

**VINÍCIUS PEDROSO DE LIMA**

**EFICIÊNCIA DE HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES NO CONTROLE DE  
VASSOURINHA-DE-BOTÃO (*Spermacoce verticillata* L.) EM PRÉ-SEMEADURA  
DA SOJA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Defesa Sanitária Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Francisco Cláudio Lopes de Freitas

**VIÇOSA – MINAS GERAIS  
2023**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

L732e  
2023

Lima, Vinícius Pedroso de, 1994-  
Eficiência de herbicidas pré-emergentes no controle de  
vassourinha-de-botão (*Spermacoce verticillata* L.) em  
pré-semeadura da soja / Vinícius Pedroso de Lima. —  
Viçosa, MG, 2023.

1 dissertação eletrônica (41 f.): il. (algumas color.).

Orientador: Francisco Cláudio Lopes de Freitas.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de  
Viçosa,  
Departamento de Agronomia, 2023.

Referências bibliográficas: f. 33-41.

DOI:

<https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2023.494>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Herbicidas - Toxicologia. 2. Ervas daninhas - Controle.  
3. *Glycine max*. 4. Soja - Doenças e pragas. I. Freitas, Francisco  
Cláudio Lopes de, 1968-. II. Universidade Federal de Viçosa.  
Departamento de Agronomia. Programa de Pós-Graduação em  
Defesa Sanitária Vegetal. III. Título.

CDD 22. ed. 632.954


VINÍCIUS PEDROSO DE LIMA

**EFICIÊNCIA DE HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES NO CONTROLE DE VASSOURINHA-DE-BOTÃO (*Spermacoce verticillata* L.) EM PRÉ-SEMEADURA DA SOJA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Defesa Sanitária Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.


APROVADA: 03 de maio de 2023.

Assentimento:

Documento assinado digitalmente  
 VINÍCIUS PEDROSO DE LIMA  
Data: 23/08/2023 15:02:26-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Vinícius Pedroso de Lima  
Autor

Documento assinado digitalmente  
 FRANCISCO CLAUDIO LOPES DE FREITAS  
Data: 24/08/2023 05:50:36-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Francisco Cláudio Lopes de Freitas  
Orientador

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por me dar saúde e por me permitir fazer parte de uma família maravilhosa que sempre me apoia em meus sonhos.

Aos meus pais, Antônio Pedroso de Lima e Rosângela Cristina Müller de Lima e irmãos, Leonardo Müller de Lima e Thaís Pedroso de Lima, por me apoiarem sempre, por me ensinarem a acreditar em mim e por não medir esforços para proporcionar o melhor a nossa família.

Ao meu orientador, Francisco Cláudio Lopes de Freitas, pela orientação e ensinamentos na execução desse trabalho.

A equipe de desenvolvimento de produtos e pesquisa da Sumitomo Chemical, por me ajudarem na elaboração e desenvolvimento dessa pesquisa.

À Universidade Federal de Viçosa, por me dar a oportunidade de realizar o sonho de obter o título de Mestre em uma universidade pública de qualidade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

A todos que torcem e acreditam em mim e que de alguma forma contribuiu para a conclusão de mais uma etapa em minha vida, muito obrigado!

## RESUMO

LIMA, Vinícius Pedroso, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, maio de 2023. **Eficiência de herbicidas pré-emergentes no controle de vassourinha-de-botão (*Spermacoce verticillata* L.) em pré-semeadura da soja.** Orientador: Francisco Cláudio Lopes de Freitas.

Um dos maiores desafios enfrentados em áreas de cultivo de soja no Brasil é o controle de plantas daninhas da espécie *Spermacoce verticillata* L. (vassourinha-de-botão), por se tratar de uma espécie tolerante ao herbicida glyphosate, o qual é amplamente utilizado na dessecação em pré-plantio e em pós-emergência na soja transgênica resistente ao referido herbicida. Diante do exposto, objetivou-se com esta pesquisa, avaliar a eficiência de herbicidas pré-emergentes, aplicados na pré-semeadura da soja, isolados e em misturas, no controle da vassourinha-de-botão, bem como a seletividade para a cultura da soja. Os ensaios foram conduzidos à campo na Fundação Rio Verde, em Lucas do Rio Verde-MT, no delineamento de blocos casualizados (DBC), com quatro repetições. Os tratamentos avaliados foram: diclosulam ( $0,035 \text{ Kg ha}^{-1}$ ), a mistura comercial imazethapyr + flumioxazin em variação de dose ( $0,5$  e  $0,6 \text{ L ha}^{-1}$ ), flumioxazin + s-metolaclor em mistura de tanque ( $0,15 + 0,9 \text{ L ha}^{-1}$ ) e mistura comercial ( $1,2 \text{ L ha}^{-1}$ ), s-metolaclor ( $1,5 \text{ L ha}^{-1}$ ), sulfentrazone + diuron em mistura comercial ( $1,4 \text{ L ha}^{-1}$ ), piroxasulfona + flumioxazin em mistura comercial ( $0,25 \text{ L ha}^{-1}$ ), sulfentrazone + imazethapyr em mistura comercial ( $1,0 \text{ L ha}^{-1}$ ) e testemunha sem herbicidas. As variáveis avaliadas foram a eficiência de controle, número de plantas de vassourinha-de-botão ( $\text{m}^2$ ), seletividade para a cultura da soja aos 7, 21 e 35 dias após aplicação (DAA), e produtividade da soja. Constatou-se que os tratamentos com o flumioxazin em mistura com outros, apresentaram os melhores resultados de controle de vassourinha-de-botão em pré-semeadura da soja, são eles: imazethapyr + flumioxazin, flumioxazin + s-metolaclor e piroxasulfona + flumioxazin. A soja não apresentou fitotoxidez. Em relação a produtividade, os resultados obtidos são condizentes com o nível de controle das plantas daninhas. Os resultados possibilitaram melhor posicionamento e segurança para recomendação do controle químico da vassourinha-de-botão.

**Palavra-chave:** Planta daninha. Fitotoxicidade. *Glycine max*.

## ABSTRACT

LIMA, Vinícius Pedroso, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, May, 2023. **Pre-emergent Herbicide Efficacy in false Buttonweed (*Spermacoce verticillata* L.) Control during Soybean Pre-seeding.** Adviser: Francisco Cláudio Lopes de Freitas.

One of the greatest challenges faced in soybean cultivation areas in Brazil is the control of weeds of the species *Spermacoce verticillata* L. (false buttonweed), due to its tolerance to the herbicide glyphosate, which is widely used in pre-plant desiccation and post-emergence in glyphosate-resistant transgenic soybean. The objective of this research was to evaluate the efficacy of pre-emergent herbicides, applied in soybean pre-seeding, both individually and in mixtures, for controlling false buttonweed, as well as their selectivity for the soybean crop. Field trials were conducted at Fundação Rio Verde in Lucas do Rio Verde-MT, using a randomized complete block design (RCBD) with four replications. The evaluated treatments were: diclosulam ( $0.035 \text{ kg ha}^{-1}$ ), the commercial mixture of imazethapyr + flumioxazin at varying doses ( $0.5$  and  $0.6 \text{ L ha}^{-1}$ ), flumioxazin + s-metolachlor in tank mixture ( $0.15 + 0.9 \text{ L ha}^{-1}$ ) and commercial mixture ( $1.2 \text{ L ha}^{-1}$ ), s-metolachlor ( $1.5 \text{ L ha}^{-1}$ ), sulfentrazone + diuron in commercial mixture ( $1.4 \text{ L ha}^{-1}$ ), piroxasulfone + flumioxazin in commercial mixture ( $0.25 \text{ L ha}^{-1}$ ), sulfentrazone + imazethapyr in commercial mixture ( $1.0 \text{ L ha}^{-1}$ ), and a control without herbicides. The evaluated variables included control efficiency, number of emerged false buttonweed plants per  $\text{m}^2$ , soybean crop selectivity at 7, 21, and 35 days after application (DAA), and soybean yield. The treatments containing flumioxazin in mixture with others showed the best results for false buttonweed control in soybean pre-seeding, namely: imazethapyr + flumioxazin, flumioxazin + s-metolachlor, and piroxasulfone + flumioxazin. Regarding phytotoxicity, no phytotoxic effects were observed on the soybean crop. As for yield, the results were consistent with the level of weed control. The obtained results allowed for a more accurate positioning and safety in recommending chemical control of false buttonweed.

**Keywords:** Weed. Phytotoxicity. *Glycine max*.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2.1 PLANTAS DANINHAS.....	10
2.2 VASSOURINHA-DE-BOTÃO ( <i>Spermacoce verticillata</i> ).....	11
2.3 PERÍODO CRÍTICO DE COMPETIÇÃO.....	12
2.4 MÉTODOS DE CONTROLE.....	13
2.4.1 CONTROLE PREVENTIVO.....	13
2.4.2 CONTROLE CULTURAL.....	14
2.4.3 CONTROLE FÍSICO/MECÂNICO.....	14
2.4.4 CONTROLE QUÍMICO.....	15
2.5 HERBICIDAS PÓS-EMERGENTES.....	15
2.6 HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES.....	15
2.7 MECANISMOS DE AÇÃO DOS HERBICIDAS RECOMENDADOS PARA CONTROLE DA <i>Spermacoce verticillata</i> .....	17
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
5. CONCLUSÕES.....	31
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

## 1. INTRODUÇÃO

A soja é uma das fontes de proteína vegetal mais importantes e indispensáveis na alimentação humana e animal, devido ao seu valor nutritivo. A sua heterogeneidade em exigências climáticas e a abrangência de cultivares, justificam o uso intensivo e possibilita sua exploração em quase todo planeta. A soja, é a oleaginosa que mais cresceu em área no Brasil nas últimas décadas, chegando a ocupar uma área plantada de 49% da área cultivada com grãos (MAPA, 2014).

O Brasil se destaca no cenário mundial, muito em razão das tecnologias disponíveis para os tratamentos culturais que permitem reduzir perdas na produtividade. Na safra 2021/22, o Brasil liderou como o maior produtor e exportador de soja no mundo, ocupando uma área plantada de 41,49 milhões de hectares, produção de 125,54 milhões de toneladas e rendimento médio de 3026 Kg ha<sup>-1</sup>. Na safra atual 2022/23, estima-se uma crescente área de 4,7%, atingindo 43,45 milhões de hectares e produção estimada de 21,6% em relação à safra anterior, atingindo uma produção destaque de 152,72 milhões de toneladas. A produtividade do ciclo 2022/23, possui estimativa de recuperação em relação a última safra após os problemas climáticos registrados nos estados do sul do país e em parte do Mato Grosso do Sul, estimando-se um crescente de 16,1%, podendo atingir um rendimento médio de 3514 Kg/ha (CONAB, 2022).

O controle das plantas daninhas é considerado um dos maiores desafios no manejo da cultura da soja, pois a interferência destas pode originar grandes prejuízos econômicos, comprometendo a produtividade. Prejuízos que podem atingir níveis de até 90% de perda, se não for adotado nenhum controle (BLANCO et al., 1973). Vidal et al. (2013), constatou que mesmo após manejar plantas daninhas na cultura, são verificados prejuízos de 5 a 25% na produtividade em cultivos de soja, que podem ser consequências de um manejo incorreto dos defensivos agrícolas, como quantidade e época inadequada de aplicação, além de demonstrar que, isoladamente, o controle químico não apresenta eficiência em sua totalidade.

A competição entre plantas daninhas e cultura, é considerado um dos principais fatores pela redução na produção de soja, quando comparados a ataques de pragas e patógenos. Além de competirem por recursos do ambiente, as plantas daninhas são capazes de liberar substâncias alelopáticas, interferir no rendimento operacional e são hospedeiras de uma infinidade de insetos, nematóides e patogênicos, ocasionando

reduções nos índices produtivos da soja que podem ocasionar perdas próximas a 80% (GAZZIERO et al., 2004).

A capacidade competitiva das plantas daninhas, diminui à medida que o sombreamento das entrelinhas aumenta, ocasionado pelo fechamento do dossel da cultura (EMBRAPA, 2002). O grau de interferência das plantas daninhas, depende da época em que a competição está ocorrendo e do período em que está competindo com a cultura de interesse, além das condições edafoclimáticas, manejos empregados e de fatores relacionados a própria planta daninha e a cultura (PITELLI et al., 1985).

As plantas daninhas têm como características a rápida germinação e crescimento inicial, sistema radicular abundante, grande capacidade de absorção de água e nutrientes do solo, eficiência no uso da água e disseminação de sementes. São características das plantas daninhas que resultam em sua alta capacidade de competição com as culturas de interesse pelos recursos do ambiente (LOCATELLY e DOLL, 1977).

Segundo Silva et al. (2009) e Vollman et al. (2010), em resposta a competição para melhor captação da luz solar, as plantas de soja tendem a aumentar o crescimento vertical para promover o sombreamento das plantas daninhas, resultando em um menor acúmulo de massa seca, área foliar e alterações morfológicas que refletem na redução da produtividade.

A vassourinha-de-botão (*Spermacoce verticillata* L.), é considerada um problema em cultivos de soja transgênica por apresentar tolerância ao herbicida glyphosate (LIMA JÚNIOR et al., 2017). Em pré-plantio, na dessecação, e em pós-emergência da cultura, o manejo com glyphosate ainda é muito utilizado na soja transgênica (MINOZZI et al., 2014). O seu uso excessivo e a não rotação de princípios ativos de modos de ação distintos, ocasionou a seleção de biótipos resistentes (BURNSIDE, 1992). Nesse sentido, um dos fatores que tem sido determinante no manejo de plantas daninhas é o uso de herbicidas pré-emergentes que apresentam efeito residual (MILLER et al., 1995).

O uso de herbicidas em pré-emergência tem a finalidade de controlar a germinação e emergência das plantas daninhas, evitando que à mesma cause prejuízo à cultura de interesse. Persistem com atividade residual até a cultura se estabelecer, evitando a interferência precoce.

Herbicidas pré-emergentes, possuem uma diversidade de uso, podendo ser aplicados em preparo de solo convencional e plantio direto (VARGAS et al., 2006).

Entretanto, para seu perfeito funcionamento, é necessário entender a relação dos herbicidas com as características físico-químicas do solo, como a textura e teor de matéria orgânica e das condições climáticas que precedem e sucedem a aplicação, como temperatura e precipitação pluviométrica (MONQUERO et al., 2009).

O objetivo deste trabalho, foi avaliar a eficiência dos herbicidas pré-emergentes no controle da *Spermacoce verticillata* L., aplicados em pré-plantio da cultura da soja, bem como avaliar a seletividade desses herbicidas e a produtividade da cultura da soja.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 PLANTAS DANINHAS

Plantas daninhas são aquelas que ocorrem em local não desejado pela atividade humana e que quando presentes em áreas agrícolas, interferem negativamente nas culturas de interesses econômico, afetando o rendimento operacional, o rendimento médio e/ou a qualidade do produto colhido, reduzindo o seu valor comercial, podendo chegar à perda total da lavoura (FONTES et al., 2003).

Para o crescimento adequado, as plantas daninhas necessitam dos mesmos fatores requeridos pelas culturas, como a água, luz, nutrientes e espaço, estabelecendo assim, a competição, quando ambas estão presentes em um mesmo local (VASCONCELOS et al., 2012).

As plantas daninhas apresentaram maior capacidade germinativa e melhor aptidão de crescimento e reprodução em condições adversas, como déficit hídrico, salinidade, solos ácidos ou alcalinos e temperaturas desfavoráveis quando comparada com a maioria das culturas (VASCONCELOS et al., 2012).

As plantas daninhas comumente levam vantagem na competição por serem mais adaptadas às condições adversas do ambiente, e por apresentarem grande produção de sementes. Além disso, o melhoramento genético das espécies cultivadas, visam aumentar a produtividade e aspectos relacionados à qualidade do produto colhido, resultando, muitas vezes, em perdas na capacidade competitiva (LORENZI et al., 2008).

Com habilidades maiores no acúmulo de nutrientes em seus tecidos, as plantas daninhas possuem conteúdo médio de 3,5 vezes mais potássio, 3,3 vezes mais magnésio, duas vezes mais nitrogênio, 7,6 vezes mais cálcio e 1,6 vezes mais fósforo em relação a plantas cultivadas (LORENZI et al., 2008). Vale ressaltar que esses valores são variáveis de acordo com a espécie, exigências e capacidade dessas em absorvê-los.

Algumas espécies de plantas daninhas são, também, capazes de liberar substâncias alelopáticas, podendo causar prejuízos como inibição da germinação, falhas no estande de plantas, falta de vigor vegetativo, clorose das folhas, deformação das raízes e em casos extremos, levar a morte de plântulas das culturas (BEDIN et al., 2006).

Além de impactar negativamente o rendimento médio das lavouras e aumentar os custos de produção, as plantas daninhas, de forma direta e indireta, dificultam e inviabilizam operações de tratos culturais e colheita, atuam como hospedeiras alternativas para pragas, doenças e nematóides (CHAVES et al., 2003).

Dessa forma, para definir o melhor ou mais eficiente método de controle, é fundamental a identificação e o conhecimento das características das espécies de plantas daninhas presentes em áreas de interesse agrícola.

## **2.2 VASSOURINHA-DE-BOTÃO (*Spermacoce verticillata* L.)**

Vulgarmente conhecida como vassourinha-de-botão (*Spermacoce verticillata* L.), pertencente à família Rubiaceae, é nativa da América tropical e está presente em outras regiões do mundo (CHIQUERI et al., 2004).

É uma planta C3, classificada como perene simples. Sua reprodução acontece exclusivamente via semente, sendo estas do tipo fotoblásticas positiva. Sua germinação ocorre em temperaturas de 20 a 35°C. Suas estruturas reprodutivas são produzidas em grande quantidade, beneficiando a sua dispersão (MARTINS et al., 2008).

É considerada uma planta rústica que se desenvolve em solos ácidos e alcalinos (KISSMAN e GROTH, 2000). Possui hábito semi-prostrado ou ereto, podendo atingir de 30 a 80 cm de altura. Possui muitas ramificações e aparência cespitosa. O caule é cilíndrico na parte basal e possui os ramos tetrágonos, com pilosidade curta e abundante. As folhas são lisas e glabras de coloração verde intensa, folhas simples, sem pecíolo, dispostas de forma verticilada nos vários nós. As flores em geral são brancas e a raiz é pivotante (ANDRADE JUNIOR et al., 2020).

Espécies de *Spermacoce* spp., apresentam alta interferência negativa na produtividade em culturas agrícolas, sendo plantas com alto potencial de formarem grandes infestações (FONTES e TONATO, 2016). Está amplamente distribuída nas lavouras brasileiras, apresentando tolerância ao herbicida glyphosate (CHRISTOFFOLETI e CARVALHO, 2009).

A dificuldade no manejo da vassourinha-de-botão, têm despertado atenção aos produtores rurais, principalmente no cerrado brasileiro, em razão da alta incidência e dificuldade de controle, mesmo com uso de herbicidas (PACHECO et al., 2016).

### 2.3 PERÍODO CRÍTICO DE COMPETIÇÃO

Dentro do conceito de manejo das plantas daninhas, o conhecimento do período crítico para prevenção da interferência (PCPI) é fundamental para definir práticas de manejo. O PCPI está compreendido entre o período anterior a interferência (PAI), que é aquele em que, a partir da emergência da cultura, em que esta pode conviver com as plantas daninhas sem reduções na sua produtividade e o período total de prevenção da interferência (PTPI), que é o período a partir do qual as plantas infestantes que emergirem não vão mais afetar negativamente a cultura. Portanto, o PCPI é o período em que efetivamente a cultura deve ser mantida na ausência das plantas daninhas (PITELLI e DURIGAN, 1984).

O período crítico é determinado por meio de dois conjuntos de tratamentos experimentais, segundo Swanton, Nkoa e Blackshaw (2015), em que no primeiro as plantas daninhas se desenvolvem junto à cultura, cujo objetivo é determinar o período máximo que uma cultura pode tolerar as infestações antes da ocorrência de perdas de rendimento, definido como período anterior à interferência (PAI). Já no segundo conjunto de tratamentos, a cultura é mantida livre das plantas daninhas, com o objetivo de determinar o período em que a cultura deve ser mantida livre das plantas daninhas para evitar perda de rendimento, definido como período total de prevenção à interferência (PTPI). O controle de plantas daninhas nesses intervalos específicos de tempo podem ser realizados de forma mecânica ou química.

Diversos autores, têm determinado o período crítico de interferência das plantas daninhas para as culturas, tendo-se observado que estes não ocorrem de forma similar e que diversos fatores estão envolvidos na interação entre a cultura, a comunidade infestante e o ambiente. Isso ocorre, porque as condições de desenvolvimento, bem como as características das cultivares utilizadas e as composições específicas das plantas daninhas, são diferentes (PITELLI et al., 1984). Além disso, as diferentes metodologias usadas em análises estatísticas e interpretação dos dados, contribuem para a grande variabilidade de informações sobre o assunto.

Com relação às condições de desenvolvimento, a presença de restos culturais sobre a superfície do solo, podem impactar em mudanças na composição da comunidade de plantas daninhas, pois a cobertura morta, exerce forte influência física, química e biológica sobre a germinação das plantas daninhas (BUZATTI et al., 1999).

No tocante às cultivares, em decorrência do vigor, ciclo e arquitetura das plantas, também podem influenciar na composição da comunidade de plantas daninhas (LAMEGO et al., 2004).

Fatores como adubação, épocas de cultivo, sistemas de irrigação, espaçamento entre linhas, cultivares e densidade de plantas daninhas, alteram os períodos de interferência de plantas daninhas em culturas (SOUZA et al., 2020).

A adubação fosfatada (P), por exemplo, foi capaz de alterar o período crítico de interferência de plantas daninhas em alface. Odero e Wright (2013) relataram que o PCPI das plantas daninhas foi estimado entre 15-48, 16-40 e 20-36 dias após o transplante, em razão da quantidade de P aplicado no plantio das mudas de alface (93, 196 e 293 kg P ha<sup>-1</sup>, respectivamente).

Para a cultura da soja, há diversos trabalhos relacionados ao PCPI. Para Meschede (2002), utilizando o proposto por Pitelli e Durigan (1984), observou que a partir da emergência da cultura da soja, o período total de prevenção à interferência (PTPI) foi de 44 dias e a duração do período que antecede a interferência (PAI) foi de 17 dias, demonstrando a necessidade da eliminação das plantas daninhas no período de 17 a 44 dias, dentro do período crítico de prevenção de interferência (PCPI), para que a cultura possa expressar todo o seu potencial produtivo. Para cada dia de ausência de *Euphorbia heterophylla* na cultura da soja, entre 5 e 44 dias após a emergência da cultura (DAE), houve ganho diário de produtividade de 7,27 kg ha<sup>-1</sup>. No entanto, a convivência de plantas daninhas com a soja após 17 DAE resultou numa perda diária de 5,15 kg ha<sup>-1</sup> em termos de produtividade de grãos.

## **2.4 MÉTODOS DE CONTROLE**

O controle de plantas daninhas consiste em reduzir sua capacidade competitiva no ambiente, sem necessariamente eliminar ou erradicá-las. Estas devem ser controladas, usando-se um ou mais métodos, como o preventivo, cultural, físico, mecânico, biológico e químico. Para melhor controle, devemos utilizar o manejo integrado em detrimento do uso isolado de algum dos métodos de controle.

### **2.4.1 CONTROLE PREVENTIVO**

O controle preventivo tem por objetivo a não introdução de propágulos, proveniente de outros locais, ou impedir a reprodução de plantas daninhas de difícil controle, em áreas não infestadas por estas. Essa prática é de suma importância em

casos de espécies tolerantes e biótipos resistentes a herbicidas, pois a introdução de plantas de difícil controle significa acréscimo significativo no custo de controle, além de impactar na produtividade e rendimento operacional.

São considerados controle preventivo de plantas daninhas, toda e qualquer medida a fim de evitar a sua introdução, reprodução e disseminação. O uso de sementes certificadas, limpeza de maquinários e implementos agrícolas e controle de plantas daninhas em bordaduras, são exemplos de controle preventivo (SILVA et al., 1999), além de medidas legislativas, como fiscalização em campos de produção de sementes e mudas e fiscalização da introdução de espécies vegetais em aeroportos, portos, etc.

#### **2.4.2 CONTROLE CULTURAL**

O controle cultural consiste em adotar práticas que permitam o melhor desenvolvimento e crescimento da cultura de interesse econômico, bem como práticas que dificultem a germinação e o estabelecimento das plantas daninhas. A escolha varietal, a adubação da área de acordo com a análise de solo, a rotação de culturas, a época de semeadura, densidade de plantas e a profundidade da semente plantada, são exemplos de controle cultural (AGOSTINETTO et al., 2015).

#### **2.4.3 CONTROLE FÍSICO/MECÂNICO**

Consiste em uso de equipamentos e/ou implementos que erradicam ou limitam o desenvolvimento das plantas daninhas, como a enxada fixa, rotativa, roçadeiras e outros implementos. Apresentam como vantagens a economia em relação ao controle químico, aumenta a aeração e a infiltração da água e controla plantas daninhas não combatidas por herbicidas. As principais desvantagens, consistem na ineficiência de controle das plantas daninhas na linha de plantio; pode danificar o sistema radicular, resultando em redução do estande e em período chuvoso, é ineficiente, além de favorecer a erosão (FOSTER, 1991; FLECK, 1992; SILVA et al., 1999). Além disso, a pressão de seleção sobre espécies favorecidas por este método de controle, pode ser considerado uma desvantagem.

No sistema de plantio direto, a palhada exerce controle físico para o desenvolvimento e estabelecimento das plantas daninhas, podendo também liberar substâncias alelopáticas, que impedem e/ou limitam o seu desenvolvimento (AGOSTINETTO et al., 2015).

#### **2.4.4 CONTROLE QUÍMICO**

Em razão da sua eficiência, o uso de herbicidas têm sido uma das principais ferramentas no controle de plantas daninhas. O uso de herbicidas em associações em pré ou pós-emergência, aumenta o espectro de controle, diminui o custo de produção, reduz a pressão de seleção e minimiza a seleção de biótipos resistentes. Em associações a outros métodos de controle, são suficientes para viabilizar vantagens competitivas para a cultura da soja durante o período crítico de competição (AGOSTINETTO et al., 2015).

A eficiência, praticidade e rapidez na operação, o controle em condições adversas e o não revolvimento do solo, são as principais vantagens do controle químico. Ao passo que, o custo elevado, a possibilidade de toxicidade ao meio ambiente, solo, alimentos e a seleção de biótipos resistentes quando não utilizado da maneira correta, são indicados como desvantagens desse método de controle.

#### **2.5 HERBICIDAS PÓS-EMERGENTES**

É a aplicação realizada após a emergência das plantas daninhas e antes que estas interfiram no desenvolvimento da cultura. Os herbicidas pós-emergentes são pouco afetados pelas características do solo, permitem aplicação localizada, reduzem erosão quando usados no plantio direto e podem ser usados também no plantio convencional (AGOSTINETTO et al., 2015).

O clima é um fator limitante para o sucesso na aplicação desses herbicidas. Aplicações com ventos fortes (superior a 10 km/h), resulta em perdas por deriva, levando as gotículas de herbicida a alcançar áreas com culturas sensíveis, podendo causar prejuízos. A baixa umidade relativa do ar (ideal de 70 a 90%) desidrata a cutícula, resultando na evaporação da gota sobre a superfície foliar e na cristalização do produto, dificultando a absorção da molécula. Altas temperaturas (ideal de 20 a 30°C) pode resultar em perdas por volatilização e evaporação. Aplicações com temperaturas baixas, ou em plantas estressadas, o metabolismo da planta pode ser reduzido e ter a absorção do herbicida dificultado (AGOSTINETTO et al, 2015).

#### **2.6 HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES**

Os herbicidas pré-emergentes ou herbicidas de efeito residual, são aplicados ao solo logo após a semeadura da cultura ou após sua emergência, antes da germinação das plantas daninhas e, possui o objetivo de controlar as plantas

daninhas, persistindo-se ao solo, em tempo e concentrações necessárias, antes dessa estabelecer um processo competitivo com a cultura e resultar em prejuízos econômicos e operacionais (ALBRECHT, 2019).

De forma operacional, os herbicidas pré-emergentes apresentam vantagens na economia de tempo, maquinário, combustível e podem ser usados no plantio direto e convencional (AGOSTINETTO et al., 2015).

A principal vantagem dos herbicidas pré-emergentes, é garantir maiores vantagens competitivas a cultura, possibilitando essa desenvolver-se e estabelecer-se no ambiente antes do estabelecimento das plantas daninhas (AGOSTINETTO et al., 2015). Ajudam a reduzir o banco de sementes das plantas daninhas e permite que a reentrada com aplicações em pós-emergência sejam menores. Além disso, quando associados aos demais métodos de controle, diminui a pressão de seleção de biótipos resistentes (ALBRECHT, 2019).

As interações entre os atributos do solo, como textura, teor de matéria orgânica, CTC e as características dos herbicidas como solubilidade em água, constante de partição octanol água (Kow), volatilidade (pressão de vapor) e as interações entre as características do herbicida e do solo, como capacidade de sorção, tempo de meia-vida (persistência), potencial de lixiviação e ainda as condições ambientais, como umidade do solo, temperatura, intensidade e precipitação pluviométrica, interferem diretamente na eficácia dos herbicidas pré-emergentes. Em razão disso, em algumas situações, o herbicida pré-emergente pode proporcionar controle insatisfatório (AGOSTINETTO et al., 2015).

O controle de plantas daninhas por meio da aplicação de herbicidas deve ser realizado de forma criteriosa, uma vez que o uso de herbicidas em excesso e sem a recomendação de um profissional qualificado, aumenta a pressão de seleção de espécies tolerantes e biótipos resistentes a herbicidas, reduzindo a eficiência dos herbicidas (VARGAS; ROMAN, 2006). Sendo assim, o uso de herbicidas pré-emergentes, de forma consciente e associados a outros métodos de controle, são necessários para o controle de plantas daninhas, especialmente para plantas de difícil controle, como é o caso da vassourinha-de-botão (*Spermacoce verticillata*), objeto desse estudo.

## **2.7 MECANISMOS DE AÇÃO DOS HERBICIDAS RECOMENDADOS PARA CONTROLE DA *Spermacoce verticillata***

O local primário onde um herbicida atua, que normalmente é a inibição da enzima/proteína na célula, está relacionado ao mecanismo ou sítios de ação de um herbicida e a sequência de eventos que leva a planta à morte ou inibição celular, é o modo de ação do herbicida (SENSEMAN, 2007). Portanto, o modo de ação, é o efeito final expressado pela planta após a aplicação de um herbicida. Herbicidas classificados em uma mesma família, possuem o mesmo mecanismo de ação e apresentam translocações pela planta e sintomas de injúrias semelhantes (EMBRAPA, 2008).

Entre os mecanismos de ação dos herbicidas pré-emergentes utilizados nesse estudo para o controle de plantas daninhas eudicotiledôneas, se destacam os inibidores da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX), inibidores da acetolactato sintase (ALS), inibidores do Fotossistema II (FSII) e inibidores da síntese de ácidos graxos de cadeia longa (VLCFAs).

Os herbicidas do mecanismo de ação PROTOX, incluem uma diversidade de herbicidas comercializados como o acifluorfen, carfentrazone, flumicloraque, flumioxazin, fomesafen, lactofen, oxadiazon, oxyfluorfen, saflufenacil e sulfentrazone. Os herbicidas desse mecanismo interagem na planta inibindo a ação da enzima PROTOX, responsável pela oxidação de protoporfirinogênio à protoporfirina IX, precursores da clorofila. Com a inibição da PROTOX, o protoporfirinogênio é acumulado, resultando na oxidação não-enzimática e peroxidação de proteínas e lipídeos, ocasionando em perda da clorofila, carotenoides e no rompimento das membranas (OLIVEIRA JÚNIOR, 2011).

Os sintomas da ação dos inibidores da PROTOX, são decorrentes dos efeitos desencadeados pelas formas reativas de oxigênio. Os sintomas são rápido branqueamento, dessecação e necrose de tecidos das plantas. A evolução dos sintomas geralmente ocorre em até 2 dias após a aplicação dos herbicidas. O desencadeamento de necrose pelas formas reativas de oxigênio não está bem esclarecida, podendo ser a uma rápida destruição de todas as membranas das células, provocando, portanto, a morte celular (KILINC et al., 2009).

Os sintomas são variáveis em função da espécie vegetal, pois espécies distintas desenvolvem mecanismos de tolerância diferenciados aos herbicidas

(FAUSEY e RENNER, 2000). Também dependem de condições do ambiente, como a disponibilidade de radiação solar, pois são herbicidas dependentes de luz. Os sintomas são variáveis ainda em função da concentração que atinge o alvo. A aplicação de subdoses, resulta no branqueamento foliar sem necessariamente provocar a morte da planta, ao passo que a aplicação da dose recomendada resulta na rápida necrose e morte da planta (KILINC et al., 2009). O tecido foliar em contato com o solo tratado, sofrem necrose e posterior morte da planta, causados pela peroxidação de lipídeos (OLIVEIRA JÚNIOR, 2011).

Os herbicidas inibidores da ALS, constituem um dos maiores e mais importantes grupos de herbicidas comercializados. A inibição da ALS, precursor na produção de aminoácidos ramificados (leucina, valina e isoleucina), resulta na morte das plantas. Em plantas sensíveis, ocorre a inibição do crescimento, desenvolvimento de clorose e/ou arroxamento foliar dentro de sete a dez dias após a aplicação do herbicida. As folhas das plantas em emergência, podem aparecer arroxeadas ou deformadas. Na presença de resíduo no solo, pode ocorrer a inibição do crescimento das raízes laterais. Em eudicotiledôneas, ocorre a necrose do meristema apical (OLIVEIRA JÚNIOR, 2011). São exemplos desse grupo os herbicidas imazethapyr, imazaquim, imazapyr, imazapic, imazamox, clorimurrom, nicossulfuron, cloransulam, diclosulam, entre outros.

Os herbicidas inibidores do transporte de elétrons são chamados de inibidores da fotossíntese (FSII). A fotossíntese é inibida pela ligação do herbicida ao sítio de ligação Qb (plastoquinona b), resultando no bloqueio do transporte de elétrons de Qa (plastoquinona a) para Qb. Como consequência, a produção de ATP e NADPH<sub>2</sub> são bloqueados, mas a morte das plantas sensíveis está relacionada à peroxidação de lipídeos e proteínas, que acontece pela inibição do fluxo de elétrons, gerando um estado enérgico da clorofila (clorofila triplet), que em consequência, resulta na formação de radicais livres e danos às membranas, desintegrando células e organelas (OLIVEIRA JÚNIOR, 2011). São exemplos desse grupo os herbicidas diuron, linuron, thidiazuron, tebuthiuron, atrazine, metribuzin, bentazon, propanil, entre outros.

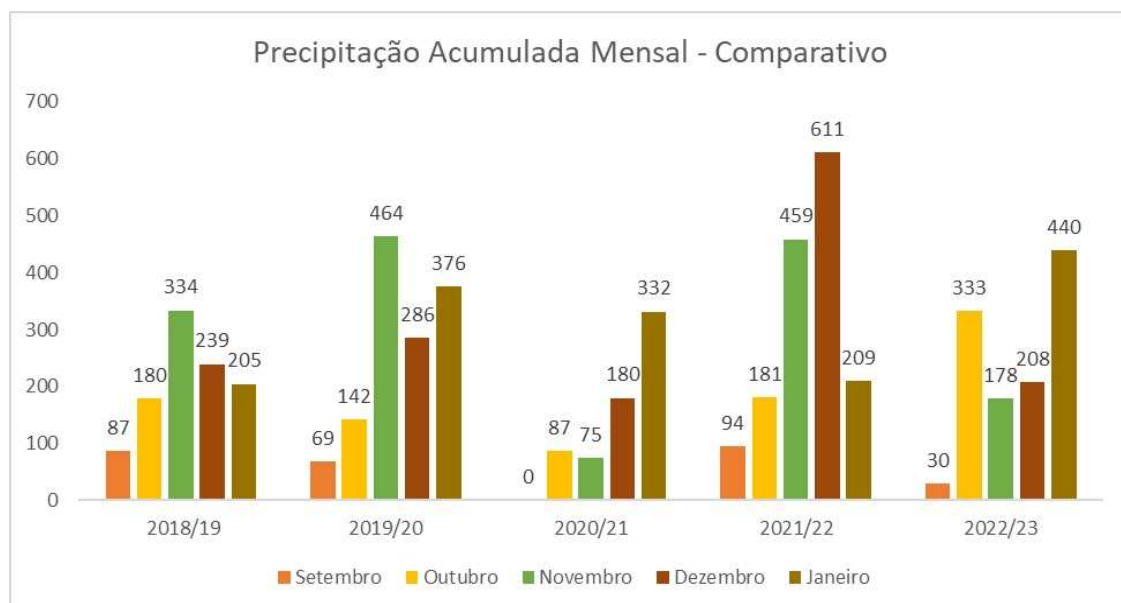
Os herbicidas inibidores da síntese de ácidos graxos de cadeia longa (VLCFAs), proporcionam controle em gramíneas e algumas eudicotiledôneas. A ação fitotóxica, é resultante da inibição da síntese de proteínas nos meristemas apicais (parte aérea e raízes), resultando na paralisação da divisão celular e aumento de tamanho das células, inibindo o crescimento das raízes e da parte aérea (OLIVEIRA

JÚNIOR, 2011). São exemplos desse grupo os herbicidas s-metolachlor, aloclhor, acetoclhor e piroxasulfona.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido entre 20 de outubro de 2021 a 19 de fevereiro de 2022, utilizando o banco de sementes de vassourinha-de-botão (*Spermacoce verticillata*) e condições edafoclimáticas presente na própria área da Fundação Rio Verde em Lucas do Rio Verde-MT. A variedade de soja cultivada, foi a Brasmex Bônus IPRO®, semeada com 12 sementes por metro linear em plantio direto. Como forma de controle e preparo da área, evitando interferência de plantas daninhas adultas, foi utilizada a dose de 1.620 g e.a. ha<sup>-1</sup> do herbicida glyphosate em todos os tratamentos. Os herbicidas pré-emergentes e suas combinações, foram aplicados logo após a semeadura da soja em plante-aplique. Vale ressaltar, que para melhor eficiência dos herbicidas, foi adicionado óleo mineral a 0,5% v/v em todos os tratamentos.

Os índices de precipitação pluviométrica mensal para os meses de setembro a janeiro, para os anos agrícolas 2018/19, 2019/20, 2020/21, 2021/22 e 2022/23 estão apresentados na Figura 1.



**Figura 1:** Médias pluviométricas na unidade experimental da Fundação Rio Verde em Lucas do Rio Verde-MT. Fonte: Fundação Rio Verde.

O solo da área experimental da Fundação Rio Verde, é classificado como latossolo vermelho eutrófico de textura muito argilosa (40% de argila). Em relação a fertilidade do solo na área experimental, foram coletadas amostras de solo a uma

profundidade de 20 cm. As amostras foram coletadas de forma aleatória, de acordo com a recomendação, resultando na análise química, observado na Tabela 1.

**Tabela 1:** Análise química da área experimental.

DETERMINAÇÕES		METODOLOGIA		AMOSTRA 101127
P	Mehlich	mg/dm <sup>3</sup>	Mehlich	53,37
M.O.	Oxidação	g/dm <sup>3</sup>	IAC	44
pH	CaCl <sub>2</sub>	-	IAC	5,5
pH H <sub>2</sub> O	Água	-	Embrapa	6,2
pH em SMP	SMP	-	IAC	6,89
Ca	NH <sub>4</sub> Cl 1M	mmolc/dm <sup>3</sup>	IAC	41,09
Mg	NH <sub>4</sub> Cl 1M	mmolc/dm <sup>3</sup>	IAC	13,18
H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup>	Tampão SMP	cmolc/dm <sup>3</sup>	-	1,65
Al <sup>3+</sup>	KCl	cmolc/dm <sup>3</sup>	IAC	0,07
H <sup>+</sup>	Cálculo	cmolc/dm <sup>3</sup>	IAC	1,58
S	Fosfato de Cálcio	mg/dm <sup>3</sup>	IAC	17,47
B	Água quente	mg/dm <sup>3</sup>	IAC	0,215
Cu	Mehlich	mg/dm <sup>3</sup>	Mehlich	2,922
Mn	Mehlich	mg/dm <sup>3</sup>	Mehlich	15,65
Fe	Mehlich	mg/dm <sup>3</sup>	Mehlich	42,86
Zn	Mehlich	mg/dm <sup>3</sup>	Mehlich	8,295
K	Mehlich	mg/dm <sup>3</sup>	Mehlich	74,67
Ca+Mg	-	cmolc/dm <sup>3</sup>	-	5,4
Ca+Mg / K	Cálculo	-	-	28,6
K	Mehlich	cmolc/dm <sup>3</sup>	Mehlich	0,19
S.B.	Cálculo	cmolc/dm <sup>3</sup>	IAC	5,62
C.T.C.	Capacidade de Troca Catiônica	cmolc/dm <sup>3</sup>	IAC	7,27
Al/CTC	Cálculo	%	-	1
V	Cálculo	%	IAC	77
m%	Cálculo	%	IAC	1,23
Ca na CTC	Cálculo	%	IAC	56,52
H na CTC	Cálculo	%	IAC	2,17
Mg na CTC	Cálculo	%	IAC	18,13
K na CTC	Cálculo	%	IAC	2,61
Ca/K	Cálculo	-	-	21,63
Mg/K	Cálculo	-	-	6,9
m%	Cálculo	%	IAC	1
Ca/Mg	Cálculo	-	-	3,12
t Efetiva	Capacidade de Troca Catiônica	cmolc/dm <sup>3</sup>	IAC	5,69

Laboratório: Solum. Laudo analítico de amostras de solo para fertilidade.

O ensaio foi conduzido em delineamento em blocos casualizados (DBC), com quatro repetições, sendo 9 tratamentos com herbicidas, uma testemunha sem

herbicidas e um tratamento com aplicação de glyphosate em pós-emergência aos 14 DAA dos tratamentos em pré-emergência (Tabela 2). Esse tratamento, representa uma situação que ainda é muito encontrado em nossa região, onde o produtor rural utiliza apenas o glyphosate em pré e pós-emergência da cultura, sem o uso de herbicidas pré-emergentes. Cada unidade experimental foi composta por seis fileiras de soja com seis metros de comprimento, espaçadas de 0,50 m, totalizando uma área de 18 m<sup>2</sup> cada tratamento.

**Tabela 2.** Relação dos tratamentos avaliados.

TRATAMENTO	INGREDIENTE ATIVO	DOSE g i.a./e.a. ha <sup>-1</sup>
1	Testemunha	-
2	Diclosulam	29,4
3	Imazethapyr + flumioxazin*	100 + 50
4	Imazethapyr + flumioxazin*	120 + 60
5	Flumioxazin + s-metolachlor	75 + 864
6	S-metolachlor	1.440
7	Sulfentrazone + diuron*	245 + 490
8	Piroxasulfona + flumioxazin*	50 + 50
9	Sulfentrazone + imazethapyr	300 + 80
10	Flumioxazin + s-metolachlor*	50 + 1.008
11	Glyphosate em pós emergência	1.620

Foi adicionado 0,5% v/v de Agris® (óleo mineral). \* mistura comercial. Os demais são misturas em tanque.

A aplicação dos herbicidas foi realizada utilizando pulverizador costal pressurizado por CO<sub>2</sub>, equipado com barra de pulverização com 6 pontas de pulverização modelo 110015-AD espaçadas em 0,5 m, mantido a pressão de 40 Psi, a 0,50 m do solo e volume de calda de 150 L ha<sup>-1</sup>. No momento da aplicação, a umidade relativa e temperatura do ar foi de 63,0% e 30,1°C, respectivamente.

Aos 7, 21 e 35 dias após aplicação (DAA), foram realizadas as avaliações de controle, através de notas atribuídas as injúrias das plantas que variaram de 0 (ausência de sintomas) a 100% (morte da planta) de acordo com o método de Frams, 1986. Essa avaliação, foi realizada através da contagem de plantas de vassourinha-de-botão emergidas em um esquadro de 1 m<sup>2</sup> por tratamento.

Por meio da observação visual, a fitotoxicidade foi avaliada até os 35 dias após a semeadura, com atribuição de notas de acordo com os sintomas apresentados pelas plantas de soja.

As notas representam a média de quatro repetições e foram atribuídas com base na escala de notas da European Weed Research Council (EWRC), onde as escalas representaram as definições: sem danos (1); pequenas alterações (descoloração, deformação) em algumas plantas (2); pequenas alterações (descoloração, deformação) em muitas plantas (3); forte descoloração (amarelecimento) ou pequena deformação, sem necrosar o tecido (4); necrose de algumas folhas e deformação em folhas e brotos (5); necrose em mais de 50% das folhas e brotos deformados (6); necrose em mais de 80% das folhas e brotos destruídos (7); danos extremamente graves (8); morte da planta (9).

Com os pesos obtidos da trilhagem das parcelas coletadas, foi determinado a produtividade da soja em cada tratamento.

Os dados foram submetidos a análise de variância ANOVA ( $p \leq 0,05$ ), sendo  $F$  significativo, foram submetidos ao teste Tukey ao nível de 5% de significância, sendo utilizado o programa estatístico Rbio®.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As condições climatológicas com bons índices de precipitação pluviométrica (Figura 1), que aliado às características adequadas do solo da área experimental (Tabela 1), proporcionaram níveis de crescimento e desenvolvimento adequado dos cultivos.

Os dados relativos à porcentagem de controle de vassourinha-de-botão e a sua taxa de emergência aos 7, 21 e 35 DAA, estão apresentados nas Tabelas 3 e 4, respectivamente. Verifica-se aos 7 DAA, que os tratamentos com o flumioxazin em mistura com os herbicidas imazethapyr, s-metolachlor e piroxasulfona, além das misturas comerciais sulfentrazone + diuron, sulfentrazone + imazethapyr e o s-metolachlor em aplicação isolada, não diferiram entre si, onde apresentaram menor taxa de emergência de plantas de vassourinha-de-botão e controle eficiente, com índices próximos ou superiores a 80%. Entretanto, aos 7 DAA, o tratamento com diclosulan apresentou maior taxa de emergência de plantas de vassourinha de botão e índice de controle na casa dos 60%, que segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, para que um herbicida seja considerado eficaz e viável, a média de controle de plantas daninhas deve ser no mínimo 80% (MAPA, 2017).

**Tabela 3:** Porcentagem de controle de vassourinha-de-botão aos 07, 21 e 35 dias após a aplicação (DAA).

Tratamentos	7DAA	21DAA	35DAA
Testemunha	00,00 c*	00,00 d	00,00 e
Diclosulan (29,4 g i.a ha <sup>-1</sup> )	61,50 b	21,00 bc	21,75 c
Imazethapyr+flumioxazin (100 + 50 g i.a ha <sup>-1</sup> )	88,50 a	84,00 a	70,25 b
Imazethapyr+flumioxazin (120 + 60 g i.a ha <sup>-1</sup> )	100,00 a	89,25 a	74,75 ab
Flumioxazin+s-metolachlor (75 + 864 g i.a ha <sup>-1</sup> )	100,00 a	94,25 a	81,00 a
S-metolachlor (1440 g i.a ha <sup>-1</sup> )	82,85 ab	9,00 cd	10,25 de
Sulfentrazone+diuron (245 + 490 g i.a ha <sup>-1</sup> )	86,50 a	10,50 cd	14,50 cd
Piroxasulfona+flumioxazin (50 + 50 g i.a ha <sup>-1</sup> )	100,00 a	89,25 a	73,25 ab
Sulfentrazone+imazethapyr (300 + 80 g i.a ha <sup>-1</sup> )	79,75 ab	26,50 b	19,75 cd
Flumioxazin+s-metolachlor (50 + 1008 g i.a ha <sup>-1</sup> )	100,00 a	86,25 a	72,75 ab
CV (%)	12,49	11,08	10,08

\*Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 4:** Taxa de emergência de plantas de vassourinha-de-botão/m<sup>2</sup> aos 7, 21 e 35 dias após a aplicação (DAA).

<b>Tratamentos</b>	<b>7DAA</b>	<b>21DAA</b>	<b>35DAA</b>
Testemunha	13,00 c*	552,00 c	951,00 d
Diclosulan (29,4 g i.a ha <sup>-1</sup> )	4,75 b	434,00 bc	741,00 cd
Imazethapyr+flumioxazin (100 + 50 g i.a ha <sup>-1</sup> )	1,25 ab	88,75 a	283,25 a
Imazethapyr+flumioxazin (120 + 60 g i.a ha <sup>-1</sup> )	0,00 a	58,25 a	242,00 a
Flumioxazin+s-metolachlor (75 + 864 g i.a ha <sup>-1</sup> )	0,00 a	35,72 a	179,00 a
S-metolachlor (1440 g i.a ha <sup>-1</sup> )	2,25 ab	500,75 bc	854,00 cd
Sulfentrazone+diuron (245 + 490 g i.a ha <sup>-1</sup> )	1,75 ab	493,00 bc	811,00 cd
Piroxasulfona+flumioxazin (50 + 50 g i.a ha <sup>-1</sup> )	0,00 a	56,00 a	255,33 a
Sulfentrazone+imazethapyr (300 + 80 g i.a ha <sup>-1</sup> )	1,75 ab	332,00 b	636,25 bc
Flumioxazin+s-metolachlor (50 + 1008 g i.a ha <sup>-1</sup> )	0,80 a	123,80 a	359,80 ab
CV (%)	60,38	29,82	23,94

\*Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Aos 21 DAA, os tratamentos com o flumioxazin em mistura com os herbicidas imazethapyr, s-metolachlor e piroxasulfona, mantiveram a performance da avaliação anterior com baixa taxa de emergência e eficiência de controle com índices superiores a 80%, não diferindo entre si (Tabelas 3 e 4). As características físico-químicas desses herbicidas associadas as condições ambientais e principalmente a umidade do solo, pode ser a resposta pela ascensão no controle destes herbicidas.

No entanto, aos 21 DAA, os tratamentos com as misturas comerciais s-metolachlor, sulfentrazone + diuron, sulfentrazone + imazethapyr e o diclosulam, apresentaram elevada taxa de emergência de plantas de vassourinha-de-botão e consequentemente redução nas porcentagens de controle, com índices abaixo de 30% (Tabelas 3 e 4).

O tratamento com imazethapyr em mistura com a sulfentrazone, não demonstrou a mesma eficiência quando em mistura com a flumioxazin. Tal fato é explicado em razão de algumas situações e que associações entre herbicidas podem apresentar efeitos sinérgicos ou antagônicos, podendo prejudicar ou potencializar o controle (TREZZI, 2005). Esse comportamento pode ser observado dos 7 aos 35 DAA.

A dissipação do imazethapyr, ocorre em sua maioria, até os 60 dias após aplicação e a degradação microbiana é o principal mecanismo dissipador deste herbicida no solo (LOUX et al., 1989). A persistência desse herbicida no solo está diretamente relacionada com a umidade, grau de sorção e temperatura (RENNER et al., 1988; OLIVEIRA JÚNIOR et al., 1999). Em condições laboratoriais, esse herbicida

apresentou maior dissipação entre 25 e 35 °C (BRANDÃO et al., 2014). Em razão disso, o controle observado no tratamento imazethapyr + flumioxazin deve-se, principalmente ao seu efeito sinérgico com o flumioxazin, visto que, o imazethapyr em mistura com a sulfentrazone, apresentou uma redução na porcentagem de controle.

No ambiente, a sulfentrazone apresenta persistência variável de acordo com a textura de solo, de 121 dias para solos arenosos e 302 dias, para solos argilosos. Sua elevada atividade residual, pode persistir por anos no solo e ocasionar lesões de culturas sensíveis em sucessão (MELO et al., 2017). A sulfentrazone é estável em meio ácido, porém, suscetível a hidrólise em meio alcalino (OLIVEIRA et al., 2014). Apresenta baixa volatilidade em solo e água e sua mobilidade está diretamente relacionada com o pH do solo, tendo um grande potencial de lixiviação dependente do pH e textura (USEPA, 1997). Em pH elevado sua capacidade de adsorção é reduzida (SHANER, 2012).

A composição do solo e teor de matéria orgânica também interfere na degradação desse herbicida (PASSOS et al., 2015). A sua degradação ocorre primeiramente pela atividade microbiana. Esse processo pode ser influenciado pela umidade e temperatura, uma vez que esses fatores afetam a proliferação desses organismos. Em condições de umidade e temperatura adequada, ocorre o aumento da atividade microbiana, resultando no aumento da degradação dos herbicidas (MARTINEZ et al., 2008). Além disso, a luminosidade intensa pode resultar em degradação do produto por fotólise (CHRISTOFFOLETI et al., 2009).

Com base nas informações de pH de 6,2 e teor de matéria orgânica de 44 g dm<sup>-3</sup> da área experimental (Tabela 1), associados a elevada precipitação pluviométrica, principalmente a chuvas torrenciais registrados no mês de outubro (figura 1), pode ter resultado na degradação mais rápida do herbicida sulfentrazone, conseqüentemente reduzindo o seu percentual de controle, sendo observado nos tratamentos em misturas comerciais com diuron e imazethapyr, a partir dos 21 DAA.

O herbicida diuron, apresenta alta persistência no solo e baixa solubilidade em água (RODRIGUES e ALMEIDA, 2011). É fortemente adsorvido pelos colóides de argila ou matéria orgânica (Inoue et al., 2008), principalmente através de ligações hidrofóbicas entre a molécula do herbicida com matéria orgânica (GONZALES et al., 1998; LIU et al., 2010). A principal via de degradação do diuron no solo é a atividade microbiana (CARACCILO et al., 2005). Segundo CARACCILO et al. (2005,) a meia-vida desse herbicida, é de 15 e 129 dias em solo esterilizado e não esterilizado,

respectivamente, demonstrando a relevância da atividade microbiana na degradação desse herbicida.

Aos 35 DAA, os tratamentos com o flumioxazin em mistura com os herbicidas imazethapyr, s-metolachlor e piroxasulfona, mantiveram a performance das avaliações anteriores, resultando em baixa taxa de emergência e elevado percentual de controle com índices próximos e superior a 80% (Tabelas 3 e 4).

Entretanto, aos 35 DAA, os tratamentos diclosulam, s-metolachlor e as misturas comerciais sulfentrazone + diuron e sulfentrazone + imazethapyr, repetiram o baixo percentual de controle da avaliação anterior, com índices abaixo de 30% (Tabela 3). Embora tenham registro de bula para controle dessa espécie, o baixo percentual de controle pode ser respondido em razão da elevada taxa de emergência de plantas de vassourinha-de-botão (Tabela 4).

Nesse ensaio, a mistura de tanque de flumioxazin + s-metolachlor, obteve as maiores médias de controle para vassourinha-de-botão, dos 7 aos 35 DAA, mostrando interação sinérgica quando usados em combinações. A adição do s-metolachlor nessa mistura, incrementou ainda mais a eficiência de controle, o que pode ser explicado pela sua ação de controle nas demais espécies de plantas daninhas presentes na área.

A importância da flumioxazin para o controle dessa planta daninha, fica ainda mais notório quando comparado a mistura comercial de flumioxazin + s-metolachlor, onde a mistura de tanque, nas doses comerciais recomendadas, entregou maiores quantidades de g i.a ha<sup>-1</sup>, resultando em maior percentual de controle e conseqüentemente redução na taxa de emergência de plantas de vassourinha-de-botão (Tabelas 3 e 4). Em condições a campo, são relatados resultados de controle satisfatórios com uso de herbicidas inibidores da PROTOX, como a flumioxazin, que em mistura com o glyphosate, têm apresentado controle superior desta espécie (OLIVEIRA JÚNIOR, 2021).

Já o diclosulam apresenta meia-vida de 60 a 90 dias, variando em razão do solo e clima (LAVORENTI et al., 2003). No solo, a sua sorção é influenciada principalmente pela umidade e matéria orgânica. Apresenta rápida degradabilidade e a sua degradação é principalmente microbiana (RODRIGUES e ALMEIDA, 1998).

A atividade microbiana é influenciada pelo pH, umidade, temperatura e sistema de manejo, as quais também afetam a degradação de herbicidas no solo. De maneira simplificada, com o aumento do pH, maior a atividade microbiana e maior a

disponibilidade de nutrientes às células microbianas (CATTELAN e VIDOR, 1990). Além de influenciar a atividade microbiana, o pH pode impactar diretamente na mobilidade do diclosulam (LAVORENTI et al., 2003), já que esse é classificado como produto de alta solubilidade ou solubilidade média (AGROFIT, 2021). Por essas razões, isso pode explicar o fato desse herbicida ter apresentado elevada taxa de emergência de plantas de vassourinha-de-botão e baixo percentual de controle, desde os 7 DAA.

Para o s-metolachlor, aplicado isoladamente, o baixo controle pode ser respondido pelo seu mecanismo de ação mais eficaz no controle de gramíneas em pré-emergência (RODRIGUES et al., 2011). Esse herbicida é afetado diretamente pela lixiviação, que pode percolar verticalmente de 15 a 20 cm no solo, quando simulado uma precipitação de 60 a 80 mm (INOUE et al., 2010). A atividade microbiana também é responsável por influenciar na persistência do s-metolachlor no solo (PIETIKAINEN et al., 2005). A sua meia-vida, varia de 100 a 6 dias, a 5°C e a 35°C, respectivamente (DINELLI et al., 2000).

O baixo percentual de controle do tratamento com s-metolachlor, aplicado isoladamente, pode ser elucidado em razão as altas temperaturas e ao acúmulo pluviométrico na região, cujo fatores influenciam diretamente a persistência deste herbicida no solo. Acredita-se que, o elevado percentual de controle, em mistura comercial ou mistura de tanque, seja resultante do efeito sinérgico entre os princípios ativos ou em razão da eficiência destacada da flumioxazin para essa espécie. Apesar disso, o s-metolachlor é considerado uma boa ferramenta de controle para espécies monocotiledôneas, cujo controle tem sido ineficiente quando usado somente o glyphosate.

Os dados relativos à fitotoxicidade dos herbicidas para a cultura da soja aos 7, 21 e 35 DAA, estão apresentados na Tabela 5. Verifica-se aos 7 e 35 DAA, que as plantas de soja nos tratamentos avaliados, visualmente não apresentaram sintomas de fitotoxicidade. Somente aos 14 DAA, os tratamentos com flumioxazin + imazethapyr, flumioxazin + s-metolachlor, flumioxazin + piroxasulfona, sulfentrazone + imazethapyr e s-metolachlor apresentaram pequenas alterações na coloração de algumas folhas dos novos trifólios, recuperando-se totalmente aos 35 DAA.

**Tabela 5:** Notas visuais de fitotoxicidade dos herbicidas pré-emergentes as plantas de soja.

<b>Tratamentos</b>	<b>7DAA</b>	<b>21DAA</b>	<b>35DAA</b>
Testemunha	1 a*	1 a	1 a
Diclosulan (29,4 g i.a ha <sup>-1</sup> )	1 a	1 a	1 a
Imazethapyr+flumioxazin (100 + 50 g i.a ha <sup>-1</sup> )	1 a	1 a	1 a
Imazethapyr+flumioxazin (120 + 60 g i.a ha <sup>-1</sup> )	1 a	2 b	1 a
Flumioxazin+s-metolachlor (75 + 864 g i.a ha <sup>-1</sup> )	1 a	2 b	1 a
S-metolachlor (1440 g i.a ha <sup>-1</sup> )	1 a	2 b	1 a
Sulfentrazone+diuron (245 + 490 g i.a ha <sup>-1</sup> )	1 a	1 a	1 a
Piroxasulfona+flumioxazin (50 + 50 g i.a ha <sup>-1</sup> )	1 a	2 b	1 a
Sulfentrazone+imazethapyr (300 + 80 g i.a ha <sup>-1</sup> )	1 a	2 b	1 a
Flumioxazin+s-metolachlor (50 + 1008 g i.a ha <sup>-1</sup> )	1 a	2 b	1 a
CV (%)	0	0	0

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para os tratamentos avaliados com os herbicidas pré-emergentes seletivos para a cultura da soja, não houve diferenças visuais para as demais variáveis analisadas como estande, altura de plantas, sintomas de clorose e necrose nas plantas de soja. Esses resultados demonstram que, para as doses comerciais recomendadas, os tratamentos utilizados foram seguros e seletivos para uso em pré-emergência na cultura da soja nas condições edafoclimáticas avaliadas.

Entretanto, é importante salientar que os mesmos herbicidas testados podem apresentar comportamentos diversos em outras áreas, pois a seletividade dos herbicidas é determinada por fatores distintos, muitos desses ligados às características dos herbicidas, como dose e formulação, às características das plantas, como espécie e cultivar, a absorção, translocação e metabolismo diferencial (OLIVEIRA; INOUE, 2001). As condições climáticas, antes e após as aplicações e as características físicas, químicas e biológicas do solo, como textura, pH e teor de matéria orgânica, também podem interferir no comportamento dos herbicidas pré-emergentes (BLANCO et al., 2015).

Os dados relativos produtividade em kg ha<sup>-1</sup> e em sacas ha<sup>-1</sup> estão apresentados na Tabela 6. A diferença entre a maior produtividade em relação a testemunha, foi de 9,72 sc ha<sup>-1</sup>. Os tratamentos não diferiram entre si. Todavia, seguiram uma tendência positiva em relação ao nível de controle, onde os tratamentos com maiores percentuais de controle aos 35 DAA, obtiveram excelentes produtividades (Tabela 3). Entretanto, os tratamentos sulfentrazone + diuron e sulfentrazone + imazethapyr, por alguma razão desconhecida, foram as únicas

exceções onde o baixo percentual de controle aos 35 DAA, contrariou a sua elevada produtividade.

**Tabela 6:** Produtividade em Kg ha<sup>-1</sup> e Sc ha<sup>-1</sup>.

<b>Tratamentos</b>	<b>produt. (kg ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Produt. (sc ha<sup>-1</sup>)</b>
Testemunha	3785,5 a*	63,08 a
Diclosulan (29,4 g i.a ha <sup>-1</sup> )	3970,0 a	66,16 a
Imazethapyr+flumioxazin (100 + 50 g i.a ha <sup>-1</sup> )	4368,3 a	72,80 a
Imazethapyr+flumioxazin (120 + 60 g i.a ha <sup>-1</sup> )	4243,8 a	70,72 a
Flumioxazin+s-metolachlor (75 + 864 g i.a ha <sup>-1</sup> )	4235,0 a	70,58 a
S-metolachlor (1440 g i.a ha <sup>-1</sup> )	4035,7 a	67,25 a
Sulfentrazone+diuron (245 + 490 g i.a ha <sup>-1</sup> )	4309,8 a	71,82 a
Piroxasulfona+flumioxazin (50 + 50 g i.a ha <sup>-1</sup> )	4140,6 a	69,00 a
Sulfentrazone+imazethapyr (300 + 80 g i.a ha <sup>-1</sup> )	4295,5 a	71,58 a
Flumioxazin+s-metolachlor (50 + 1008 g i.a ha <sup>-1</sup> )	4148,0 a	69,12 a
Glyphosate em pós emergência	3951,4 a	65,85 a
CV (%)	9,50	8,59

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Embora não tenham diferido estatisticamente, as diferenças de produtividade entre os tratamentos podem interferir comercialmente na tomada de decisão do produtor rural no momento da compra.

Com o intuito de exemplificar uma situação comum ainda encontrada a campo, foi trilhado o tratamento denominado “glyphosate em pós-emergência”, onde aos 14 dias após o plantio (DAP), foi realizado apenas a aplicação do herbicida glyphosate na dose de 1620 g i.a ha<sup>-1</sup>. O resultado obtido apresentou incremento de 2,77 sc ha<sup>-1</sup>, em relação a testemunha.

## 5. CONCLUSÕES

- Os tratamentos com misturas de flumioxazin foram eficientes no controle de vassourinha-de-botão.
- Os herbicidas avaliados são seletivos e seguros para uso em pré-plantio na cultura da soja.
- Não houve diferença estatísticas entre os tratamentos em relação a produtividade, entretanto, as plantas não controladas podem aumentar a dificuldade e o custo de controle na safra seguinte.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINETTO, D. **Manejo de plantas daninhas**. 2015. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1022693>.
- ALBRECHT, L. **Quais os critérios para a utilização dos pré-emergentes?** Equipe Mais Soja, Curitiba, Pr, v. 1, n. 1, p. 1-3, 26 nov. 2019. Disponível em: <https://maissoja.com.br/quais-os-criterios-para-a-utilizacao-dos-pre-emergentes-2/>.
- ANDRADE JUNIOR, E.J. **Controle químico de *Spermacoce verticillata* em pré-  
semeadura de soja**. 2020. 33 f. Dissertação (Graduação em Mestrado Profissional em Bioenergia e Grãos) – IFG Rio Verde, 2020.
- BALKE, N.E. **Herbicide effects on membrane functions**, volume 11, 1985.
- BEDIN, C. et al. **Efeito alelopático de extrato de *eucalyptuscitriodorana* germinação de sementes de tomate (*lycopersicumesculentumm*)**. Revista Científica Eletônica De Agronomia. ano 5, n. 10, dez. 2006 – Periódico Semestral.
- BLANCO, F. M. G.; RAMOS, Y. G.; SCARSO, M. F.; JORGE, L. A. D. C. **Determining the Selectivity of Herbicides and Assessing Their Effect on Plant Roots - A Case Study with Indaziflam and Glyphosate Herbicides**. In: PRICE, A.; KELTON, J.; SARUNAITTE, L. (Ed.). *Herbicides, Physiology of Action, and Safety*.
- BLANCO, H.G., OLIVEIRA, D.A., ARAUJO, G.B.M., et al. **Observações sobre o período em que as plantas daninhas competem com a soja (*Glycine max*)**. O Biológico, São Paulo, n. 38, p. 31-35, 1973.
- BRADY, N.C and WEIL, R.R. **Elementos da Natureza e Propriedades dos Solos**. Tradução técnica: Igo Fernando Lepsch. Editora Bookman, 3ª ed. 685 p. Porto Alegre, RS, 2013.
- BRANDÃO, C.; CAMARGO, R. E.; ROSA, M. M.; ÁVILA, L. A. D. **Efeito da temperatura e umidade do solo na persistência de imidazolinonas**. Disponível em: [https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2014/CA\\_02297.pdf](https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2014/CA_02297.pdf).
- BURNSIDE, O. C. **Rationale for developing herbicide-resistant crops**. *Weed Technology, Champaign*, v. 6, n. 3, p. 621-25, 1992.

BUZATTI, W. J. S. **Controle de plantas daninhas no sistema de plantio direto na palha.** In: PAULETTI, V.; SEGANFREDO, R. Plantio direto: atualização tecnológica. São Paulo: Fundação Cargill/Fundação ABC, 1999.p.97-111.

CHAVES, A. L. R. et al. Erigonbonariensis: **hospedeira alternativa do lettucesmosaic vírus no Brasil.** Fitopatologia Brasileira, v. 28, n. 3, p. 307-311, 2003.

CHIQUIERI A., Di MAIO F.R., PEIXOTO A.L. **A distribuição geográfica da família Rubiaceae Juss.** Na Flora Brasiliensis de Martius. Rodriguésia.

CHRISTOFFOLETI, P. J., CARVALHO, S. J. P. **Adaptadas, espécies infestantes resistem a herbicidas.** Visão Agrícola, n. 9, p. 123-125, 2009.

CHRISTOFFOLETI, PEDRO JACOB et al. **Comportamento dos herbicidas aplicados ao solo na cultura da cana-de-açúcar.** Piracicaba: CP, v. 2, p. 72, 2009.

COBUCCI, T. et al. **Efeito residual de herbicidas em pré-plantio do feijoeiro, em dois sistemas de aplicação em plantio direto e sua viabilidade econômica.** Planta Daninha, v.22, n.4, 2004.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira. Safra Brasileira de Grãos.** Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>.

DALAZEN G. et al. **Sinergismo na combinação de glifosato e saflufenacil para o controle de buva.** Citado em: e-ISSN 1983-4063 - [www.agro.ufg.br/pat](http://www.agro.ufg.br/pat) - Pesq. Agropec. Trop., Goiânia, v. 45, n. 2, p. 249-256, abr./jun. 2015.

DINELLI, G. et al. **Comparison of the persistence of atrazine and metolachlor under field and laboratory conditions.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 48, n. 7, p. 3017-3043, 2000.

DURIGAN, r.c., VICTORIA FILHO, R.; MATUO, T.; PITELLI, R. **Períodos de matocompetição na cultura da soja (Glycine max (L.) Merrill), cultivares santa rosa e IAC-2. I - efeitos sobre os parâmetros de produção.** Planta Daninha, n. 2, p. 86-100, 1983.

EATON, B.J.; RUSS, O.G.; FELTNER, K.C. **Competition of velvetleaf, prickly sida a Venice mallow in soybeans.** Weed Science, v. 24, p. 224-228, 1976.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Erva-quente (Spermacoce latifolia)**, 2021. Disponível em: <http://panorama.cnpms.embrapa.br/plantasdaninhas/identificacao/folhaslargas/erva-quente-spermacoce-latifolia>.

EMBRAPA, 2008. MARCHI. G; MARCHI, E. C. S; GUIMARÃES, T.G; **Herbicidas: mecanismos de ação e uso**. Documento 227.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA - EMBRAPA. **Tecnologias de produção da soja – região Central do Brasil – 2003**. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste: ESALQ, 2002.

FAUSEY, J. C.; RENNER, K. A. **Physiological basis for CGA-248757 and flumiclorac selectivity in five plant species**. Weed Sci., v. 48, n. 4, p. 405-411, 2000.

FLECK, N.G. **Princípios do controle de plantas daninhas**. Porto Alegre: UFRGS, 1992.

FONTES, J.R.A.; TONATO, F. **Acúmulo de Nutrientes por vassourinha-de-botão (Spermacoce verticillata), Planta Daninha de Pastagens na Amazônia**. (Circular Técnica n.54). Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2016.

FONTES, José. R. A. **Manejo Integrado de Plantas Daninhas**. Documentos 113. Planaltina. dez. 2003.

FOSTER, R. **Controle das plantas invasoras na cultura do milho**. Campinas, SP: Fundação Cargill, 1991. 46 p.

GARCIA A, Pipolo AE, Lopes ION, Portugal FAF. **Instalação da lavoura de soja: época, cultivares, espaçamento e população de plantas**. (Circular Técnica, n. 51). Londrina, PR, 2007.

GAZZIERO L.P.D., Vargas L., Roman E.S. **Manejo e controle de plantas daninhas em soja**. In: VARGAS, L.; ROMAN, E.S. Manual e controle de plantas daninhas.

GONZALEZ, E. et al. **Sorption and leaching of diuron on natural and peat-amended calcareous soil from Spain**. Water Research, v.32, n.9, p.2814-2820, 1998.

HAGER, A.; NORDBY, D. **Herbicide persistence and how to test for residues in soils.** In: BISSONNETTE. S. Illinois agricultural pest management handbook. Chicago: University of Illinois extension, 2004. p.343-350.

HARRIS, T.; RITTER, R.L. **Giant green foxtail (*Setaria viridis* var. *major*) and fall panicum (*Panicum dichotomiflorum*) competition in soybeans (*Glycine max*).** Weed Science, v. 235, p. 663-668, 1987.

HULTING, A. G. et al. Soybean (*Glycine max*) **cultivars tolerance to sulfentrazone.** Crop Protec., v. 20, n. 8, p. 679-683, 2001.

INOUE, M. H. et al. **Potencial de lixiviação de herbicidas utilizados na cultura do algodão em colunas de solo.** Planta Daninha, v. 28, n. 4, p. 825-833, 2010.

KILINC, O; **Pesticide Biochemistry and Physiology.** Volume 93, 2009.

KISSMANN, K.G.; GROTH, D. **Plantas Infectantes.** São Paulo: 2 ed., BASF, 2000. t3, 726p.

KOZLOWSKI, L. A. **Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do milho baseado na fenologia da cultura.** Planta Daninha, v. 20, n. 3, p. 365-372, 2002.

LAMEGO, F. P. et al. **Tolerância à interferência de plantas competidoras e habilidade de supressão por genótipos de soja – II.** Resposta de variáveis de produtividade. Planta Daninha, v. 22, n. 4, p. 491-498, 2004.

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

LAVORENTI, A.; ROCHA, A. A.; PRATA, F.; REGITANO, J. B.; TORNISIELO, V. L.; PINTO, O. B. **Comportamento do diclosulam em amostras de um latossolo vermelho distroférico sob plantio direto e convencional.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 183-190, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832003000100019>.

LIMA JÚNIOR, F.M. et al. **Controle de vassourinha-de-botão (*Spermacoce* sp.) com aplicações de herbicidas em pré e pós-emergência.** Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/170934/1/Controle-de-vassourinha>.

LIU, Y. et al. **Adsorption and desorption behavior of herbicide diuron on various Chinese cultivated soils**. Journal of Hazardous Materials, v.178, n.1-3, p.462-468, 2010.

LOCATELLY E., Doll, J.D. Competencia y alelopatia. **Manejo e controle de malezas en el tropico**. Cali, Colombia: CIAT, 1977.

LORENZI, H. 2008. **Plantas daninhas do Brasil: Terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 4ª ed. Plantarum, Nova Odessa, Brasil, p 640.

LOUX, M.M.; LIEBL, R.A.; SLIFE, F.W. **Adsorption of imazaquin and imazethapyr in soils, sediments and selected adsorbents**. Weed Science, v.37, n.5, p.712-718, 1989.

MAPA – **Ministério da agricultura Pecuária e Abastecimento**. SISLEGIS: Sistema de Consulta à Legislação. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>.

MARCHI G., Marchi E.C.S, Guimarães T.G. **Herbicidas, mecanismos de ação e uso**, 2008. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/571939/1/doc227.pdf>.

MARTÍNEZ, R. C.; GONZALO, E. R.; ÁLVAREZ, J. D.; MÉNDEZ, J. H. **Determination of triazine herbicides in natural waters by solidphase extraction and non-aqueous capillary zone electrophoresis**. Journal of Chromatography A. Vol. 869, p. 451–461, 2000.

MARTINS, B. A. B. **Biologia e manejo de planta daninha Borreria densiflora DC**. 2008.110 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba 2004; 55: 47-57.

MELHORANÇA, A.L. **Efeito dos herbicidas pós-emergentes no desenvolvimento e na produção de grãos de soja** (Embrapa - Documentos, 7).

MELO, C. A. D.; SOUZA, W. M.; CARVALHO, F. P.; MASSENSINI, A. M.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; COSTA, M. D. **Microbial activity of soil with sulfentrazone**

**associated with phytoremediator species and inoculation with a bacterial consortium.** *Bragantia*. Vol. 76, No. 2, p. 300-310, 2017.

MESCHEDE, D.K., OLIVEIRA JR., R.S., CONSTANTIN, J., SCAPIM, C.A. **Período crítico de interferência de *Euphorbia heterophylla* na cultura da soja sob baixa densidade de semeadura.** *Planta Daninha*, Viçosa-MG, v.20, n.3, p.381-387, 2002

MILLER, L. C.; RESENDE, L. C. L.; MEDEIROS, A. M. L. **Manejo de herbicidas na lavoura de cana-de-açúcar.** *STAB*, v. 13, p. 9-13, 1995.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. **Projeções do Agronegócio: Brasil 2013/2014 a 2023/2024.** Brasília: MAPA/ACS, 2014.

MINOZZI, Guilherme B., Monquero, Patricia A., Pereira, Paulo A. **Eficácia de diferentes manejos das plantas daninhas na cultura da soja transgênica.** *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 2014. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=119032103015>.

MONQUERO, P. A. et al 2008. **Mobilidade e persistência de herbicidas aplicados em pré-emergência em diferentes tipos de solo.** *Planta Daninha*, v. 26, p. 411-417.

MONQUERO, P. A. et al 2009. **Efeito de adubos verdes na supressão de espécies de plantas daninhas.** *Planta Daninha*, v. 27, n. 1, p. 85-95.

MONQUERO, P.A.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; SANTOS, C.T.D. **Glyphosate em mistura com herbicidas alternativos para o manejo de plantas daninhas.** *Planta Daninha*, v.19, n.3, p.375-380, 2001.

MONTEIRO, R. T. R. **Biodegradação de pesticidas em solos brasileiros.** In: MELO, I. S. et al. *Biodegradação Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente*, 2001. p. 1-28.

NICOLAI, M. et al. **Alternativas de manejo para as populações de picão-preto (*Bidens pilosa* e *Bidens subalternans*) resistentes aos herbicidas inibidores da ALS.** *R. Bras. Herb.* v.5 n.3, p.72-79, 2006.

ODERO, D. C.; WR1GHT, A. L. **Phosphorus application influences the critical period of weed control in lettuce.** *Weed Science*, v. 61, n. 3, p. 410-414, 2013.

OLIVEIRA JÚNIOR, R.S. **Mecanismos de Ação de Herbicidas**. In: Oliveira Júnior R.S., Constantin, J., Inoue M.H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax Editora, 2011. p.141-192.

OLIVEIRA JÚNIOR, R.S.; BIFFE, D.F.; MACHADO, F.G.; SILVA, V.F.V. Mecanismos de Ação de Herbicidas. In: BARROSO, A.A.M.; MURATA, A.T. (Org.). **Matologia: Estudos sobre plantas daninhas**. 1ª ed. Jaboticabal – SP: Fábrica da Palavra, p.170-204, 2021.

OLIVEIRA JÚNIOR, R.S.; INOUE, M.H. **Seletividade de herbicidas para culturas e plantas daninhas**. In: OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. (Ed.). **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011, p.243-262.

OLIVEIRA JÚNIOR, R.S.; KOSKINEN, W.C.; FERREIRA, F.A.; KHAKURAL, B.R.; MULLA, D.J.; ROBERT, P.J. **Spatial variability of imazethapyr sorption in soil**. *Weed Science*, v.47, n.2, p.243-248, 1999.

PACHECO L.P. et al. **Sistemas de produção no controle de plantas daninhas em culturas anuais no Cerrado Piauiense**. *Ver. Ciên. Agron.* 2016; 47: 500-508.

PASSOS, A. B. R. J.; FREITAS, M. A. M.; GONÇALVES, V. A.; SILVA, G. S.; SILVA, A. A.; QUEIROZ, M. E. L. R.; LIMA, C. F.; SILVA, D. V. **Leaching of sulfentrazone in soils of reforestation in Brazil**. *Environ Earth Science*. Vol. 74, p. 1211–1215, 2015.

PIETIKAINEN, J.; PETTERSSON, M.; BAATH, E. **Comparison of temperature effects on soil respiration and bacterial and fungal growth rates**. *FEMS Microbiology Ecology*, v. 52, n. 1, pág. 49-58, 2005.

PITELLI, R.A. **Competição e Controle das Plantas Daninhas em Áreas Agrícolas**. Série Técnica IPEF, Piracicaba, v.4, n.12, p.1 – 24, Set.1987.

PITELLI, R.A. **Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas**. Informe Agropecuário, EPAMIG, Belo Horizonte, v. 120, p. 16-27, 1985.

PITELLI, R.A. **Interferências de plantas daninhas em culturas agrícolas**. In: **Controle de Plantas Daninhas II**. *Inf. Agropec.*, v.11, n.129, p.1627, 1985.

PITELLI, R.A.; DURIGAN, J.C. **Terminologia para períodos de controle e de convivência das plantas daninhas em culturas anuais e bianuais**. In:

CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 15, 1984, Belo Horizonte. Resumos. Belo Horizonte: SBHED, 1984. p.37.

PROCÓPIO, S. O. et al. **Efeito da irrigação inicial na profundidade de lixiviação do herbicida S-metolachlor em diferentes tipos de solos.** Planta Daninha, v. 19, n. 3, p. 409-417, 2001.

RENNER, K.A.; MEGGIT, W.F.; PENNER, D. **Effect of soil pH on imazaquin and imazethapyr adsorption to soil and phytotoxicity to corn (Zea mays).** Weed Science, v.36, n.1, p.78-83, 1988.

RODRIGUES, B. N. **Guia de Herbicidas.** 6 ed. Londrina, 2011, 697.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas.** 5.ed. Londrina: Edição dos Autores, 2005.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas.** 4.ed. Londrina: IAPAR, 1998. 648p.

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

ROSS M.A., Childs D.J. Herbicide mode-of-action summary. **Cooperative Extension Service Publication WS-23, Purdue University, West Lafayette, IN.** Disponível em: <http://www.btny.purdue.edu/weedscience/moa/index.html>.

SENSEMAN, S.A. **Herbicide handbook.** 9.ed. Lawrence: **Weed Science Society of America, 2007.** 458p.

SHANER, D. L. **Field Dissipation of Sulfentrazone and Pendimethalin in Colorado.** Weed Technology.Vol. 26, No. 2, p. 633- 637, 2012.

SILVA A.F. et al. **Período anterior à interferência na cultura da soja-rr em condições de baixa, média e alta infestação.** Planta Daninha. 2009; 27: 57-66.

SILVA, A.A. da; SILVA, J.F.; FERREIRA, F.A.; FERREIRA, L.R.; SILVA, r.r., Colaboradores: OLIVEIRA JÚNIOR, R.S. de; VARGAS, L. **Controle de plantas daninhas.** Brasília, DF: ABEAS; Viçosa, MG: Editora UFV, 1999.260 p.

SOUZA, M. F.; LINS, H. A.; MESQUITA, H. C.; TEÓFILO, T. M. S, REGINALDO, L. T. R. T.; PEREIRA, R. K. V.; GRANGEIRO, L. C.; SILVA, D. V. **Can irrigation systems**

**alter the critical period for weed control in onion cropping?** Crop Protection, v.147, p. e105457, 2020.

SWANTON, C. J.; NKOA, R.; BLACKSHAW, R. E. **Experimental methods for crop-weed competition studies.** Weed Science, v. 63, n. sp11, p. 2-11, 2015.

TAKANO, H.K.; OLIVEIRA JR, R.S.; CONSTANTIN, J.; BRAZ, G.B.P.; PADOVESE, J.C. **Growth, development and seed production of goosegrass. Planta Daninha,** v. 34 n. 2, p. 249-257, 2016.

TREZZI, M.M., Filippi, C.L., Nunes, A.L., Carnieletto, C.E., Ferreira, A.R.J. 2005. **Eficácia de controle de plantas daninhas e toxicidade ao milho da mistura de Foramsulfuron e Iodosulfuron isoladamente ou em associação com Atrazine e/ou Clorpirifós.** Planta Daninha 23: 653-659.

USEPA. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Technical Fact Sheet on Sulfentrazone.** USEPA 1997.

VAN ACKER, R.C.; SWANTON, c.r., WEISE, S.F. **The critical period of weed control in soybeans (Glycine max (L.)).** Weed Science, v. 41, p. 194-200, 1993.

VARGAS, L. et al 2006. **Resistência de Conyza bonariensis ao herbicida glyphosate. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 25., Brasília.** Resumos. Londrina: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2006.

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **manejo e controle de plantas daninhas na cultura de soja.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 23 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 62). Disponível em: [http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do62.ht](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do62.ht).

VASCONCELOS, Maria C. **Interferência de Plantas Daninhas Sobre Plantas Cultivadas.** CSA – Agropecuária Científica no Semi-Árido, v.8, n.1, p.01-06, jan-mar, 2012.

VIDAL, R. A.; Merotto A. Jr.; Trezzi, M. M.; Schweig, A.; Cieslik, L. F. **Desvendada a causa do prejuízo das infestantes nas culturas.** Revista Plantio Direto, n.121, 2011.

VIDAL, R. A.; Trezzi, M. M.; Prado, R. de; Ruiz-Santaella, J. P.; Vila-Aiub, M. **Glifosato resistant biotypes of wild poinsettia (Euphorbia heterophylla L.) and its risk analysis on glifosato-tolerant soybeans.** Journal Food Agriculture and Environment,

v.5, n.2, p.265-269, 2007. Disponível em:  
[http://worldfood.net/download/journals/2007-issue\\_2/e5.pdf](http://worldfood.net/download/journals/2007-issue_2/e5.pdf)>.

VIDAL, R.A. Ação dos herbicidas. Volume 1: **Absorção, translocação e metabolização**. Porto Alegre, 2002. 89p.

VOLLMANN, J.; WAGENTRISTL, H.; HARTL, W. **The effects of simulated weed pressure on early maturity soybeans**. European Journal of Agronomy, Denmark, v. 32, n. 1, p.243- 248, 2010.