massa tratamento}}{\text{massa testemunha}} \right) \right] \times 100$$

Onde,

Redução da MSPA (%) = redução percentual da massa seca da parte aérea;  
Massa tratamento = massa seca da parte aérea de cada unidade amostral do tratamento, em gramas;

Massa da testemunha = massa seca da parte aérea da média das unidades amostrais da testemunha, em gramas.

Para cada variável analisada, os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e quando significativos foi realizada a análise de regressão para seleção do modelo explicativo da curva de dose-resposta baseada na significância estatística ( $p < 0,05$ ) e nos valores dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) no software SigmaPlot.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No controle e redução de biomassa seca, foram observados interação na estatística, e por isso foram plotados gráficos de regressão.

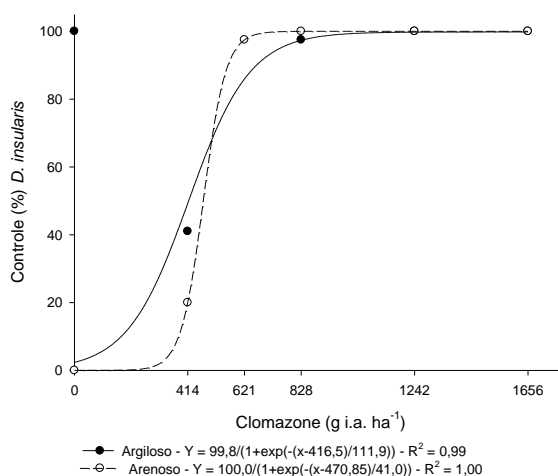
### 5.1 *D. insularis* com o uso de clomazone

O controle das plantas daninhas, avaliado em 35 dias após a semeadura e aplicação dos herbicidas, apresentou resultados estatisticamente semelhantes para os dois diferentes tipos de solo, tanto o argiloso quanto o arenoso.

O clomazone apresentou uma eficácia de cerca de 50% para o controle de *D. insularis* na dose de 621 g i.a. ha<sup>-1</sup> e a partir de 828 g i.a. ha<sup>-1</sup> obteve um resultado de 100% de controle, em ambos os solos (Figura 1).

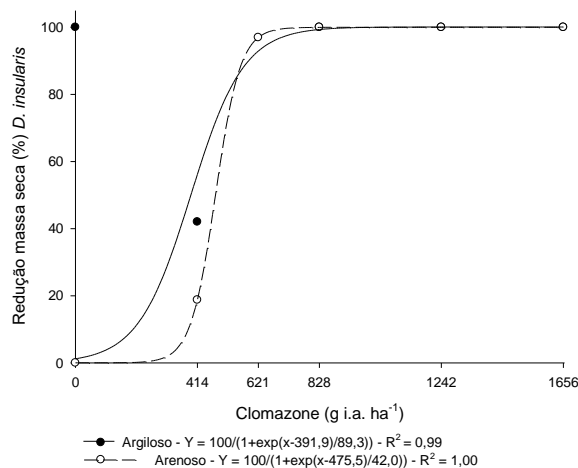
Em relação ao cálculo de redução de biomassa seca, os resultados foram semelhantes para os dois tipos de solo. Não houve diferença entre os dois tratamentos, onde a biomassa foi reduzida totalmente nas doses superiores a 828 g i.a. ha<sup>-1</sup> de clomazone (Figura 2).

**Figura 1.** Controle (%) de *D. insularis* com diferentes doses de clomazone, avaliado aos 35 DAA.



Fonte: Autoral (2024)

**Figura 2.** Redução de massa seca (%) de *D. insularis* com diferentes doses de clomazone, avaliado aos 35 DAA.



Fonte: Autoral (2024)

Na Figura 3, abaixo, observa-se a resposta de controle de *D. insularis* às diferentes doses de clomazone, da esquerda para a direita: testemunha; 414 g i.a. ha<sup>-1</sup>; 621 g i.a. ha<sup>-1</sup>; 828 g i.a. ha<sup>-1</sup>; 1242 g i.a. ha<sup>-1</sup>; 1656 g i.a. ha<sup>-1</sup>. Os resultados mostraram similaridade independentemente da textura de solo.

**Figura 3.** Resposta de controle de *D. insularis* à diferentes doses de clomazone em solo argiloso (A) e arenoso (B) aos 35 DAA.



A

Doses: testemunha; 414 g i.a. ha<sup>-1</sup>; 621 g i.a. ha<sup>-1</sup>; 828 g i.a. ha<sup>-1</sup>; 1242 g i.a. ha<sup>-1</sup>; 1656 g i.a. ha<sup>-1</sup>



B

Doses: testemunha; 414 g i.a. ha<sup>-1</sup>; 621 g i.a. ha<sup>-1</sup>; 828 g i.a. ha<sup>-1</sup>; 1242 g i.a. ha<sup>-1</sup>; 1656 g i.a. ha<sup>-1</sup>

Fonte: Autoral (2024).

Esses resultados comprovam a eficácia do clomazone no controle de *D. insularis* com a dose recomendada, tanto no solo argiloso quanto no arenoso, não havendo necessidade de alteração de dose em função da granulometria.

Além da eficácia no controle de *D. insularis*, o clomazone apresenta outras características importantes em relação ao seu comportamento no solo. Inoue et al. (2014) verificaram que, independentemente da textura do solo, o clomazone não ultrapassou a camada de 0-5 cm de profundidade nas lâminas de 0 a 20 mm de água e 5-10 cm nas lâminas acima de 40 mm de água, demonstrando o comportamento do

clomazone em relação à movimentação em camadas mais profundas é similar em diferentes texturas de solo. Apesar de sua tendência a sofrer lixiviação ser maior na presença de água, a irrigação utilizada no experimento não foi suficiente para que houvesse diferenças.

Além disso, outro fator que pode influenciar a sorção do clomazone é a quantidade de matéria orgânica. Entretanto, não se deve considerar apenas a M.O., devido a heterogeneidade de sua composição, incluindo o material de origem e o grau de decomposição, alterando o alcance da sorção dos agroquímicos (Gunasekara et al., 2009).

Entretanto, segundo Pereira (2016), mesmo aumentando a MO em solos com teores abaixo de 8,69%, isso não causou diferença na sorção do clomazone, devido à elevados teores de silte e areia no solo. Isso corrobora com os resultados deste trabalho, onde, mesmo tendo diferentes níveis de MO, não houve diferença no controle de *D. insularis*.

Observou-se que não houve diferença no controle de *D. insularis* em relação às diferentes texturas de solo, visto que o clomazone foi 100% eficiente em doses a partir de 828 g i.a. ha<sup>-1</sup>, quando aplicado na pré-emergência. De acordo com De Melo et al. (2017), essa eficiência pode se manter até 80 dias depois da aplicação em pré-emergência.

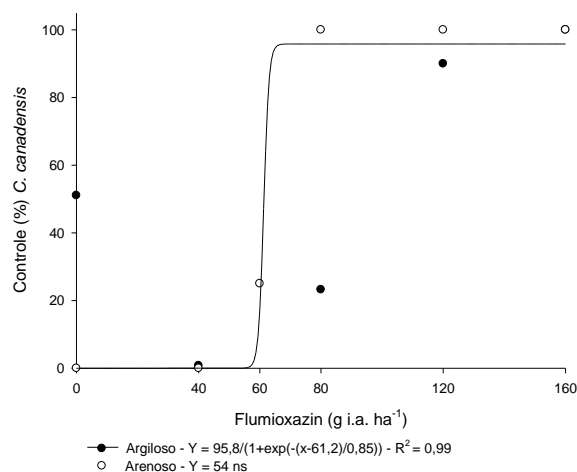
Portanto, o clomazone se mostrou totalmente eficaz no controle de *D. insularis* na dose recomendada, sem necessidade de alteração da dose em função da textura de solo, para a cultura da soja.

## **5.2 C. canadensis com o uso de flumioxazin**

O controle de *C. canadensis* utilizando flumioxazin teve eficácia de 100% com doses acima de 80g i.a. ha<sup>-1</sup> em solo argiloso. Doses abaixo de 80 g i.a. ha<sup>-1</sup> não causaram nenhum efeito sobre a daninha. O resultado da análise estatística do solo arenoso foi não significativo, ou seja, não houve interação entre os fatores analisados (Figura 4).

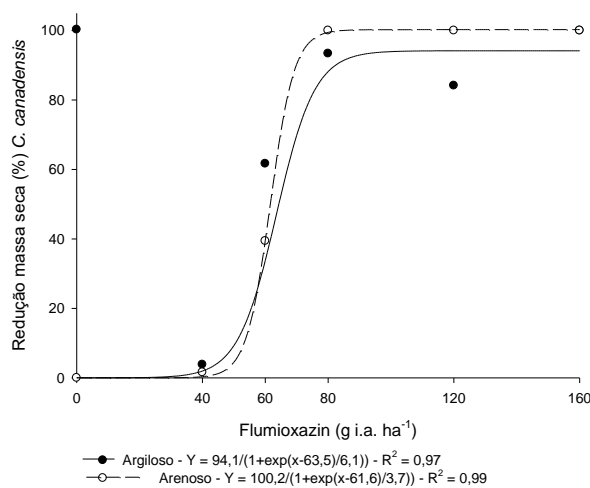
Em relação à redução de massa seca, houve cerca de 60% de redução com a dose de 60g i.a. ha<sup>-1</sup> e redução de 100% a partir de 80 g i.a. ha<sup>-1</sup>, tanto no solo argiloso quanto no arenoso, mostrando semelhança em ambos os solos (Figura 5).

**Figura 4.** Controle (%) de *C. canadensis* com diferentes doses de flumioxazyn, avaliado aos 35 DAA.



Fonte: Autoral (2024)

**Figura 5.** Redução de massa seca (%) de *C. canadensis* com diferentes doses de flumioxazyn, avaliado aos 35 DAA.



Fonte: Autoral (2024)

Na figura 6, nota-se um controle eficaz das plantas daninhas em doses a partir de 80 g i.a. ha<sup>-1</sup>, enquanto doses inferiores não apresentaram nenhum controle. Embora tenham ocorrido alguns escapes na textura argilosa, esses resultados não foram estatisticamente significativos.

**Figura 6.** Resposta de controle de *C. canadensis* à diferentes doses de flumioxazyn em solo argiloso (A) e arenoso (B) aos 35 DAA.



A

Doses: testemunha; 40 g i.a. ha<sup>-1</sup>; 60 g i.a. ha<sup>-1</sup>; 80 g i.a. ha<sup>-1</sup>; 120 g i.a. ha<sup>-1</sup>; 160 g i.a. ha<sup>-1</sup>.



B

Doses: testemunha; 40 g i.a. ha<sup>-1</sup>; 60 g i.a. ha<sup>-1</sup>; 80 g i.a. ha<sup>-1</sup>; 120 g i.a. ha<sup>-1</sup>; 160 g i.a. ha<sup>-1</sup>.

Fonte: Autoral (2024)

Esses resultados mostram a eficácia do flumioxazyn no controle de *C. canadensis*, utilizando a dose recomendada, sem a necessidade de alteração em relação à textura de solo.

Além de apresentar bons resultados no controle de *C. canadensis*, o flumioxazyn é um herbicida com baixo risco de contaminação de águas subterrâneas (Novais et al., 2022). O flumioxazyn possui uma baixa solubilidade, apresentando uma

lixiviação reduzida uma vez que não se dissocia em água. O pH tem pouco efeito sobre a molécula, com uma meia vida de 10 a 25 dias, podendo ter ação residual no solo (Dan et al., 2011).

No trabalho conduzido por Jaremtchuk et al. (2009), o flumioxazin apresentou pequenas diferenças quando aplicado em tipos de solos distintos, mostrando que em solo arenoso o herbicida apresentou controle mesmo quando aplicado com maior antecedência da semeadura das plantas daninhas, indicando baixo potencial de lixiviação.

Em solos com textura argilosa, há uma maior adsorção do herbicida pelos colóides do solo, resultando em uma persistência da molécula por períodos mais longos em comparação a solos de textura arenosa. Além disso, os teores de matéria orgânica também influenciam a adsorção do flumioxazin (Novais et al., 2023). Isso pode explicar os escapes de *C. canadensis* no solo argiloso, onde a molécula pode ter se ligado aos colóides, diminuindo sua eficácia.

A aplicação de flumioxazin pode ser associada também a outros herbicidas, como o glyphosate, para a dessecação pré-plantio ou na pós emergência da soja, sendo a principal cultura onde se utiliza essas moléculas (Galon et al., 2022).

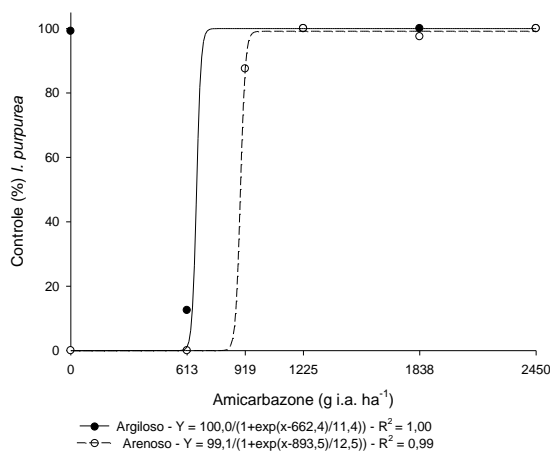
Portanto, o flumioxazin se mostrou totalmente eficaz no controle de *C. canadensis* na dose recomendada, sem necessidade de alteração da dose em função da textura de solo, para a cultura da soja, milho, algodão, sorgo, trigo e girassol.

### **5.3 *I. purpurea* com o uso de amocarbazone**

O gráfico de controle de *I. purpurea* utilizando amicarbazone se mostrou eficiente em doses acima de 919 g i.a. ha<sup>-1</sup>, tendo 100% de eficácia, tanto no solo argiloso quanto no arenoso (Figura 7).

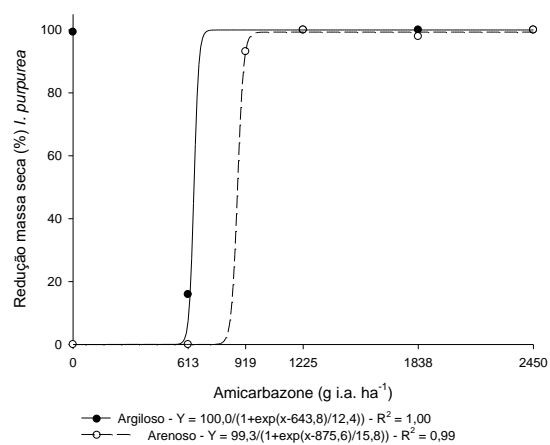
Em relação à redução de biomassa, o resultado se manteve como no controle, havendo redução de 100% com doses a partir de 919 g i.a. ha<sup>-1</sup>, independente da textura de solo. (figura 8).

**Figura 7.** Controle (%) de *I. purpurea* com diferentes doses de amicarbazone, avaliado aos 35 DAA.



Fonte: Autoral (2024)

**Figura 8.** Redução de massa seca (%) de *I. purpurea* com diferentes doses de amicarbazone, avaliado aos 35 DAA.



Fonte: Autoral (2024)

Na figura 9, observa-se que o controle em ambos os solos foi semelhante, tendo total eficácia em doses a partir de 919 g i.a. ha<sup>-1</sup>. Vale ressaltar que em todos os tratamentos as sementes germinaram na primeira semana após a aplicação, mas morreram na semana seguinte de avaliação, sendo assim a resposta do amicarbazone mais demorada.

**Figura 9.** Resposta de controle de *I. purpurea* à diferentes doses de amicarbazone em solo argiloso (A) e arenoso (B) aos 35 DAA.



A

Doses: testemunha; 613 g i.a. ha<sup>-1</sup>; 919 g i.a. ha<sup>-1</sup>; 1225 g i.a. ha<sup>-1</sup>; 1838 g i.a. ha<sup>-1</sup>; 2450 g i.a. ha<sup>-1</sup>.



B

Doses: testemunha; 613 g i.a. ha<sup>-1</sup>; 919 g i.a. ha<sup>-1</sup>; 1225 g i.a. ha<sup>-1</sup>; 1838 g i.a. ha<sup>-1</sup>; 2450 g i.a. ha<sup>-1</sup>.

Fonte: Autoral (2024)

Corroborando com os resultados obtidos, um estudo de Perim et al. (2009), também comprova que, independentemente da espécie de corda-de-viola, o herbicida amicarbazone apresenta excelentes resultados para essas plantas daninhas. O trabalho apresenta 100% de controle aos 21 DAA e efeito residual totalmente eficaz para o banco de sementes de até 40 dias no solo, mostrando um excelente efeito residual.

Savaris et al. (2019), avaliou a fitotoxicidade do herbicida na semeadura de plantas de pepino (*Cucumis sativus* L.) em diferentes solos, sendo um argiloso e outro arenoso. Os autores observaram que o efeito do amicarbazone em ambos os solos aos 0, 20 e 40 dias após a aplicação é de 100% de fitointoxicidade. Todavia, após 100 dias da aplicação, o herbicida não causou dano ao pepino em solo arenoso, mas no solo argiloso provocou fitointoxicidade de 30%, mostrando a influência do efeito residual em diferentes texturas.

De acordo com trabalho de Possamai et al. (2013), a lixiviação do amicarbazone pode ter respostas diferentes de acordo com a textura do solo e a lâmina de água. Resultados mostram que lâminas a partir de 60mm em solos de textura arenosa são capazes de lixiviar boa parte do amicarbazone, diminuindo seu efeito residual, já em solos de textura arenosa é necessário lâminas a partir de 80mm para o mesmo efeito, mostrando que o efeito residual do amicarbazone foi prolongado de acordo com o aumento do teor de argila.

Portanto, o amicarbazone se mostrou totalmente eficaz no controle de *I. purpurea* na dose recomendada, sem necessidade de alteração da dose em função da textura de solo, para a cultura da cana-de-açúcar.

## 6 CONCLUSÃO

Dessa maneira, conclui-se que para o controle de *D. insularis*, a aplicação de clomazone com doses a partir de 828 g i.a. ha<sup>-1</sup> teve 100% de eficácia e total redução da biomassa, independente da textura de solo. Para o controle de *C. canadensis* utilizando flumioxazin, se obteve total controle com doses a partir de 80 g i.a. ha<sup>-1</sup> em ambos os solos, embora houveram alguns escapes no solo argiloso, com a hipótese de ligação da molécula com os colóides do solo. Por fim, para o manejo de *I. purpurea*, a aplicação de amicarbazone obteve 100% de controle com doses a partir de 919 g i.a. ha<sup>-1</sup>. Os resultados não apresentaram grandes diferenças em relação à textura de solo, mas foi comprovado a eficácia dos herbicidas no controle das plantas daninhas independente da fração granulométrica, não sendo necessário a alteração de dose em função dos teores de argila.

## REFERÊNCIAS

- AGOSTINETTO, Dirceu *et al.* **Manejo de Plantas Daninhas**. [S. l.: s. n.], 2015. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1022693/1/CNPTID43073.pdf>. Acesso em: 7 mar. 2023.
- ALISTER, C. *et al.* Dissipation and movement of flumioxazin in soil at four field sites in Chile. **Pest Management Science**, Oxford, v. 64, n. 4, p. 579-583, 2008. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ps.1533>. Acesso em: 11 jun. 2024.
- AMIM, Reynaldo Tancredo *et al.* **Banco de sementes do solo após aplicação de herbicidas pré-emergentes durante quatro safras de cana-de-açúcar**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 51, p. 1710-1719, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/fPkmkTw5cgsshmqVFKVjZWq/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 17 set. 2024.
- ARALDI, R. *et al.* Efeitos na taxa de transporte de elétrons de plantas daninhas após aplicação de amicarbazone. **Planta Daninha**, v. 29, p. 647-653, 2011.
- AZANIA, CAM *et al.* **Fundamentos para aplicação de herbicidas em cana-de-açúcar**. 2021. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1154543>. Acesso em: 17 set. 2024.
- CAMPOS, L. H. F. *et al.* Suscetibilidade de Ipomoea quamoclit, I. triloba e Merremia cissoides aos herbicidas sulfentrazone e amicarbazone. **Planta Daninha**, v. 27, p. 831-840, 2009.
- CAVENAGHI, A. L. *et al.* Dinâmica do herbicida amicarbazone (Dinamic) aplicado sobre palha de cana-de-açúcar (Saccarum officinarum). **Planta Daninha**, v. 25, p. 831-837, 2007.
- CHRISTOFFOLETI PJ, Filho VR, Silva CB (1994) **Resistência de plantas daninhas aos herbicidas**. *Planta Daninha* 12(1):13-20.
- CHRISTOFFOLETI, Pedro Jacob *et al.* **Comportamento dos herbicidas aplicados ao solo na cultura da cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP, v. 2, p. 72, 2009.
- CORREIA, N. M.; KRONKA JR, B. Controle químico de plantas dos gêneros Ipomoea e Merremia em cana-soca. **Planta Daninha**, v. 28, p. 1143-1152, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/vWdyDtMVdyNfxcSfMvmpN4P/?lang=pt>. Acesso em: 5 mai. 2023.
- CORREIA, NM, and HJ STREK. **"Resistência de plantas daninhas a herbicidas: manejo e situação atual."** (2023). Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1162178/1/PL-CPAC-21022024-CORREIA-2023a.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2024.
- DALAZEN, Giliardi; KRUSE, Nelson Diehl; MACHADO, Sérgio Luiz de Oliveira. Herbicidas de uso potencial no controle de buva e sua seletividade sobre aveia e azevém. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 46, p. 792-799, 2015.
- DAN, H.A.; DAN, L.G.M.; BARROSO, A.L.L.; PROCÓPIO, S.O.; OLIVEIRA JR., R.S.; ASSIS, R.L.; SILVA, A.G.; FELDKIRCHER, C. Atividade residual de herbicidas pré-emergentes aplicados na cultura da soja sobre milho cultivado em sucessão. **Planta Daninha**, v.29, p.437-445, 2011.
- DAYAN, Franck E.; TRINDADE, Maria LB; VELINI, Edivaldo D. Amicarbazone, a new photosystem II inhibitor. **Weed Science**, v. 57, n. 6, p. 579-583, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1614/WS-09-099.1>. Acesso em: 31 mai. 2023.

- DE MELO, Marcel Sereguin Cabral et al. Alternativas de controle químico do capim-amargoso resistente ao glyphosate, com herbicidas registrados para as culturas de milho e algodão. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 16, n. 3, p. 206-215, 2017. Disponível em: <http://www.rbherbicidas.com.br/index.php/rbh/article/view/556>. Acesso em 11 jun. 2024.
- DE OLIVEIRA, Maurílio Fernandes et al. Comportamento dos herbicidas no ambiente. **Embrapa Milho e Sorgo-Capítulo em livro científico (ALICE)**, p. 10-138, 2011.
- DE OLIVEIRA, Maurílio Fernandes; BRIGHENTI, Alexandre Magno. Comportamento dos Herbicidas no Ambiente. **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**, [s. l.], 2011. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/45455/1/Comportamento-herbicidas.pdf>. Acesso em: 2 jun. 2024.
- DREHMER, Mário Henrique et al. Eficiência de herbicidas aplicados em pré-emergência para o controle de *Digitaria insularis* na cultura do feijão. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 14, n. 2, p. 141-147, 2015.
- FERHATOGLU, Yurdagul; BARRETT, Michael. Studies of clomazone mode of action. **Pesticide biochemistry and physiology**, v. 85, n. 1, p. 7-14, 2006. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048357505001288>. Acesso em: 30 mai. 2023.
- FIRMINO, L. E. et al. **Movimento do herbicida imazapyr no perfil de solos tropicais**. Planta Daninha, v. 26, p. 223-230, 2008.
- FONTES, José Roberto Antoniol; GONÇALVES, José Ricardo Pupo. Manejo integrado de plantas daninhas. **I Simpósio sobre Manejo de Pragas**, [s. l.], 2009. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/684779/1/ManejoIntegradoDePlantas.pdf>. Acesso em: 7 mar. 2023.
- GALON, L.; CAVALETTI, D. C. ; SILVA, M. R. da .; SILVA , A. F. da .; HENZ NETO , O. D. . Seletividade e eficácia de herbicidas aplicados em soja para o controle de plantas daninhas. **Agrarian**, [S. l.], v. 15, n. 55, p. e15715, 2022. DOI: 10.30612/agrarian.v15i55.15715. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/15715>. Acesso em: 11 jun. 2024.
- GEBLER, Luciano; SPADOTTO, Cláudio A. **Comportamento ambiental dos herbicidas**. 2004.
- GEMELLI, Alexandre, et al. "Estratégias para o controle de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) resistente ao glyphosate na cultura milho safrinha." *Revista Brasileira de Herbicidas* 12.2 (2013): 162-170. Disponível em: <http://rbherbicidas.com.br/index.php/rbh/article/view/201>. Acesso em 7 mar. 2023.
- GUNASEKARA, Amrith S. et al. The behavior of clomazone in the soil environment. **Pest Management Science: formerly Pesticide Science**, v. 65, n. 6, p. 711-716, 2009. Disponível em: [https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ps.1733?casa\\_token=DAqxWEZ1QaIAAAA%3AyMmwi9D2a9fRTJPFcxll40Bypx\\_fkxqKUqXUX0mmo4rVOaUPN96OaiX89ZI3axt2Il5t\\_gC38\\_0YseS](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ps.1733?casa_token=DAqxWEZ1QaIAAAA%3AyMmwi9D2a9fRTJPFcxll40Bypx_fkxqKUqXUX0mmo4rVOaUPN96OaiX89ZI3axt2Il5t_gC38_0YseS). Acesso em: 11 jun. 2024.
- HEAP, Ian. **The International Herbicide-Resistant Weed Database**. [S. l.], 3 jun. 2024. Disponível em: <https://weedsociety.org/Home.aspx>. Acesso em: 3 jun. 2024.
- HULME, Philip E. Weed resistance to different herbicide modes of action is driven by agricultural intensification. **Field Crops Research**, [S. l.], p. 1-10, 7 jan. 2023.

Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378429023000126>. Acesso em: 3 jun. 2024.

INOUE, Miriam Hiroko et al. Potencial de lixiviação de herbicidas utilizados na cana-de-açúcar em solos contrastantes. **Bioscience Journal**, p. 659-665, 2014.

Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/bcsDGYcYC3YydBzCKTDkLxr/#>. Acesso em: 11 jun. 2024.

JAREMTCHUK, C. C. et al. Efeito residual de flumioxazin sobre a emergência de plantas daninhas em solos de texturas distintas. **Planta Daninha**, v. 27, p. 191-196, 2009. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/pd/a/qZCW9ZXSrYDbncVnfyPQsFt/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 5 mai. 2023.

KARAM, D., et al. "**Características do herbicida tembotrione na cultura do milho.**" (2009). Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/658664/1/Circ129.pdf>. Acesso em: 05 jul. 2023.

LAZAROTO, Carlos Alberto; FLECK, Nilson Gilberto; VIDAL, Ribas Antonio. Biologia e ecofisiologia de buva (*Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis*). **Ciência Rural**, v. 38, p. 852-860, 2008. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/cr/a/xCrCKtc4Zt8YhPVpkG8dyjn/abstract/?lang=pt>. Acesso em 4 mai. 2023.

LIMA, Bruna Ferreira *et al.* REVISÃO SOBRE FATORES FÍSICOS E QUÍMICOS DOS HERBICIDAS NO SOLO, DESTACANDO O CONCEITO DE LIXIVIAÇÃO E SEU POTENCIAL. **Cultivando o futuro: tendências e desafios nas ciências agrárias 2**, [s. l.], 2023. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Kassio-Mendes-2/publication/377201332\\_REVISAO\\_SOBRE\\_FATORES\\_FISICOS\\_E\\_QUIMICOS\\_DOS\\_HERBICIDAS\\_NO\\_SOLO\\_DESTACANDO\\_O\\_CONCEITO\\_DE\\_LIXIVIAÇÃO\\_E\\_SEU\\_POTENCIAL/links/659c64260bb2c7472b3cb953/REVISAO-SOBRE-FATORES-FISICOS-E-QUIMICOS-DOS-HERBICIDAS-NO-SOLO-DESTACANDO-O-CONCEITO-DE-LIXIVIAÇÃO-E-SEU-POTENCIAL.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Kassio-Mendes-2/publication/377201332_REVISAO_SOBRE_FATORES_FISICOS_E_QUIMICOS_DOS_HERBICIDAS_NO_SOLO_DESTACANDO_O_CONCEITO_DE_LIXIVIAÇÃO_E_SEU_POTENCIAL/links/659c64260bb2c7472b3cb953/REVISAO-SOBRE-FATORES-FISICOS-E-QUIMICOS-DOS-HERBICIDAS-NO-SOLO-DESTACANDO-O-CONCEITO-DE-LIXIVIAÇÃO-E-SEU-POTENCIAL.pdf). Acesso em: 17 set. 2024.

LORENZI, Harri et al. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas.** 2014.

MACEDO, G. C. **Efeitos de sistemas de manejo pré-semeadura da soja sobre a dinâmica no solo e eficácia de herbicidas.** 2015. 112 f. 2015. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 2015. brasileira. Foz do Iguaçu: Parque Itaipu, 2015. 144p.

MACHADO, A.F.L. et al. Análise de crescimento de *Digitaria insularis* (L.) Fedde **Planta Daninha**, v.24, n.4, p.641-647, 2006. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/pd/a/bHx37yjt3XPPdTc9X8p6xBs/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 7 mar. 2023.

MELO, C. A. D. et al. **Efeito residual de sulfentrazone, isoxaflutole e oxyfluorfen em três solos.** *Planta daninha*, v. 28, p. 835-842, 2010.

MENDES, Kassio Ferreira; DA SILVA, Antonio Alberto. **Plantas daninhas: herbicidas.** Oficina de Textos, 2023.

MENDES, Kassio Ferreira; INOUE, Miriam Hiroko; TORNISIELO, Valdemar Luiz. **Herbicidas no ambiente: Comportamento e destino.** Editora UFV, 2022.

MONQUERO, P. A., et al. "**Eficiência de herbicidas pré-emergentes após períodos de seca.**" *Planta daninha* 26 (2008): 185-193.

- MONQUERO, Patricia Andrea et al. Mapas de infestação de plantas daninhas em diferentes sistemas de colheita da cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 26, p. 47-55, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/T7LQMchJGdLj7rbYsFNgY3y/?lang=pt>. Acesso em: 09 jun. 2024.
- MONQUERO, Patrícia Andrea; SILVA, P. V. Comportamento de herbicidas no ambiente. **Matologia: Estudos sobre Plantas Daninhas**, p. 253-294, 2021. Disponível em: [https://www.matologia.com/\\_files/ugd/1a54d2\\_3829fc6f7e9145f8bbdc7a2eeca4d4d3.pdf#page=253](https://www.matologia.com/_files/ugd/1a54d2_3829fc6f7e9145f8bbdc7a2eeca4d4d3.pdf#page=253). Acesso em: 06 mai. 2023.
- NOVAIS, Júlia Rodrigues et al. Potencial de lixiviação de pyroxasulfone e pyroxasulfone+ flumioxazin em solo submetidos à diferentes simulações de precipitação. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 1, p. 2800-2812, 2022.
- NOVAIS, J. R. .; INOUE, M. H. .; MENDES, K. F. .; DE ARAÚJO, D. V. .; GUIMARÃES, A. C. D. .; SOUZA, H. M. de L. .; SILVA, J. L. M. da . Residual effect of pyroxasulphone and pyroxasulphone + flumioxazin on contrasting soils: Efeito residual de pyroxasulfone e pyroxasulfone + flumioxazin em solos contrastantes. **Concilium**, [S. l.], v. 23, n. 5, p. 15–32, 2023. DOI: 10.53660/CLM-1034-23C50. Disponível em: <https://clium.org/index.php/edicoes/article/view/1035>. Acesso em: 11 jun. 2024.
- OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. Mecanismos de ação de herbicidas. In In: OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J. **Plantas Daninhas e seu manejo**. Guaíba, Agropecuária, 2001, p. 207-260.
- PACHECO, Lara Cristina Pereira da Silva et al. **Atividade de herbicidas pré-emergentes em solos do Cerrado, na presença e ausência de resíduos orgânicos**. 2017.
- PAULA, Dilma Francisca de. **Efeito residual de herbicidas aplicados na pré-emergência em três solos e controle da Galinsoga parviflora com oxyfluorfen, flumioxazin e linuron**. 2022. Disponível em: [https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFV\\_0ad0757c693643e67e3f5c3b2710c0da](https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFV_0ad0757c693643e67e3f5c3b2710c0da). Acesso em: 17 set. 2024.
- PEREIRA, Gustavo Antônio Mendes. **Comportamento do clomazone em solos tropicais**. 2016. 75 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2016. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/7799/1/texto%20completo.pdf>. Acesso em: 30 mai. 2023.
- PATEL, Felipe. **Eficiência agrônômica e persistência de herbicidas pré-emergentes na cultura da soja**. 2018. Disponível em: [https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UTFPR-12\\_b7b3600ccefa7cbc5f780d782c458de7](https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UTFPR-12_b7b3600ccefa7cbc5f780d782c458de7). Acesso em: 17 set. 2024.
- PERIM, Lucas et al. Eficácia do herbicida amicarbazone no controle em pós-emergência de espécies de corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia* e *Merremia cissoids*). **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 8, n. 1, p. 19-26, 2009.
- PICCININI, Fernando et al. Aplicações isoladas ou associadas de glifosato e saflufenacil para o controle de *Ipomoea triloba* e *Ipomoea purpurea*. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, 2012. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2012b/ciencias%20agrarias/aplicacoes%20isoladas.pdf>. Acesso em: 5 mai. 2023.

- PONCHIO, João Adolfo de Rezende. **Resistência de *Bidens pilosa* L. aos herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase**. 1997. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://www.academia.edu/download/83141626/PonchioJoaoAdolfoRezende.pdf>. Acesso em: 17 set. 2024.
- POSSAMAI, Ana C. S. et al. Potencial de lixiviação e efeito residual de amicarbazone em solos de texturas contrastantes. **Semina: Ciências Agrárias**, p. 2203-2210, 2013.
- SAVARIS, Q. M.; INOUE, M. H.; K. F. MENDES, MACIEL, C. D. G.; HELVIG, E. O. Determinação do efeito residual de indaziflam e amicarbazone em dois solos por meio de bioensaio. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 18, n. 3. 2019.
- SEBOK, F. G. O. **Sorção do herbicida indaziflam em diferentes materiais orgânicos no solo como estratégia que permita a germinação e desenvolvimento de sementes florestais**. 2024. Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2024.
- SILVA, A. A. et al. **Controle de plantas daninhas**. Brasília: Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior; Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 260 p.
- SILVA, A. A.; Vivian, R.; Oliveira Jr., R. S. **Herbicidas: comportamento no solo**. In: Silva, A. A.; Silva, J. F. Tópicos em manejo de plantas daninhas. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2007. 367 p.
- SILVA, PAULO VINICIUS DA; MONQUERO, Patrícia Andrea; MUNHOZ, William Sanches. Controle em pós-emergência de plantas daninhas por herbicidas utilizados na cultura da cana-de-açúcar. **Revista Caatinga**, v. 28, p. 21-32, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/RHd4CNRzKs74hgXYByTWbBC/?lang=pt>. Acesso em: 12 mai. 2023.
- SOUZA, D. W. B. - **Uso de imagens aéreas na detecção de plantas daninhas em cana-de-açúcar** - 2024, 50f - Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2024.
- TOLEDO, REB et al. Dinamic (Amicarbazone), novo herbicida seletivo para o controle de plantas daninhas em pré e pós emergência na cultura da cana-de-açúcar. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS**. 2004. p. 245-249.
- VAN SCOY, A.R., TJEERDEMA, R.S. (2014). Environmental Fate and Toxicology of Clomazone. In: Whitacre, D. (eds) Reviews of Environmental Contamination and Toxicology. **Reviews of Environmental Contamination and Toxicology**, vol 229. Disponível em: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-03777-6\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-319-03777-6_3). Acesso em: 08 jun. 2024.
- VARGAS, L. et al. Buva (*Conyza bonariensis*) resistente ao glyphosate na região sul do Brasil. **Planta Daninha**, v. 25, p. 573-578, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/hGWJxhMh6R8FprV8L7W3pcR/?format=html#>. Acesso em 04 mai. 2023.
- VARGAS, Leandro, et al. **"Resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil: histórico, distribuição, impacto econômico, manejo e prevenção."** (2016). Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1048114/1/ID436792016cap20LVglyphosate.pdf>. Acesso em: 06 jul. 2023.
- YAMASHITA, Oscar Mitsuo; GUIMARÃES, Sebastião Carneiro. RESISTÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS AO HERBICIDA GLYPHOSATE. **Varia Scientia Agrárias**, [s.

l.], v. 3, ed. 1, p. 189-215, 2013. Disponível em:  
file:///C:/Users/55199/Downloads/vs\_editor,+Gerente+da+revista,+varia\_v3n1\_pags+  
189-215.pdf. Acesso em: 7 mar. 2023.