

BACHARELADO EM AGRONOMIA

MANEJO DA VASSOURINHA-DE-BOTÃO (*Spermacoce verticillata*)

JOSÉ VITOR PERES LOPES

Rio Verde, GO

2023

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE
BACHARELADO EM AGRONOMIA**

MANEJO DA VASSOURINHA-DE-BOTÃO (*Spermacoce verticillata*)

JOSÉ VITOR PERES LOPES

Trabalho de Curso apresentado ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Prof. Dra. Renata Pereira Marques

Rio Verde – GO

Março, 2023

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

L864m Lopes, José Vitor Peres
 MANEJO DA VASSOURINHA-DE-BOTÃO (Spermacoce
 verticillata) / José Vitor Peres Lopes; orientadora Renata Pereira
 Marques. -- Rio Verde, 2023.
 26 p.

TCC (Graduação em Bacharelado em Agronomia) --
Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2023.

1. pós-emergência. 2. Borreria verticillata. 3. tolerância. 4.
glifosato. 5. herbicida. I. Pereira Marques, Renata, orient. II.
Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado) | <input type="checkbox"/> Artigo científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

José Vitor Peres Lopes

Matrícula:

2018102200240044

Título do trabalho:

Manejo da vassourinha-de-botão (*Spermacoce verticillata*)

RESTRICÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIIF Goiano: //

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde - GO

Local

15

03

2023

Data

José Vitor Peres Lopes

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Documento assinado digitalmente

Ciente e de acordo:

gov.br

RENATA PEREIRA MARQUES

Data: 15/03/2023 08:05:58-0300

Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 1/2023 - GPP-POLO/POLO/IFGOIANO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Ao vigésimo oitavo dia do mês de fevereiro de 2023, às 09 horas e 50 minutos, reuniu-se a banca examinadora composta pelos docentes: Dra. Renata Pereira Marques (orientadora), Dr. Leonardo de Castro Santos (membro) e o Dr. Alaerson Maia Geraldine (membro), para examinar o Trabalho de Curso intitulado “Manejo da vassourinha-de-botão (*Spermacoce verticillata*)” do estudante José Vitor Peres Lopes, Matrícula nº 2018102200240044 do Curso de Bacharelado em Agronomia do IF Goiano - Campus Rio Verde. A palavra foi concedida ao estudante para a apresentação oral do TC, houve arguição do candidato pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela APROVAÇÃO do estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora.

Renata Pereira Marques

Orientadora

Leonardo de Castro Santos

Membro

Alaerson Maia Geraldine

Membro

Observação:

() O estudante não compareceu à defesa do TC.

Documento assinado eletronicamente por:

- **Alaerson Maia Geraldine**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 28/02/2023 11:22:06.
- **Leonardo de Castro Santos**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 28/02/2023 11:20:21.
- **Renata Pereira Marques**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 28/02/2023 11:15:47.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 28/02/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 470935

Código de Autenticação: 15824474bc



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Polo de Inovação
Rodovia Sul Goiana Km 01, None, Zona Rural, RIO VERDE / GO, CEP 75.901-970
None

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu pai Joaquim e a minha mãe Cida, que sempre estiveram ao meu lado e sempre me apoiaram.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecer a Deus pelas oportunidades que me foram oferecidas, me possibilitando ter chegado até aqui, sendo um importante passo para a minha formação profissional.

Gostaria também de agradecer aos meus pais e a minha família que sempre acreditaram em mim e sempre me apoiaram nessa minha jornada.

Também gostaria de agradecer ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, que me proporcionou toda a estrutura para o meu processo de aprendizagem e formação.

Tenho muito a agradecer também a minha professora e orientadora Renata Pereira Marques, que fez um papel muito importante nessa última etapa da minha formação, me ajudando a desenvolver esse trabalho, além de ter me proporcionado muito conhecimento durante o curso.

RESUMO

LOPES, JOSÉ VITOR PERES. **Manejo da vassourinha-de-botão (*Spermacoce verticillata*)**. Monografia (Curso Bacharelado em Agronomia). Instituto Federal Goiano de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, GO, 26 p., 2022.

Tendo em vista que a vassourinha-de-botão é uma planta daninha que causa diversos danos, despertou-se o interesse de agregar todo conhecimento adquirido ao longo dos anos na literatura para descobrir as melhores formas de manejo dessa planta daninha, visando o melhor controle e menor impacto na cultura principal e no meio ambiente. As diferentes formas de controle devem ser utilizadas em conjunto para que não seja realizado apenas o tradicional controle químico, induzindo uma pressão de seleção de plantas daninhas resistentes. O controle cultural e o mecânico também colaboram com o controle dessa espécie. Apesar da vassourinha-de-botão não apresentar casos de resistência, ela é tolerante ao glifosato. Trabalhos científicos mostram a eficiência da aplicação do glifosato junto a flumioxazina, cloransulam-metil, 2,4-D, glufosinato-sal de amônia ou saflufenacil, também podendo ser utilizado em mistura tripla com os herbicidas inibidores da PROTOX, sendo eles: saflufenacil, carfentrazona ou flumioxazina. Outras misturas eficientes no controle são o acifluorfen com bentazona, atrazina com simazina e 2,4-D com plicoram, além das misturas do glufosinato-sal de amônia com flumioxazina, saflufenacil, 2,4-D ou imazetapir. A mistura de herbicidas em pré-emergência como o pendimetalim com fomesafem, bentazona com imazamox ou atrazina também se mostra eficiente. Apesar da combinação de herbicidas demonstrar um bom controle, aplicação de alguns herbicidas isolados também podem proporcionar bons resultados no manejo da vassourinha-de-botão, sendo eles o saflufenacil, carfentrazona-etílica, flumioxazina, glufosinato-sal de amônia e o lactofem.

Palavras-chave: pós-emergência, *Borreria verticillata*, tolerância, glifosato, herbicida.

ABSTRACT

LOPES, JOSÉ VITOR PERES. **Management of buttonweed (*Spermacoce verticillata*).** Monograph (Bachelor's Degree in Agronomy). Goiano Federal Institute of Education, Science and Technology - Goiano Campus Rio Verde, GO, 26 p., 2022.

Given that buttonweed is a weed that causes various damages, there has been an interest in aggregating all the knowledge acquired over the years in literature to discover the best ways to manage this weed, aiming for better control and less impact on the main crop and the environment. Different forms of control should be used together so that only traditional chemical control is not performed, inducing a selection pressure of resistant weeds. Cultural and mechanical control also contribute to the control of this species. Although buttonweed does not present cases of resistance, it is tolerant to glyphosate. Scientific studies show the efficiency of glyphosate application together with flumioxazin, chloransulam-methyl, 2,4-D, ammonium glufosinate salt, or saflufenacil, and can also be used in triple mixture with PROTOX inhibitors herbicides, which are saflufenacil, carfentrazone or flumioxazin. Other efficient mixtures in control are acifluorfen with bentazon, atrazine with simazine and 2,4-D with plicoram, besides mixtures of ammonium glufosinate salt with flumioxazin, saflufenacil, 2,4-D or imazethapyr. The mixture of pre-emergence herbicides such as pendimethalin with fomesafen, bentazon with imazamox or atrazine also shows efficiency. Despite the combination of herbicides demonstrating good control, the application of some isolated herbicides can also provide good results in the management of buttonweed, namely saflufenacil, carfentrazone-ethyl, flumioxazin, ammonium glufosinate salt and lactofen.

Keywords: post-emergence, *Borreria verticillata*, tolerance, glyphosate, herbicide.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Controle Visual (%) de <i>S. verticillata</i> aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos herbicidas quando aplicados em plantas no estágio vegetativo possuindo de 2 a 4 folhas.	188
Tabela 2 - Controle Visual (%) de <i>S. verticillata</i> aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos herbicidas quando aplicados em plantas no estágio vegetativo possuindo de 4 a 6 folhas.	19
Tabela 3 - Controle Visual (%) de <i>S. verticillata</i> aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos herbicidas quando aplicados em plantas no estágio reprodutivo em seu florescimento.	20

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	8
2.1.	Características da vassourinha-de-botão (<i>S.verticillata</i>)	9
2.2.	Manejo de Plantas Daninhas	10
2.2.1.	Controle Químico	10
2.2.2.	Controle Cultural.....	12
2.2.3.	Controle Mecânico	12
2.2.4.	Controle Físico	13
2.2.5.	Controle Biológico	13
2.3.	Tolerância de plantas daninhas à herbicidas	14
2.4.	Casos de tolerância de vassourinha-de-botão à herbicidas.....	14
2.5.	Manejo químico da vassourinha-de-botão.....	16
2.5.1.	Manejo químico em pré-emergência.....	16
2.5.2.	Manejo químico em pós-emergência	17
3.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	22
4.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23

1. INTRODUÇÃO

A espécie *Spermacoce verticillata* (L.) ou *Borreria verticillata* (L.) G. Mey (CONSERVA; JÚNIOR, 2012) da família Rubiaceae, mais conhecida pelo seu nome popular vassourinha-de-botão, é uma planta nativa das Américas, que ocorre desde o sul dos Estados Unidos até a parte meridional da América do Sul (CHIQUIERI; DI MAIO; PEIXOTO, 2004). No Brasil, essa espécie se desenvolve em todas as regiões, principalmente nas regiões Norte e Centro Oeste.

A vassourinha-de-botão (*S. verticillata*) é uma planta rústica que se desenvolve tanto em solos ácidos, quanto em solos alcalinos, tanto em locais iluminados, quanto de iluminação difusa (KISSMAN & GROTH, 2000). É perene monocárpica, de reprodução exclusiva por sementes, produzidas em grandes quantidades e possui seu florescimento de fevereiro a agosto. A planta é de hábito semi-prostrado ou ereto, podendo atingir de 30 a 80 cm de altura. Possui muitas ramificações e por isso possui 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 (JUNIOR, 2020).

A ocorrência da vassourinha-de-botão vem aumentando consideravelmente, principalmente em áreas com cultivo da cultura da soja, devido ao fato de terem alta reprodução e dispersão, além de sobreviverem em condições adversas, como o estresse hídrico. Outro fator também importante, que colabora a proliferação dessa planta daninha em território brasileiro é a tolerância ao herbicida glifosato (MINOZZI, 2022).

As perdas mais evidentes causadas pela vassourinha-de-botão estão na redução da produtividade de grãos, de acordo com Lourenço (2018) cada planta de vassourinha-de-botão em competição com a cultura da soja durante todo ciclo é capaz de reduzir a produtividade da soja em 1,3 a 4,2%, enquanto Campos (2022) conclui que a produtividade do sorgo diminui expressivamente com o aumento da densidade da vassourinha-de-botão, com uma planta reduzindo 29 % da produção de grãos.

Com a vassourinha-de-botão presente na área, serão causados problemas em todas as culturas cultivadas no local, porém pelo tamanho da área cultivada e importância econômica, a cultura da soja é a mais estudada. Para ter um bom controle dessa planta daninha é importante conhecer suas características, os métodos de controle, os herbicidas registrados no mercado, as épocas de aplicação e as demais alternativas de manejo. Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi caracterizar a vassourinha-de-botão e buscar relatos das possibilidades de controle e manejo da espécie por meio de uma revisão de literatura.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Características da vassourinha-de-botão (*S. verticillata*)

A espécie *S. verticillata* é nativa da América Tropical, porém foi introduzida em outros lugares, sendo comum também no continente africano (CHIQUIERI; DI MAIO; PEIXOTO, 2004). Suas sementes germinam preferencialmente no nível do solo, com o aumento da profundidade reduzindo a emergência, quando a profundidade atinge os 10 cm a emergência chega a ser de 0 %, sendo fotoblástica neutra por germinar na presença ou ausência de luz, com os maiores níveis de germinação ocorrendo nas temperaturas entre 20 e 30°C (CASTILHO et al., 2021).

A planta é popularmente conhecida como vassourinha-de-botão, no entanto existem outros nomes popularmente conhecidos, como cordão-de-frade, erva-botão, falsa-poaia, perpétua-domato, poaia-comprida, poaia-preta, poaia-rosário, vassourinha e vassoura-de-botão (MOREIRA; BRAGANÇA, 2011). O principal uso dessa planta está na medicina tradicional, tendo 29 compostos isolados até o momento (IZUOGU et al., 2020).

Spermacoce verticillata possui desenvolvimento inicial lento, com período entre a germinação e o estágio fenológico de dois pares de folhas completamente expandidas sendo de 20 a 25 dias. As suas sementes preferencialmente germinam sobre o nível do solo, com o aumento da profundidade diminuindo a emergência de forma significativa, abaixando para até 0% de emergência aos 10 cm abaixo do nível do solo, sendo considerada fotoblástica neutra por apresentar germinação na presença ou ausência de luz (CASTILHO et al. 2021).

Uma das características da vassourinha-de-botão é formar grandes infestações em pastagens cultivadas em solos de baixa fertilidade, além de interferir negativamente devido à competição por nutrientes (FONTES; TONATO, 2016), com o controle cultural fortalecendo a cultura principal através da adubação e da correção do pH, suprimindo a planta invasora.

A vassourinha-de-botão, assim como outras plantas daninhas têm despertado a atenção dos produtores pelo rápido aumento da sua incidência, além de possuir elevada dificuldade de controle, mesmo com o uso de herbicidas, devido à tolerância a herbicidas comumente usados no controle de plantas daninhas (PACHECO et al., 2016). Produtores agrícolas e profissionais da área agrônômica relatam dificuldade de controle químico da espécie, principalmente nos estádios mais avançados de desenvolvimento, quando se posicionam os herbicidas para dessecação em pré-semeadura, com a vassourinha-de-botão já apresentando tolerância ao glifosato, que é o principal herbicida posicionado nesse manejo (LOURENÇO, 2018).

2.2. Manejo de Plantas Daninhas

Segundo Agostinetto et al. (2004), o manejo de plantas daninhas consiste na adoção de práticas que resultam na redução da competitividade das infestantes, sem necessariamente eliminá-las completamente ou erradicá-las. A interferência das plantas daninhas, considerando-se uma cultura, deve ser reduzida até o nível em que as perdas sejam iguais ao custo do controle, ou seja, de modo que não interfiram na produção econômica da cultura (SILVA et al., 1999), além de ter cuidado especial quanto à seleção de espécies daninhas tolerantes ou resistentes a herbicidas e àquelas de difícil controle.

De acordo com Pitelli (2003), o manejo de plantas daninhas tem como meta primária de qualquer sistema de manejo, a manutenção do ambiente mais inóspito possível às plantas daninhas, por meio do emprego específico ou combinado de métodos biológicos, culturais, mecânicos, físicos e químicos.

A cultura é o principal método de controle das plantas daninhas, visto que uma cultura bem implantada, sadia e vigorosa, irá possuir alto poder de competição, assim, dificultando o surgimento e desenvolvimento das plantas invasoras. Sendo assim, os métodos de manejo irão visar apenas garantir vantagem para que a cultura principal se estabeleça no início do seu desenvolvimento, visto que após essa fase a cultura é capaz de controlar o mato por si só, principalmente através do sombreamento (GOMES JR; CHRISTOFFLETI, 2008).

2.2.1. Controle Químico

O controle químico consiste na utilização de herbicidas como ferramenta para o controle das plantas daninhas, essa forma de controle vem sendo amplamente utilizada pelos agricultores devido à praticidade, economia e eficiência quando comparado aos outros métodos de controle (KARAM et al., 2018).

Esse método de controle possui várias vantagens, como eficiência, praticidade, rapidez na operação, evita competição das plantas daninhas desde a implantação da cultura, permite controlar as plantas daninhas em época chuvosa, não causa danos às raízes da cultura, não danifica a estrutura física do solo, permite melhor distribuição das plantas da cultura na área e controla as plantas daninhas na linha da cultura. As desvantagens do controle químico envolvem

custo muito elevado, exige equipamentos adequados, pode ser tóxico ao meio ambiente e pode deixar resíduos no solo e nos alimentos (AGOSTINETTO et al., 2004).

Os herbicidas possuem várias formas de serem classificados, quanto à seletividade podem ser classificados em herbicidas seletivos quando matam ou restringem severamente o crescimento de plantas daninhas numa cultura, sem prejudicar as espécies de interesse, ou em herbicidas não seletivos quando possuem amplo espectro de ação, sendo capazes de injuriar severamente a maior parte das plantas. Também podem ser classificados quanto à translocação, sendo os herbicidas com ação de contato quando não se translocam ou se translocam de forma muito limitada, ou sendo herbicidas com ação sistêmica que normalmente são caracterizados pelo efeito mais demorado, crônico. A época de aplicação é outra classificação importante, sendo dividida em aplicação pré-plantio e incorporado (PPI), que se refere aos produtos que são aplicados ao solo e que posteriormente precisam de incorporação mecânica ou por meio de irrigação, outra época de aplicação é o período de pré-emergência, que se refere a aplicação feita após a semeadura ou plantio, mas antes da emergência da cultura e das plantas daninhas, e por último tem-se a aplicação em pós-emergência, onde as plantas daninhas se encontram emergidas, mas a cultura nem sempre (OLIVEIRA JR, 2011).

O mecanismo de ação é o primeiro evento metabólico das plantas onde os herbicidas atuam, aqui no Brasil existem diversos mecanismos de ação, dentre eles estão os inibidores da ACCase, os inibidores da ALS ou AHAS, os inibidores do FSII, os inibidores do FSI, os inibidores da PROTOX (ou PPO), os inibidores da HPPD, os inibidores da biossíntese de carotenoides (não-HPPD), os inibidores da EPSPs, os inibidores da GS, os inibidores do arranjo de microtúbulos, os inibidores da biossíntese de ácidos graxos de cadeia muito longa, os inibidores da biossíntese de lipídeos (não-ACCase) e os mimetizadores de auxinas (ou auxinas sintéticas (CARVALHO, 2013).

No trabalho proposto por Fadin (2017), são utilizados vários herbicidas para o controle da *S. verticillata*, tendo um bom resultado no controle da planta daninha, com a aplicação de alguns herbicidas isolados e outros herbicidas em misturas, constatando validade do controle químico sobre essa planta daninha. Além desse trabalho há diversos outros que testam diferentes herbicidas, visando rotacionar os mecanismos de ação, com o intuito de diminuir a pressão de seleção de plantas resistentes dessa espécie.

2.2.2. Controle Cultural

O controle cultural de plantas daninhas consiste em utilizar qualquer condição ambiental ou procedimento que promova o crescimento da cultura, diminuindo os efeitos danosos das plantas daninhas, com esse método se baseando em dois princípios, com o primeiro dizendo que as primeiras plantas que ocupam uma área tendem a excluir todas as demais, e o segundo dizendo que a espécie que está melhor adaptada ao ambiente irá se tornar dominante ao final (FLECK, 1992). Alguns exemplos práticos desse método de controle pode ser, a utilização de cultivares mais competitivas, uso de espaçamento mais estreito, uso de densidade de plantio mais alta, uso de sistemas de cultivo distintos, uso de cobertura verde ou uso de rotação de culturas (CARVALHO, 2013).

2.2.3. Controle Mecânico

O controle mecânico de plantas daninhas consiste no uso de equipamentos que eliminam as plantas daninhas através do efeito físico, pelo uso de enxada ou cultivadores. Apesar do controle químico ter tomado conta por sua facilidade e praticidade, ainda há muitas propriedades que se utilizam do controle mecânico, principalmente as pequenas propriedades, onde a falta de equipamentos e a topografia do terreno limitam a utilização de outros métodos de controle. Já as grandes propriedades utilizam muito menos desse método por necessitarem de mais agilidade nesse processo de eliminação das plantas daninhas (VARGAS; ROMAN, 2006).

De acordo com (FLECK, 1992), o método de controle mecânico possui alguns mecanismos que são responsáveis pelo controle das plantas daninhas, sendo eles o enterrio, que é quando as plantas morrem por falta de luz para fotossíntese, o corte, que consiste na separação da parte aérea das raízes, a dessecação, que é quando as raízes, rizomas e estolões são expostos e acabam morrendo por desidratação, e a exaustão, que é quando há estimulação repetida da brotação das gemas levando à exaustão das reservas e morte das gemas.

O método de controle mecânico possui como vantagem ser econômico, ter eficiência em solos secos, além de quebrar crostas que se formam na superfície do solo, aumentando a infiltração de água. Em relação às desvantagens, esse método não controla as plantas daninhas que estão presentes na linha da cultura, danifica o sistema radicular da cultura, tem a possibilidade de reduzir estande, e em período chuvoso é ineficiente e danoso ao solo, podendo

causar erosão (FOSTER, 1991; FLECK, 1992; SILVA et al., 1999). Também é um método incapaz de controlar plantas perenes policárpicas, além de não ser utilizado em sistemas de plantio direto ou cultivo mínimo, por haver interferência na estrutura do solo.

2.2.4. Controle Físico

O método de controle físico se baseia no uso de alguma prática que exerça influência física sobre as plantas daninhas. Dentro desse método de controle há várias práticas que são utilizadas. Uma das práticas utilizadas é a inundação, que consiste no uso da água para o controle de plantas daninhas, com esse método sendo mais utilizado para o controle de plantas daninhas na cultura do arroz. Outra prática é a utilização do fogo, que consiste basicamente na queima da vegetação, sendo uma prática que foi muito adotada antigamente no Brasil. A utilização de cobertura morta é outra forma de controle físico, que impede a germinação de algumas plantas daninhas, ajuda os microrganismos presentes no solo que deterioram a semente de plantas daninhas, por último o efeito alelopático que algumas coberturas vegetais terão sobre plantas daninhas sensíveis. Outra prática é a solarização, onde faz-se cobertura do solo com filme de polietileno causando aumento na temperatura e matando as plântulas posteriormente germinadas. A última prática é o controle térmico que se baseia no uso de altas temperaturas em ambientes aquáticos para o controle de plantas daninhas aquáticas (CARVALHO, 2013).

2.2.5. Controle Biológico

De forma geral, o controle biológico consiste na ação dos fatores bióticos do ecossistema regulando a instalação e crescimento de populações de plantas daninhas. Já em uma definição mais específica, é a utilização de organismos vivos para matar, controlar o crescimento, expansão populacional e/ou reduzir a capacidade competitiva de uma ou mais espécies de plantas daninhas (PITELLI et al., 2003). As melhores aplicações deste método de controle são observadas para infestações de macrófitas aquáticas.

O controle biológico é dividido em três práticas ou estratégias, sendo: a inoculativa (clássica); inundativa (bioherbicida); e a aumentativa (CARVALHO, 2013). A estratégia clássica baseia-se na seleção de inimigos naturais específicos de uma determinada planta daninha e sua liberação no ambiente em que a planta constitui um problema, enquanto a estratégia inundativa consiste na seleção de um inimigo natural da macrófita-alvo, que seja

endêmico e suficientemente específico para não constituir risco às outras plantas quando sua população ou potencial de inoculo for repentinamente aumentada, visando um impacto negativo sobre a população planta-problema (PITELLI et al., 2003). Já a estratégia aumentativa tem sido implementada com insetos fitófagos e fungos fitopatogênicos de difícil produção em larga escala, e que são aplicados periodicamente somente em partes das áreas em que se pretende obter o controle (TESSMAN, 2011).

Um dos desafios desse método de controle é demonstrar que os organismos aplicados são específicos para as espécies-alvo, e que eles não representam risco para as espécies existentes nos locais onde esse controle é aplicado (NETO, 2019). Essa avaliação é uma das etapas preliminares para o desenvolvimento e registro dos possíveis bioherbicidas (CORDEAU et al., 2016). Não foram relatados trabalhos científicos na literatura que constataram o uso de controle biológico para a vassourinha-de-botão, porém há relatos de outras espécies que respondem bem a esse tipo de controle, tendo como exemplo o capim pé-de-galinha (*Eleusine indica*) sendo controlado pelas bactérias *Streptomyces* spp. (CATALETTA, 2021), sendo necessários estudos testando diferentes organismos com o potenciais de serem bioherbicidas que controlem a vassourinha-de-botão.

2.3. Tolerância de plantas daninhas à herbicidas

O controle químico é o mais utilizado por conta do seu baixo custo, da sua praticidade e eficácia, porém a utilização exclusiva desse método junto à repetição de um mesmo mecanismo de ação leva à diversos problemas, como a seleção de espécies tolerantes e/ou populações resistentes (CHAUHAN, 2012; CROSS et al., 2015).

A espécie tolerante é aquela que possui capacidade inata de sobreviver e se reproduzir após a aplicação do herbicida, podendo eventualmente sofrer algum nível de injúria na dose recomendada. É relacionada à variabilidade genética que existe nas plantas antes mesmo da primeira aplicação do herbicida (OLIVEIRA JR, 2011). Os mecanismos que explicam a tolerância ao herbicida glifosato incluem a baixa absorção devido às diferenças físicas e/ou químicas da membrana cuticular, translocação reduzida, metabolismo diferencial e/ou maior atividade da enzima alvo (MONQUERO, 2003).

2.3.1. Casos de tolerância de vassourinha-de-botão à herbicidas

O gênero *Spermacoce* possui diversas espécies no Brasil, além de possuírem grande plasticidade fenotípica, entre as plantas, com isso é muito propício o desenvolvimento de resistência aos herbicidas amplamente utilizados (VIVIAN et al., 2013). Até a data do presente trabalho não há casos de resistência reportados envolvendo a planta daninha *S. verticillata* (HEAP, 2022). No entanto, outros fatores como a absorção do herbicida e sua translocação em quantidades suficientes até o sítio de ação e a enzima-alvo de ação alvo do herbicida, alterações morfológicas nas plantas devido aos diferentes estádios de desenvolvimento e interações com o ambiente podem influenciar no controle da planta daninha (MINOZZI, 2022).

Em um experimento foram avaliados alguns parâmetros, como a espessura da epiderme, número de estômatos e tricomas em diferentes estádios de desenvolvimento de *S. verticillata*, foi concluído que plantas em estádios mais avançados, no florescimento, apresentaram menor número de estômatos, menor espessura da folha e mais tricomas quando comparadas àquelas em estádios iniciais de desenvolvimento, o que consequentemente traduz em menor absorção inicial do herbicida, menor translocação de quantidades suficientes até o sítio de ação e a enzima-alvo do herbicida, resultando em melhor controle quando a planta estiver em seu estágio de desenvolvimento inicial (FADIN; MONQUERO, 2019).

No trabalho proposto por (FONTES, 2007) utilizou-se o glifosato nas dosagens de 2 e 3 litros por hectare para o controle da vassourinha-de-botão quando a planta apresentava por volta de 30 centímetros, o estudo foi feito visando o controle na cultura da seringueira. Tanto esse trabalho como no trabalho proposto por (BRIGHENTI et al., 2008) demonstram a ineficácia do glifosato no controle da vassourinha-de-botão, mesmo após os 21 dias de aplicação, além de quando aplicado em plantas mais jovens haver rebrota das plantas daninhas.

Além do glifosato, o herbicida 2,4-D também apresenta dificuldade no controle da vassourinha-de-botão, como foi apresentado no trabalho de Minozzi (2022), onde a aplicação do 2,4-D aplicado isolado na dose de 1340 g e.a ha⁻¹ apresentou apenas 65 % de controle 21 DAA. Assim como no trabalho de Fadin et al., (2018) que testou o 2,4-D isolado nas dosagens de 670 e 1000 g e.a ha⁻¹ resultando em um controle máximo de 72,5 %, reforçando a tolerância da espécie ao ingrediente ativo 2,4-D.

Com a presença da tolerância de alguns herbicidas no controle da vassourinha-de-botão, há uma demanda de liberar outros diferentes herbicidas para compor um melhor manejo dessa planta daninha, principalmente de pré-emergência, que são os mais carentes de registro para essa espécie, além de diversificar os mecanismos de ação dos herbicidas em pós-emergência evitando a seleção de indivíduos resistentes.

2.4. Manejo químico da vassourinha-de-botão

Os mecanismos de ação mais utilizados para o controle de dicotiledôneas são: os Inibidores da 5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfato sintase (EPSPs); os Inibidores da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX); os Mimetizadores de Auxina (AUXINA); os Inibidores do Fotossistema I e II (FSI e FSII) e os Inibidores da Acetolactato Sintase (ALS) (LOURENÇO, 2018). Uma dificuldade do controle da vassourinha-de-botão é o número limitado de herbicidas que são registrados para o controle da espécie, sendo apenas o glufosinato de amônio, imazapir, picloram, saflufenacil, 2,4D + picloram, diclosulam + halauxifen-metil e o diurom + hexazinona, limitando o controle dessa espécie em diferentes culturas (MAPA, 2022; RODRIGUES, 2011).

Na literatura é possível encontrar diversas formas de manejo químico da vassourinha-de-botão, nos tópicos abaixo serão apresentados resultados de trabalhos que mostram o controle dessa planta daninha tanto em pré-emergência, quanto em pós-emergência com utilização de diferentes herbicidas.

2.4.1. Manejo químico em pré-emergência

As aplicações em pré-emergência são aquelas realizadas antes da emergência de plantas daninhas e podem ser em pré-plantio incorporado (PPI), juntamente ou logo após a semeadura sem incorporação, com essa forma de aplicação tendo como vantagem o controle das plantas daninhas antes que essas possam competir com a cultura e provocar redução do rendimento (VARGAS; ROMAN, 2006).

Ainda não há muitos estudos na literatura que relatam a utilização de herbicidas em pré-emergência na vassourinha-de-botão, porém em um trabalho proposto por Júnior et al. (2017) há o uso do herbicida pedimentalim visando o controle em pré-emergência, de acordo com o trabalho a aplicação desse herbicida na dosagem de 1.400 g ha⁻¹ pode proporcionar um controle significativo, porém sua real eficiência está atrelada à associação desse herbicida com outros herbicidas em pós-emergência, como será relatado no tópico abaixo.

Apesar de ainda não haver muitos estudos da aplicação de herbicidas em pré-emergência na espécie *S. verticillata*, há alguns estudos robustos que utilizam diversos herbicidas em pré-emergência em espécies do mesmo gênero, como o trabalho proposto por Martins (2008) com a *Borreria densiflora* DC e no trabalho de Santos et al., (2018) no controle da *Spermacoce latifolia*.

2.4.2. Manejo químico em pós-emergência

A aplicação em pós-emergência é aquela realizada após a emergência de plantas daninhas e antes que essas interfiram no desenvolvimento da cultura, devido à competição. Os herbicidas de aplicação em pós-emergência têm como vantagem a aplicação localizada, não são afetados pelas características do solo, podem ser usados no preparo convencional de solo e no plantio direto, e a escolha do produto pode ser feita de acordo com as plantas daninhas existentes na área naquele momento e auxilia na prevenção da erosão (VARGAS; ROMAN, 2006).

De acordo com experimentos realizados por (BRIGHENTI et al., 2008), os herbicidas de ação de contato proporcionaram melhores índices de controle do que os herbicidas sistêmicos, com a aplicação de paraquate (400 g i.a ha⁻¹) sendo eficiente para o controle da vassourinha-de-botão em estágio mais avançado, e com o paraquate (400 g i.a ha⁻¹) + diurom (200 g i.a ha⁻¹), lactofem (144 g i.a ha⁻¹), acifluorfem (255 g i.a ha⁻¹) + bentazona (600 g i.a ha⁻¹) e atrazina (1500 g i.a ha⁻¹) + simazina (1500 g i.a ha⁻¹) sendo eficientes no controle da vassourinha-de-botão em plantas mais jovens. Ainda nesse experimento mostrou-se que o glifosato não foi eficiente em controlar plantas adultas, e quando aplicado em plantas jovens houve rebrote, com esse fato também sendo confirmado pelo trabalho de Lourenço et al., (2021).

Semelhante ao resultado do trabalho proposto por (BRIGHENTI et al., 2008), outro trabalho que também utiliza os herbicidas paraquate (300 g de i.a. ha⁻¹) e a mistura em tanque de paraquate (240 g de i.a. ha⁻¹) + diurom (750 g de i.a. ha⁻¹), também se mostrou eficaz no controle da vassourinha-de-botão na cultura da soja (FONTES, 2007).

Em um trabalho realizado por (RIOS et al., 2011) realizado na cultura do algodão com aplicação em jato dirigido dos herbicidas saflufenacil (24,5; 35 e 49 g i.a ha⁻¹) + dash (0,5 % v/v), carfentrazona-etílica (18,78 g i.a ha⁻¹) + Assist (0,5 % v/v) e paraquate + diurom (675,68 g i.a ha⁻¹) + Agral (0,1 % v/v), demonstrou-se eficiência desses herbicidas no controle da vassourinha-de-botão quando essa planta daninha apresentava entre 2 a 6 folhas.

De acordo com (CALDEIRA et al., 2014) o controle químico mais eficiente para a vassourinha-de-botão se dá com a utilização dos herbicidas 2,4-D (120 g e.a ha⁻¹) + picloram (40 g e.a ha⁻¹) quando a planta daninha estiver em pleno estágio vegetativo, com o experimento tendo sido em área de pastagem.

No trabalho realizado por (JÚNIOR et al., 2017), foram testados alguns tratamentos com herbicidas em pré e pós-emergência para o controle da vassourinha-de-botão. A aplicação em pré-emergência foi realizada logo após a sementeira da soja e a aplicação em pós-emergência

ocorreu quando as plantas daninhas apresentavam 2 folhas. Com o uso do pendimetalim (1400 e 1820 g i.a. ha⁻¹) em pré-emergência e o fomesafem (250 g i.a. ha⁻¹) em pós-emergência sendo considerado o melhor tratamento, o próximo que obteve maior eficiência foi com o uso de pendimetalim (1400 e 1820 g i.a. ha⁻¹) em pré-emergência e com bentazona + imazamox (600 + 28 g i.a. ha⁻¹) em pós-emergência, em seguida, o mais eficiente foi com o uso de pendimetalim (1400 e 1820 g i.a. ha⁻¹) em pré-emergência e bentazona (960 g i.a. ha⁻¹) em pós-emergência. Outro tratamento realizado foi com o uso de lactofem (180 g i.a. ha⁻¹) em pós-emergência, que obteve bom controle da vassourinha-de-botão, porém teve um alto nível de fitointoxicação, que acabou resultando em menor rendimento da cultura principal.

Em um trabalho realizado por (FADIN, 2017) foi feita a aplicação de vários herbicidas, utilizando diferentes doses em três principais estágios da planta daninha vassourinha-de-botão, sendo a aplicação quando a planta possuía de 2 a 4 folhas, de 4 a 6 folhas, e em seu florescimento. Os herbicidas que tiveram efeito de controle em algum dos estágios anteriormente citados foram o 2,4-D, glifosato, paraquate, flumioxazina, a mistura de glifosato com flumioxazina, cloransulam-metil, 2,4-D ou com saflufenacil. Os resultados obtidos por FADIN (2017) mostram que somente o paraquate obteve bom controle da vassourinha-de-botão devido ao fato desse herbicida ser de contato (Tabela 1).

Tabela 1 - Controle Visual (%) de *S. verticillata* aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos herbicidas quando aplicados em plantas no estágio vegetativo possuindo de 2 a 4 folhas.

Herbicidas	Dose ml ou g ha ⁻¹ i.a.	7 DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA	35 DAA	42 DAA
2,4 D	1.000	58,8	50,0	72,5	67,5	85,3	89,8
Glifosato	2.400	37,5	62,5	89,0	95,3	91,8	92,5
Paraquate	400	96,5	97,0	99,5	100,0	100,0	100,0
Flumioxazina	50	65,0	88,5	99,5	99,8	100,0	100,0
Glifosato + flumioxazina	1.440 + 50	27,5	97,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Glifosato + cloransulam-metil	1.440 + 40	5,5	50,0	90,8	95,0	96,8	97,8
Glifosato + 2,4-D	1.440 + 670	22,5	52,5	91,0	97,0	98,8	99,3
Glifosato + saflufenacil	1.440 + 28	47,5	60,0	80,8	94,8	91,8	89,0

Fonte: Adaptado de (FADIN, 2017).

Ao passar dos dias, os herbicidas foram mostrando um nível maior de controle até chegar aos 42 DAA, que é o último dia de avaliação, onde mostra a eficiência de controle de todos os herbicidas presentes na tabela acima de 80% quando as plantas apresentam entre 2 a 4 folhas (em torno de 10 cm).

Os herbicidas quando aplicados em plantas que apresentavam entre 4 a 6 folhas (em torno de 20 cm), conforme a Tabela 2, ainda continuaram com alta porcentagem de controle.

Tabela 2 - Controle Visual (%) de *S. verticillata* aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos herbicidas quando aplicados em plantas no estágio vegetativo possuindo de 4 a 6 folhas.

Herbicidas	Dose ml ou g ha ⁻¹ i.a.	7 DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA	35 DAA	42 DAA
2,4 D	1.000	50,0	65,0	66,3	63,8	88,8	88,8
Glifosato	2.400	10,0	48,8	56,3	48,8	60,0	78,0
Paraquate	400	77,5	83,8	88,3	88,8	66,0	78,8
Flumioxazina	50	67,5	96,0	99,5	100,0	100,0	100,0
Glifosato + flumioxazina	1.440 + 50	55,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Glifosato + cloransulam-metil	1.440 + 40	12,5	69,8	92,0	100,0	100,0	100,0
Glifosato + 2,4-D	1.440 + 670	26,3	63,8	63,8	70,0	77,5	77,5
Glifosato + saflufenacil	1.440 + 28	84,3	98,3	98,3	98,3	97,3	96,3

Fonte: Adaptado de (FADIN, 2017).

As aplicações de 2,4D, glifosato, paraquate e a mistura de 2,4 com glifosato diminuiram seu percentual de controle, isso se deve ao fato de que quanto maior o estágio de desenvolvimento, haverá maior tolerância à aplicação de herbicidas aplicados em pós emergência (MARTINS; CHRISTOFFOLETI, 2014). Quando se trata da vassourinha-de-botão, as folhas mais desenvolvidas atrapalham o contato dos herbicidas com as folhas localizadas mais abaixo da planta para o paraquate, enquanto as plantas mais desenvolvidas apresentam maiores reservas energéticas, podendo ter recuperado as plantas da fitotoxicidade dos herbicidas glifosato e 2,4D (FADIN, 2017).

Assim como o controle das plantas daninhas quando apresentavam 2 a 4 folhas se mostrou eficiente com todos os herbicidas na última avaliação (42 DAA), o controle realizado

com as plantas daninhas em florescimento também foi eficiente com todos os herbicidas aplicados, mostrando um controle acima de 80% (Tabela 3).

Tabela 3 - Controle Visual (%) de *S. verticillata* aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos herbicidas quando aplicados em plantas no estágio reprodutivo em seu florescimento.

Herbicidas	Dose ml ou g ha ⁻¹ i.a.	7 DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA	35 DAA	42 DAA
2,4 D	1.000	45,0	65,0	66,3	71,3	50,0	82,0
Glifosato	2.400	10,0	73,8	70,0	83,3	87,0	91,3
Paraquate	400	95,0	98,3	99,5	97,5	97,5	97,5
Flumioxazina	50	60,0	97,0	98,8	100,0	100,0	100,0
Glifosato + flumioxazina	1.440 + 50	53,8	99,5	100,0	100,0	100,0	100,0
Glifosato + cloransulam-metil	1.440 + 40	20,0	67,5	90,8	90,8	96,3	93,8
Glifosato + 2,4-D	1.440 + 670	51,3	81,3	100,0	100,0	100,0	100,0
Glifosato + saflufenacil	1.440 + 28	47,5	67,5	77,3	88,3	83,0	83,3

Fonte: Adaptado de (FADIN, 2017).

De acordo com o trabalho apresentado por (FADIN, 2017), pode-se notar que não há necessidade de fazer mistura de produtos para o controle da vassourinha-de-botão, tendo algumas opções de aplicações únicas, como a aplicação de flumioxazina ou paraquate. No entanto, faz-se a consideração do uso de mistura de produtos para rotacionar os mecanismos de ação, garantindo que não haja pressão de seleção das plantas resistentes, além da combinação de diferentes mecanismos de ação de herbicidas ser uma boa alternativa para plantas tolerantes ao glifosato (GALON et al., 2013).

O herbicida glifosato não tem recomendação de bula para a vassourinha-de-botão. No trabalho de (FADIN, 2017) foram utilizadas as doses de 1.440 g e.a ha⁻¹ e 2.400 g i.a ha⁻¹, porém só a maior dose proporcionou bom nível de controle em todos os estágios da planta daninha, isso se deve ao fato de que essa maior dose está bem acima do máximo recomendado na bula, podendo explicar o escape de controle relatado por alguns produtores.

Assim como no tratamento com o herbicida glifosato, o tratamento com 2,4-D que apresentou controle eficiente da *S. verticillata* no trabalho de (FADIN, 2017), foi na sua

dosagem mais alta (1.000 g e.a. ha⁻¹), acima da dose máxima recomendada na bula, corroborando com a hipótese de que a planta daninha apresenta tolerância ao ingrediente ativo 2,4-D e suscetibilidade ao ingrediente ativo glifosato (MINOZZI, 2022). Apesar do herbicida paraquate se mostrar eficiente no controle da vassourinha-de-botão em alguns estudos, hoje já não é mais possível fazer a recomendação do uso desse herbicida para o controle de plantas daninhas no Brasil, pois foi proibido pela Anvisa (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) (BRASIL, 2017).

Um trabalho mais recente realizado por (LOURENÇO, 2018) em uma área cultivada por quinze anos com soja na safra e mantida em pousio nos quatro últimos anos no período de entressafra, mostra a utilização dos mecanismos de ação mais utilizados para o controle de plantas daninhas de folha larga. Nesse trabalho mostra que a mistura tripla do herbicida inibidor da EPSPS (glifosato 1.440 g e.a ha⁻¹) com herbicidas inibidores da PROTOX (saflufenacil 35 g i.a ha⁻¹, carfentrazona 39,4 g e.a ha⁻¹ ou flumioxazina 50 g i.a ha⁻¹), utilizados na pré-semeadura da cultura da soja proporcionam melhor controle quando a planta daninha vassourinha-de-botão (*S. verticillata*) está em seu estágio fenológico perenizado/reprodutivo.

Lourenço et al. (2021) também concluíram que a mistura tripla do herbicida glifosato (1.440 g i.a ha⁻¹) com herbicidas inibidores da PROTOX, saflufenacil (35 g i.a ha⁻¹), carfentrazona (39,4 g i.a ha⁻¹) ou flumioxazina (50 g e.a ha⁻¹) proporcionaram controle classificado como muito bom da vassourinha-de-botão em seu estágio perenizado/reprodutivo, além de proporcionar um aumento de produtividade na cultura principal (soja) instalada no experimento, sem causar fitointoxicação.

Outro trabalho também concluiu eficiência de controle da associação do glifosato (1.944 g e.a ha⁻¹) + flumioxazina (50 g i.a ha⁻¹) em plantas daninhas da espécie *S. verticillata* em seu pleno desenvolvimento (ALVES; PEREIRA; MONTAGNER, 2019).

Em um trabalho proposto por Junior (2020), foi avaliada a aplicação de diversos herbicidas para o manejo da vassourinha-de-botão em três diferentes estágios fenológicos. Quando a planta apresentava entre 2-4 folhas os herbicidas glufosinato-sal de amônia (500 g i.a ha⁻¹), flumioxazina (50 g i.a ha⁻¹), saflufenacil (35 g i.a ha⁻¹) e a mistura do glufosinato-sal de amônia com glifosato (1.440 g e.a ha⁻¹), flumioxazina (50 g e.a ha⁻¹), saflufenacil (35 g e.a ha⁻¹), 2,4-D (670 g e.a ha⁻¹) ou imazetapir (100 g e.a ha⁻¹) apresentaram controle eficiente. Já quando a planta apresentava entre 4-8 folhas, apenas os herbicidas flumioxazina, saflufenacil isolados e a mistura de glufosinato-sal de amônia com glifosato, flumioxazina ou saflufenacil mantiveram um bom controle. Se tratando do estágio fenológico de florescimento, apenas a flumioxazina isolada e sua combinação com glufosinato-sal de amônia mantiveram um bom controle da

vassourinha-de-botão, essa perda de eficiência de controle dos herbicidas de acordo com o estágio fenológico da planta foi relatado por Takano et al. (2013) em um trabalho utilizando *C. benghalensis*, mostrando a importância do controle nos primeiros estágios de desenvolvimento da planta.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Deve-se considerar a utilização de diversos métodos de controle para o controle da vassourinha-de-botão, principalmente o controle mecânico, controle cultural e o controle químico, visto que apenas o controle químico poderá induzir casos de resistência dessa planta daninhas. Além da utilização de diferentes métodos de controle, também deve ser feita a rotação dos mecanismos de ação dos herbicidas utilizados no controle químico, visando o mesmo propósito de diminuir a pressão de seleção de plantas resistentes.

Dentro do manejo químico da vassourinha-de-botão, houveram muitos trabalhos que apresentaram resultados de herbicidas sendo eficazes no controle, devendo levar em conta o estágio de desenvolvimento da planta e a dosagem dos herbicidas. Apesar do herbicida glifosato isolado não oferecer bom controle, a sua combinação com outros herbicidas pode favorecer o controle da vassourinha-de-botão em diferentes estágios de desenvolvimento, principalmente combinando com flumioxazina, saflufenacil, 2,4-D ou com o cloransulam-metil.

Houveram relatos de muitos herbicidas que tiveram um ótimo controle em todas as fases de desenvolvimento da vassourinha-de-botão, com destaque para as misturas duplas e triplas de herbicidas, tanto em pré, quanto em pós-emergência.

Mesmo com o bom desempenho de diversos herbicidas, isolados e combinados, apenas os herbicidas glufosinato de amônio, imazapir, picloram, saflufenacil, 2,4D + picloram, diclosulam + halauxifen-metil e diurom + hexazinona são registrados para o controle da vassourinha-de-botão, ficando bem restrita a recomendação para o controle dessa planta daninha.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINETTO, D. et al. **Manejo de Plantas Daninhas**. Atualidades agrícolas, p. 10–14, 2004.
- ALVES, L. W. R.; PEREIRA, J. F.; MONTAGNER, A. E. A. D. **Manejo antecipado de plantas daninhas em Sistema Plantio Direto no Cerrado amapaense**. Macapá: Embrapa Amapá, 2019, 9 p. (Embrapa Amapá. Comunicado técnico, 158).
- BRASIL. **Resolução – RDC N° 177, de 21 de setembro de 2017**. Ministério da Saúde: Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/19308145/do1-2017-09-22-resolucao-rdc-n-177-de-21-de-setembro-de-2017-19308065 Acessado em: 17 de dezembro de 2022.
- BRIGHENTI, A. M. et al. Controle da vassourinha-de-botão na cultura da seringueira. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS**, 26., CONGRESO DE LA ASOCIACION LATINOAMERICANA DE MALEZAS, 18., 2008, Ouro Preto. A ciência das plantas daninhas na sustentabilidade dos sistemas agrícolas: palestras. Sete Lagoas: SBCPD: Embrapa Milho e Sorgo, 2008.
- CAMPOS, D. D. A. **Matocompetição e controle químico da vassourinha-de-botão (*Spermacoce sp.*) na cultura do sorgo**. 2022. TCC (Graduação em Bacharel em Agronomia) – Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, 2022.
- CALDEIRA, D. S. A. et al. Controle de plantas daninhas em pastagem usando doses e misturas de herbicidas. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, p. 1052-1060, 2014.
- CARVALHO, L. B. **Plantas Daninhas**. Lages:e-ISBN, 2013.
- CASTILHO, J.; FORTI, V. A.; MONQUERO, P. A. Biology and non-chemical management of *Spermacoce verticillata* and *Spermacoce densiflora*. **Renewable Agriculture and Food Systems**. v. 37, p 103-112, 2021.
- CATALETTA, N. G. M. **Seleção de espécies de *Streptomyces spp.* para o biocontrole de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) em soja**. [Dissertação de Mestrado em Ciências] Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. 80 p. 2021.
- CHAUHAN, B. S. Weed Ecology and Weed Management Strategies for Dry-Seeded Rice in Asia. **Weed Technology**, v. 26, p. 1-13, 2012.
- CHIQUIERI, A.; DI MAIO, F. R.; PEIXOTO, A. L. A distribuição geográfica da família Rubiaceae Juss. Na *Flora Brasiliensis* de Martius. **Rodriguésia**, v. 55, n. 84, p. 47 – 57, 2004.
- CONSERVA, L. M.; JÚNIOR, J. C. F. *Borreria* and *Spermacoce* species (Rubiaceae): A review of their ethnomedicinal properties, chemical constituents, and biological activities. **Pharmacognosy Review**. v. 6, p 46 -55, 2012.
- CORDEAU, S. et al. Bioherbicides: Dead in the water? A review of the existing products for integrated weed management. **Crop Protection**, v. 87, p. 44-49, 2016.

CROSS, R. B. et al. A Pro 106 to Ala Substitution is Associated with Resistance to Glyphosate in Annual Bluegrass (*Poa annua*). **Weed Science**, v. 63, p. 613-622, 2015.

FADIN, D. A. **Aspectos da biologia e do controle químico de *Spermacoce verticillata* L.** 2017. 68 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Ambiente) – Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2017.

FADIN, D. A.; MONQUERO, P. A. Leaf characterization of *Spermacoce verticillata* at three stages of development. **Australian Journal of Crop Science**, v. 13, p. 792-797, 2019.

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

FONTES, J. R. A. Manejo de Plantas Daninhas em Seringais de Cultivo na Amazônia. **Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental.**, p. 8., 2007.

FONTES, J. R. A.; TONATO, F. Acúmulo de Nutrientes por Vassourinha-de-Botão (*Spermacoce verticillata*), Planta Daninha de Pastagens na Amazônia. **Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental.**, p. 6 p., 2016.

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

GALON, L. et al. Glyphosate translocation in herbicide tolerant plants. **Planta Daninha**. v. 31, p. 193-201, 2013.

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

HEAP, I. **The International Herbicide-Resistant Weed Database.** Online. Sunday, November 27, 2022. Available www.weedscience.org

INOUE, M. H.; OLIVEIRA JR, R. S. Resistência de plantas daninhas a herbicidas. In: OLIVEIRA JR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (orgs.). **Biologia e manejo de plantas daninhas.** Curitiba: Ompipax, 2011. p. 193-214.

IZUOGU, N. B.; BELLO, O. E.; BELLO, O. M. A review on *Borreria verticillata*: A potential bionematicide, channeling its significant antimicrobial activity against root-knot nematodes. **Heliyon**. V. 6, 2020.

JÚNIOR, F. DE M. L. et al. Controle de vassourinha-de-botão (*Spermacoce spp.*) com aplicações de herbicidas em pré e pós-emergência. In: **ENCONTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIAS AGROSSUSTENTÁVEIS; JORNADA CIENTÍFICA DA EMBRAPA AGROSSILVIPASTORIL**, 6., 2017, Sinop, MT. Resumos... Sinop, MT: Embrapa Agrossilvipastoril, 2017. p. 87-90.

JUNIOR, E. J. D. A. **Controle químico de *Spermacoce verticillata* em pré-semeadura de soja.** 2020. 33 f. Dissertação (Graduação em Mestrado Profissional em Bioenergia e Grãos) – Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2020.

KARAM, D. et al. Situação atual da resistência de plantas daninhas a herbicidas nos sistemas agrícolas. In: **CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO**, 32., 2018, Lavras. Soluções integradas para os sistemas de produção de milho e sorgo no Brasil: livro de palestras. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2018. Cap. 31, p. 901-932.

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

LOURENÇO, M. F. D. C. **Manejo químico de vassourinha-de-botão (*Spermacoce sp.*) na cultura da soja**. 2018. 58 f. Dissertação (Graduação em Mestrado Profissional em Proteção de Plantas) – Instituto Federal Goiano, Câmpus Urutaí, 2018.

LOURENÇO, M. F. D. C. et al. Efeito de doses de glyphosate e de misturas de herbicidas no controle de vassourinha-de-botão em pré-semeadura da cultura da soja. **Agronomia Brasileira**, v. 5, 2594-6781, 2021.

MARTINS, B. A. B. **Biologia e manejo da planta daninha *Borreria densiflora* DC.** 2008. 170 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2008.

MARTINS, B. A. B.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Herbicide efficacy on *Borreria densiflora* control in pre- and post-emergence conditions. **Planta Daninha**, v.32, n. 4, p 817 – 825, 2014.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Agrofit**. Disponível em: https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons Acesso em 19 de novembro de 2022.

MINOZZI, G. B. **Eficácia, absorção e translocação de glifosato e 2,4-D em *Spermacoce verticillata* (L.)**. 2022. 81 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2022.

MONQUERO, P. A. **Dinâmica populacional e mecanismos de tolerância de espécies de plantas daninhas ao herbicida glyphosate**. 2003. 111 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2003.

MOREIRA, H. J. DA C.; BRAGANÇA, H. B. N. **Manual de Identificação de Plantas Infestantes – Hortifrúti**. Emater e FMC, p. 1017, 2011.

NETO, J. R. C. **Desenvolvimento de formulações para potencializar a ação de metabólitos de *Phma dimorpha* no controle biológico de plantas daninhas**. 2019. 190 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2019.

OLIVEIRA JR, R. S. Introdução ao controle químico. In: OLIVEIRA JR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (orgs.). **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. p. 125-140.

PACHECO, L. P. et al. Sistemas de produção no controle de plantas daninhas em culturas anuais n Cerrado Piauiense. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 47, n. 3, p. 500-508, 2016.

PITELLI, R. A.; NACHTIGAL, G. F.; PITELLI, R. L. C. M. Controle biológico de plantas daninhas. In: **Manzanillo: Congresso Latinoamericano de Malezas**. 2003, p. 518-524.

RIOS, F.A. et al. Controle de plantas daninhas problemáticas pelo herbicida heat aplicado em jato dirigido na cultura do algodoeiro. **Anais... 8º Congresso Brasileiro de Algodão**, São Paulo, SP, 2011.

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

SANTOS, S. M. S.; GUSMÃO, M. S.; OLIVEIRA, L. S.; CARVALHO, F. D.; TEIXEIRA, E. C.; SILVA, R. A. Controle do complexo de plantas daninhas com herbicidas pré-emergentes na cultura do algodão. **Revista Cultivando o Saber**, v. 9, p. 69 - 80, 2018.

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.

TESSMAN, D. J. Controle biológico: aplicações na área da Ciência. In: OLIVEIRA JR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (orgs.). **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. p. 79-94.

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Manejo e controle de plantas daninhas na cultura da 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.htm

VIVIAN, R. et al. Weed Management in Soybean – Issues and Practices. In: EL-SHEMY, H. **Soybean – Pest Resistance**. Cairo University, 2013, p.48 - 84.