

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

GABRIEL PAREZAN TORRES

**USO DE DIVERSAS MOLÉCULAS ASSOCIADAS AO GLIFOSATO NA TENTATIVA
DO CONTROLE DE GRAMA SEDA**

Ilha Solteira

2023

GABRIEL PAREZAN TORRES

**USO DE DIVERSAS MOLÉCULAS ASSOCIADAS AO GLIFOSATO NA TENTATIVA
DO CONTROLE DE GRAMA SEDA**

Trabalho de Graduação apresentado à Faculdade de
Engenharia de Ilha Solteira – UNESP, como requisito
parcial à obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Dr. João Antonio da Costa Andrade

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

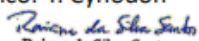
T693u Torres, Gabriel Parezan.
Uso de diversas moléculas associadas ao glifosato na tentativa do controle de grama seda / Gabriel Parezan Torres. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2023
31 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) -
Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2023

Orientador: João Antonio da Costa Andrade

Inclui bibliografia

1. Cana-de-açúcar. 2. Agentes químicos. 3. Controle químico. 4. Cynodon
dactylon.


Raiane da Silva Santos
Supervisora Técnica de Apoio
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação
CIBD/9 - 9999

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE ENGENHARIA - CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA

CURSO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA

ATA DA DEFESA – TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO: "USO DE DIVERSAS MOLÉCULAS ASSOCIADAS AO GLIFOSATO NA TENTATIVA DO CONTROLE DE GRAMA SEDA"

ALUNO: GABRIEL PAREZAN TORRES - RA: 162054467

ORIENTADOR: Prof. Dr. JOÃO ANTONIO DA COSTA ANDRADE

Aprovado (X) – Reprovado () pela Comissão Examinadora com a Nota: 9,0 (nove)

Comissão Examinadora:



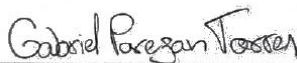
Prof. Dr. João Antonio da Costa Andrade
Presidente (Orientador)



Prof. Dr. Fernando Tadeu de Carvalho



Ms. Fernando de Souza Buzo



Aluno: Gabriel Parezan Torres

Ilha Solteira(SP), 07 de janeiro de 2023.

Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Cursos: Ciências Biológicas, Eng. Agrônômica, Eng. Civil, Eng. Elétrica, Eng. Mecânica, Física, Matemática e Zootecnia.
Avenida Brasil Centro, 56 CEP 15385-000 Ilha Solteira São Paulo Brasil
pabx (18) 3743 1000 fax (18) 3742 2735 scom@adm.feis.unesp.br www.feis.unesp.br

Dedico este trabalho a todos os que me
ajudaram ao longo desta caminhada.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que permitiu que tudo isso acontecesse, ao longo de minha vida, e não somente nestes anos como universitário, mas que em todos os momentos é o maior mestre que alguém pode conhecer.

A esta universidade, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a janela por onde hoje vislumbro um horizonte superior, eivado pela acendrada confiança no mérito e ética aqui presentes.

Ao meu orientador, pelo empenho dedicado à elaboração deste trabalho.

Agradeço a todos os professores por me proporcionar o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional, por tanto que se dedicaram a mim, não somente por terem me ensinado, mas por terem me feito aprender. A palavra mestre, nunca fará justiça aos professores dedicados aos quais sem nominar terão os meus eternos agradecimentos.

Agradeço aos professores que me acompanharam ao longo do curso e que, com empenho, se dedicam à arte de ensinar.

Meus agradecimentos aos amigos da República DZ7 Alqueires, companheiros de trabalhos e irmãos na amizade que fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes em minha vida com certeza.

Agradeço a meu pai, Edilson Alves Torres e minha mãe, Edilaine de Fátima Parezan por sempre estarem presentes e me apoiarem no desenvolvimento do meu TCC. Sem eles com certeza a tarefa teria sido muito mais árdua.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte de minha formação, o meu muito obrigado.

“Ninguém é tão grande que não possa aprender e nem tão pequeno que não possa ensinar”

Esopo.

RESUMO

A cultura da cana-de-açúcar vem sofrendo ao decorrer dos anos com a infestação de grama-seda nos canaviais. Essa daninha tem alto potencial propagativo e consegue reduzir a produtividade agrícola devido à sua capacidade de competição no ambiente e ainda produzir substâncias alelopáticas que vão dificultar a absorção de nutrientes e água pela planta. Atualmente o controle da grama seda deixou de ser eficaz com apenas uma molécula e novos manejos estão sendo estudados para a tentativa de criação de novos protocolos. O experimento foi realizado na área produtiva da Raízen, Unidade Santa Cândida na Fazenda Santa Luiza – Zona 4, localizada no município de Bocaina-SP. O delineamento experimental foi o de parcelas subdivididas no tempo com quatro repetições e seis tratamentos, contando com uma testemunha. Foram utilizadas moléculas regulamentadas para aplicação em cana, selecionando-se as principais do mercado (clomazone, indaziflam, flumioxazina e isoxaflutole). A hipótese considerada é de que a mistura de glyphosate com outra molécula das selecionadas seja capaz de controlar a daninha, buscando uma combinação que segurasse a rápida rebrota. Após as avaliações foi constatado que o tratamento com flumioxazina associado ao glyphosate resultou em um resultado estatisticamente igual ao tratamento que envolveu todas as moléculas. Um outro ponto importante foi que o tratamento com isoxaflutole até a última avaliação apresentou uma crescente evolução em relação ao controle da grama seda, enquanto os outros tratamentos estabilizaram ou até regrediram na porcentagem de controle.

Palavras-chave: Cana-de-açúcar, Agentes químicos, Controle químico, *Cynodon dactylon*.

ABSTRACT

The culture of sugarcane has suffered over the years with the infestation of sedge grass in sugarcane fields. This weed has a high propagative potential and can reduce agricultural productivity due to its ability to compete in the environment and also produce allelopathic substances that will hinder the uptake of nutrients and water by the plant. Currently, silkgrass control is no longer effective with only one molecule, and new management methods are being studied in an attempt to create new protocols. The experiment was conducted in the productive area of Raízen, Unity Santa Cândida in Fazenda Santa Luiza - Zone 4, located in the city of Bocaina-SP. The experimental design was of subdivided plots with four repetitions and six treatments, including a control. Regulated molecules for application in sugarcane were used, selected as the main ones in the market (clomazone, indaziflam, flumioxazine and isoxaflutole). The hypothesis suggests that the mixture of glyphosate with another selected molecule is capable of controlling the weed, seeking a combination that would secure rapid regrowth, where after evaluations it was found that the treatment with flumioxazine associated with glyphosate obtained a result statistically equal to the treatment that involved all molecules, Another important point was that the treatment with isoxaflutole until the last evaluation presented an increasing in relation to the control of silk grass while the other treatments stabilized or even began a regression in the percentage of treatment.

Keywords: Sugarcane, Chemical agents, Chemical control. *Cynodon dactylon*.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Método avaliativo por meio de papel hidrossensível disposto em local estratégico para avaliação da eficácia de pulverização (a) e resultado recobrimento do papel hidrossensível colocado sobre dossel da grama seda, em posição intermediária em relação ao solo e na superfície do solo (b)	22
Figura 2 – Infestação de Grama seda.	23
Figura 3 – Regressão linear do tratamento Glyphosate + Clomazone para porcentagem de controle de grama seda, avaliado estatisticamente pelo teste de <i>Tukey</i>	25
Figura 4 – Regressão linear do tratamento Glyphosate + Indaziflam para porcentagem de controle de grama seda, avaliado estatisticamente pelo teste de <i>Tukey</i>	25
Figura 5 – Regressão linear do tratamento Glyphosate + Flumioxazina para porcentagem de controle de grama seda, avaliado estatisticamente pelo teste de <i>Tukey</i>	26
Figura 6 – Regressão linear do tratamento Glyphosate + Flumioxazina para porcentagem de controle de grama seda, avaliado estatisticamente pelo teste de <i>Tukey</i>	26
Figura 7 – Regressão linear do tratamento Glyphosate + Todos (Clomazone, Indaziflam, Flumioxazina, Isoxaflutol) para porcentagem de controle de grama seda, avaliado estatisticamente pelo teste de <i>Tukey</i>	26
Figura 8 – Comparação de regressão linear dos tratamentos 2, 3, 4, 5 e 6 para porcentagem de controle de grama seda, avaliado estatisticamente pelo teste de <i>Tukey</i>	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análise de variância para % de controle de grama seda.....	20
Tabela 2 – Teste de Tukey para tratamentos e tratamentos dentro de avaliações	22
Tabela 3 – Parâmetros das análises de regressão linear e quadrática.....	23

Sumário

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 Cultura da cana-de-açúcar	15
2.2 Interferência das daninhas na cana-de-açúcar	15
2.3 Grama seda (<i>Cynodon dactylon</i>)	16
2.4 Controle químico	17
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	Erro! Marcador não definido.
3.1 Localização e características da área experimental	20
3.2 Delineamento experimental e tratamentos.....	20
3.3 Instalação e condução do experimento	20
3.4 Análise estatística.....	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5 CONCLUSÃO	27
REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

O setor sucroenergético se consolida ano após ano como um dos pilares da economia nacional por sua robustez, retorno satisfatório para produtores e investidores e capacidade de produção de toneladas por hectares. A alta taxa de investimentos realizados por grandes grupos, principalmente no estado de São Paulo, garantiram retornos seja pelo preço da commodity ou então pela alta gama de produtos que são gerados pelo setor atualmente. A cana de açúcar deixou de ser utilizada apenas para obtenção de açúcar e etanol, tendo hoje a produção de energia elétrica oriunda da queima da palha que supre a necessidade das usinas e os produtos de segunda linha, tais como o etanol de segunda geração, biodiesel e biogás.

Uma das mudanças que ocorreram no setor foi a adesão das usinas e produtores a cana crua, onde os resíduos da colheita são deixados em campo formando uma camada de palha que tem como objetivo a retenção de umidade no solo e a cobertura vegetal, podendo implicar na dormência de algumas daninhas no solo. Associações de diversos tipos de manejos são atribuídos a cultura da cana-de-açúcar, onde podemos encontrar medidas culturais que visam a busca por cultivares que têm aptidão para a região onde a cultura está sendo implantada. Uma característica desejável é a de rápido perfilhamento já que em estado de cana planta não temos a presença de palhada que provoca o sombreamento que suprime o crescimento de algumas daninhas.

As medidas químicas e mecânicas utilizadas para controle de ervas daninhas na cultura variam de acordo com o estado de desenvolvimento da cana. A cana planta passa pela operação de quebra doombo, que visa nivelamento do solo e uma última aplicação de herbicida antes do fechamento e sombreamento citado acima. Em cana soca temos o cultivo da soqueira com a presença de palha da cana com a função de supressão de plantas invasoras.

Atualmente o método mais utilizado pelos grandes grupos e produtores na cultura é a utilização de herbicidas com diferentes mecanismos de ação e diferentes épocas de aplicação, podendo ser empregados em condições de pré-emergência, pós-emergência inicial ou até em condições mais tardias.

As plantas daninhas competem por água, luz, nutrientes e em alguns casos podem liberar substâncias alelopáticas, podendo ser hospedeiras de agentes que causam a alopatia, chegando inclusive até na fase de colheita, atrapalhando a operação e causando perdas significativas no setor sucroenergético (PITELLI, 1985). A interferência negativa que pode ser causada por essas plantas indesejadas pode prejudicar o desenvolvimento do canavial, fazendo com que a reforma do canavial seja cada vez mais precoce, reduzindo a produtividade na área, diminuindo a qualidade da cana de açúcar e aumentando o preço de custo final (PAULA *et al.*, 2018).

A grama seda (*Cynodon dactylon*) tem notoriedade pela sua complexidade biológica e alto potencial de competição com a cana de açúcar e outras culturas. Caracteriza-se como uma planta perene, prostrada, com folhas finas, sistema propagativo via estolões que ficam dispostos sob a

superfície do solo, possuindo também rizomas que ficam depositados abaixo da camada superficial do solo (HOROWITZ, 1996).

Uma alternativa proposta no controle da grama seda é a mistura de moléculas presentes no mercado, avaliando o potencial residual delas, junto do efeito de choque causado pelo glyphosate. Esse produto pode ser utilizado em área total para dessecação antes do plantio ou em catação na cana soca. O estudo desenvolvido buscou verificar o efeito de misturas de produtos com diferentes mecanismos de ação no controle da grama seda em estágio propagativo avançado, também antes do plantio ou em catação. Embora o enfoque seja dado para cana de açúcar, os possíveis resultados positivos poderão ser utilizados para outras culturas, desde que os herbicidas aqui utilizados sejam compatíveis com as mesmas. No entanto deve ser destacado que foram escolhidos herbicidas recomendados para cana de açúcar.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CULTURA DA CANA-DE-AÇUCAR

A cana de açúcar (*Saccharum* spp.) exerce papel importante na economia brasileira, com o Brasil sendo o maior produtor mundial da cultura, com o enfoque no estado de São Paulo onde se encontram 173 usinas de cana de açúcar segundo NOVACANA (2021). Em segundo lugar vem o estado de Minas Gerais que comporta 44 unidades, havendo cerca de 360 usinas em todos o Brasil.

De acordo CONAB (2021) em demonstrativo a produção da safra brasileira sofreu uma redução de 86 milhões de toneladas, equivalente a 13%, onde o estado de São Paulo sofreu um prejuízo ainda maior chegando a cerca de 20%. Entretanto, a elevação dos preços das commodities e energia elétrica amenizaram os prejuízos causados pelo clima. Cabe ressaltar que parte dessa redução na produção se deve à diminuição de 1,7% na área total cultivada no Brasil, segundo o mesmo relatório.

Os subprodutos oriundos da cana de açúcar ampliaram a gama de produtos que são obtidos pela safra anual. O desenvolvimento tecnológico é resultado do investimento de diversas grandes companhias que visam o aproveitamento da cultura muito além do etanol e açúcar. Atualmente os grandes bio-parques têm capacidade de suprir sua necessidade de energia elétrica e o excedente é comercializado na rede pública e até consumo de outras indústrias (OLIVEIRA, 2007).

2.2 INTERFERÊNCIA DAS DANINHAS NA CANA-DE-AÇUCAR

A presença de plantas daninhas nos canaviais pode acarretar resultados negativos, seja na produtividade ou na qualidade do produto colhido. Ainda tem capacidade de diminuir o número de cortes esperado do canavial antes da reforma e tornar a produção da cultura muito onerosa (LORENZI, 1988).

Devido à velocidade inicial de desenvolvimento da cana, que é considerado lento, as plantas invasoras podem interferir no plantio devido a mecanização que pode ser prejudicada com a presença da massa verde das daninhas (SILVA *et al.*, 2018). Também tem potencial de interferir na soqueira da cana causando diversos problemas para o produtor, considerando o desenvolvimento comprometido da planta, que passa pela competição por água, luz, oxigênio, gás carbônico e outros nutrientes disponíveis no solo (CASTRO *et al.*, 2014).

Existem estimativas que demonstram mais de 1.000 espécies de daninhas que tem seu habitat nesse agroecossistema, espalhadas em regiões produtivas (KUVA *et al.*, 2003). Um

dos principais problemas encontrados é a seletividade que pode ser encontrada em estado avançado dependendo da região avaliada, pois manejos incorretos e o uso abusivo de moléculas sem o devido cuidado seleciona no ambiente plantas resistentes e o herbicida deixa de ser tão eficaz no decorrer dos anos, chegando até sua aplicação ser considerada inútil (SILVA *et al.*, 2022).

Daninhas também tem a capacidade de atrapalhar na colheita devido a sua massa verde, atrapalhando o corte de base de ser realizado com eficácia, causando danos à soqueira que, por esse fato, não conseguirá se desenvolver como o esperado para a cultivar nos anos seguintes. Também o embuchamento do pirulito da colhedora de cana não é desejável na hora da colheita, atrasando a operação e podendo causar acidentes como incêndios que levam a perda total do implemento agrícola (MOSSIN *et al.*, 2019).

Devido ao exorbitante número de espécies presentes, fica difícil criar uma metodologia fixa que poderia ser utilizada em todos os ambientes. Daninhas tem capacidade propagativa diferentes, modos de dispersão diferentes, resistências diferentes e períodos de dormência variáveis (KOGAN, 1992).

Conhecer a morfologia das plantas presentes no canavial é considerado o primeiro passo para os agricultores realizarem um bom controle, pois a partir daí é possível uma melhor seleção dos produtos e manejos que serão utilizados na área, provocando uma melhor assertividade na operação de controle de daninhas e evitando uma possível seleção de plantas resistentes no ambiente em questão (VEDANA *et al.*, 2019).

Na literatura podemos encontrar que o período crítico de prevenção da interferência (PCPI) na cana de açúcar no seu estado de cana planta é localizado entre 30 e 100 dias após o plantio ser efetuado (ROLIM; CHRISTOFFOLETI, 1982). Na situação de cana soca não é encontrado um número significativo de trabalhos, na prática, acredita-se que o PCPI em cana soca seca seja também de 30 a 100 dias e na soca úmida temos o encurtamento desse período para 30 a 60 dias (KUVA *et al.*, 2000).

A ação individual de cada herbicida nem sempre é eficaz. Portanto, a combinação de herbicidas de diferentes modos de ação poderá trazer algum benefício no controle das plantas daninhas, em especial a grama seda.

2.3 GRAMA SEDA (*Cynodon dactylon*)

A grama seda é uma planta daninha classificada como perene, prostrada, de folhas finas, contendo rizomas e estolões que são responsáveis pela sua maior capacidade de dispersão. O gênero *Cynodon* engloba oito espécies, que são divididas em quatro grupos de acordo com a região em que são encontrados (HARLAN, 1970).

Na literatura podemos encontrar também a divisão em dois grupos: as plantas rizomatosas, grama bermuda (*Cynodon dactylon*) e as não rizomatosas, grama estrela (*Cynodon nlemfuensis* e *Cynodon plectostachyus*). A origem da planta se deu na África e posteriormente foi comercializada para o mundo para gramados residenciais e campos de golfe (GURGEL, 2003).

Com a grande competição por luz, essa daninha consegue provocar efeito de sufocamento na cultura da cana de açúcar chegando a provocar uma redução de até 32% na produtividade (RICHARD JUNIOR; DALLEY, 2007).

Sua disseminação, assim como citado acima, é por meio dos seus rizomas e estolões, mas também, em alguns casos, consegue utilizar de suas sementes para a propagação da espécie (SATORRE *et al.*, 1996).

Segundo KUVA *et al.*, (2008), sua dispersão é facilitada na cana de açúcar devido ao manejo que é empregado na cultura, onde quase todas as operações mecânicas têm um certo potencial de propagação da daninha e a presença de palha nesse caso pode atrapalhar o efeito do herbicida aplicado com o intuito de controle da grama.

Algumas operações, como preparo de solo, têm alto potencial de dispersão pois ele corta a grama em pedaços menores e revolve o solo fazendo com que estolões e rizomas sejam dispersos na área de operação (LORENZI, 2014).

Outras operações têm menor capacidade de dispersão, como por exemplo a aplicação de defensivos agrícolas, onde a grama pode ficar enroscada em alguma parte do implemento e posteriormente cair no solo onde anteriormente não existia a infestação dela.

2.4 CONTROLE QUÍMICO

Atualmente na cultura da cana de açúcar o método mais eficaz no controle de daninhas é o controle químico, muito mais eficiente do que manejos mecânicos, porém, com potencial residual. Entretanto a assertividade e eficácia da aplicação vão depender de uma série de fatores, onde características edafoclimáticas influenciam na molécula a ser utilizada, a dosagem do produto, dependendo do índice de contaminação da área, do estágio de desenvolvimento da daninha e a estrutura fisiológica da planta a ser eliminada.

No mercado encontra-se atualmente mais de 50 produtos registrados para cana de açúcar, que apresentam um leque diferenciado de mecanismos de ação, tempo de meia vida, período residual total e época de aplicação (CHRISTOFFOLETI, 2004).

A época de aplicação é um período crítico para a seleção do produto que será aplicado, pois os mesmos se dividem em produtos para cana planta e cana soca, e épocas de aplicação como seca, úmida e semi-seca. Portanto, um grande fator aliado do profissional que está

fazendo as recomendações para área é o conhecimento dos índices pluviométricos para a região (LORENZI, 2017).

São encontradas uma série de recomendações de moléculas para controle de grama seda na cultura da cana de açúcar, tais como: Imazapyr, Isoxaflutole, Glyphosate, Clomazone, Sulfentrazone e Flumioxazina.

O protocolo utilizado atualmente na reforma do canavial, caso infestado pela grama seda, é a erradicação de soqueira por meio de métodos químicos e mecânicos, seguida de descanso e posterior dessecação com glyphosate + imazapyr.

Então a área é deixada novamente em descanso por um tempo para que se regenere e por fim uma nova dessecação, sempre respeitando o tempo de carência do imazapyr que é de aproximadamente 60 dias antes do preparo final do solo (AZANIA, 2008).

Durante a primeira fase de desenvolvimento da cana, com esporão, ainda sem a presença de folhas, a cana é considerada tolerante a herbicidas de mecanismo foliares de contato e de translocação. Essa fase se enquadra de 15 a 20 dias pós-plantio e se, por acaso, forem selecionados herbicidas com tempo residual maior que esse período as moléculas serão absorvidas pela cana. Entretanto não afetarão a cultura, pois ela não tem ligação direta dos vasos do xilema da raiz com o caule da brotação. Nessa janela são utilizadas moléculas como Sulfentrazone, Clomazone, Tebuthiuron, Indaziflam, Trifluralina, Diuron e Ametrina (KUVA *et al.*, 2007).

Na segunda fase de desenvolvimento da cultura é exigido uma maior atenção na hora da recomendação, pois encontramos a cana de açúcar no seu estágio mais sensível a herbicidas foliares de contato. A fina cutícula foliar presente nas folhas da cana ainda não consegue oferecer resistência aos mecanismos dos herbicidas e, como o potencial da cana se baseia no primeiro colmo que será formado, estes podem causar danos irreparáveis no canavial. Portanto é recomendado o manejo após o término dessa fase (KUVA *et al.*, 2003).

Na terceira fase da cultura temos o período crítico para o perfilhamento da planta, quando a cana já começa a competir com as daninhas. Nessa parte do processo de desenvolvimento final das raízes definitivas um ponto importante é a lixiviação de produtos não seletivos que pode ocorrer para a área em que as raízes definitivas se encontram (KUVA *et al.*, 2001).

Na quarta fase da cultura, que pode ser encontrada de três a quatro meses pós-plantio, a cana já se encontra com todos os processos radiculares formados, colmos já se desenvolveram, com processo de entouceamento completo. A partir de então, a cana volta a ser bastante tolerante aos herbicidas com altos residuais e de absorção foliar, implicando a catação de daninhas nas entrelinhas utilizando de herbicidas de baixa seletividade (KUVA *et al.*, 2003).

Nas condições de cana soca o sistema radicular da planta se encontra desenvolvido por completo, visto que na colheita as touceiras não são arrancadas. Então a primeira fase da cultura novamente volta a formação do esporão, entretanto agora com maior velocidade, apresentando grande resistência novamente a herbicidas residuais, pois o novo esporão novamente não tem ligação com as raízes deixadas pela safra passada (KOUAMÉ *et al.*, 2014).

O início da segunda fase da cana soca se dá pela substituição das raízes que são oriundas dos perfilhos, que é seguido do entouceamento intenso. Nessa etapa temos a baixa interferência de daninhas na cana de açúcar que seguirá com o processo de sombreamento das entrelinhas e linhas com maior rapidez (KNEZEVIC *et al.*, 2002).

Um dos métodos utilizados para a supressão de grama seda em cana soca é a dessecação das entre-linhas com glyphosate na dose de 4,0 L ha⁻¹. Em casos de severa incidência da daninha é formulada uma calda que pode conter até 4% de glyphosate sendo dirigida a manchas de grama, evitando o contato com as folhas da cana (MESCHEDE *et al.*, 2010).

Glyphosate é um herbicida sistêmico, totalmente não seletivo, que tem como seu mecanismo de ação a inibição da enzima do enolpiruvil-shiquimato fosfato sintase (EPSPs) e tem potencial de provocar a morte tanto de plantas anuais como perenes (TIMOSSI, 2006).

O Clomazone é recomendado de 1,8 L ha⁻¹ até 2,2 L ha⁻¹ para situações de pré-emergência no controle de gramíneas anuais e algumas folhas largas (AGROFIT, 2020). Tem como mecanismo de ação a inibição da biossíntese dos compostos isoprenóides que seriam utilizados como precursores do pigmento fotossintético. Desta maneira, as plantas emergem brancas por falta de clorofila e, além de desprotegidas, apresentam déficit nutricional em razão da ausência de fotossíntese, fazendo com que a planta morra em consequência desse efeito.

O Flumioxazin [N-(7-fluoro-3,4-dihidro-3-oxo-4-prop-2-ynyl-2H-1,4-benzoxazin-6-yl) cyclohex-1-ene-1,2-dicarboxamide] é um herbicida registrado para uso em condições de pré-emergência. Sua recomendação de bula para a cultura da cana de açúcar é de 0,300 L ha⁻¹, capaz de controlar daninhas de folhas largas e algumas monocotiledôneas (CARBONARI *et al.*, 2010), tendo baixo potencial de lixiviação e meia vida aproximada de 22 dias (RODRIGUES; ALMEIDA, 2005).

O Indaziflam é uma molécula nova no mercado, da classe “alkylazine” que atua na inibição da biossíntese da celulose (TOMPKINS, 2010). Esse mecanismo faz com que não haja continuidade no crescimento da parede celular da planta, comprometendo o desenvolvimento. Recentes estudos estão sendo realizados em relação a essa molécula na cultura da cana, onde foi comprovada a eficácia da referida molécula, com bom resultado no controle da grama seda. Sua dosagem atual é de 0,100 L ha⁻¹ e uma outra característica satisfatória é a sua meia vida que pode chegar até 150 dias após aplicação (TOFFOLI, 2020).

O Isoxaflutole, da classe dos isoxazóis, é recomendado no controle de gramíneas perenes e anuais, podendo ser recomendado na condição de pré-emergência e pós-emergência precoce (KRUSE, 2010). Essa molécula apresenta absorção pelo meristema apical das plântulas e nas raízes, atuando na inibição da biossíntese do caroteno. A característica comum de plantas que estão sob o efeito da molécula é o branqueamento das partes fotossintéticas.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Localização e características da área experimental

O trabalho experimental foi desenvolvido durante um período de aproximadamente 45 dias, de abril a maio de 2022, na Fazenda Santa Luiza - Zona 4, propriedade da Raízen Energia, Unidade Santa Cândida, localizada a 580 m de altitude, latitude de 22°11'10" sul e longitude 48°49'42" oeste, no município de Bocaína/SP.

3.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados em parcelas subdivididas no tempo com quatro repetições, com parcelas de 3m² (1,5m x 2,0m), espaçadas de 1,5m e considerando-se 1,5m bordadura. Essa área não continha mais cana, devido a competição com a grama seda. Entende-se que isso não seja um problema experimental, pois o tipo de controle preconizado é com jato dirigido à grama seda, sem atingir a cana ou antes do plantio em área a ser implantado o canavial.

Os tratamentos utilizados foram os seguintes:

- 1 - Testemunha: nenhuma molécula foi aplicada;
- 2 - Glyphosate (4 L ha⁻¹) + Clomazone (Gamit®; 2 L ha⁻¹);
- 3 - Glyphosate (4 L ha⁻¹) + Indaziflam (150 mL ha⁻¹);
- 4 - Glyphosate (4 L ha⁻¹) + Flumioxazina (0,3 L ha⁻¹);
- 5 - Glyphosate (4 L ha⁻¹) + Isoxaflutol (100 g ha⁻¹);
- 6 - Glyphosate (4 L ha⁻¹) + Clomazone (2 L ha⁻¹) + Indaziflam (150 mL ha⁻¹) + Flumioxazina (0,3 L ha⁻¹) + Isoxaflutol (100g ha⁻¹);

Em todos os tratamentos foi usado volume de calda de 150 L ha⁻¹ e adição de 1% de óleo adjuvante.

3.3 Instalação e condução do experimento

Os blocos foram casualizados e o estaqueamento da área foi realizado um dia antes das aplicações (03/04/22), que ocorreram todas na mesma data. Os tratamentos foram preparados em cinco bombas costais elétricas de 16 L (Superagri) na vazão de 4 litros por minuto e uma barra de aplicação com quatro bicos e espaçamento entre bicos de 20 cm. O bico de pulverização utilizado foi o de leque simples (MAGNO ADGA 015).

Antes da aplicação, foram disponibilizadas pela área papéis hidrossensíveis (DRS), para permitir verificar se a aplicação foi assertiva. As condições climáticas para aplicação estavam propícias, sendo a umidade relativa do ar em 65%, sem rajadas de vento significativas e temperatura de 24°C.

As avaliações foram realizadas semanalmente, durante quatro semanas, iniciando-se 15 dias após aplicação. Visualmente foi atribuída uma nota equivalente em porcentagem, onde a grama foi revolvida para uma análise completa, observando tanto a camada superior da planta quanto às partes mais próximas ao solo, sendo avaliado pelo controle do aspecto visual da senescência e desenvolvimento da planta de acordo com a escala de ALAM (1974), no qual 0 representa nenhuma injúria e 100 equivale a morte da planta. A grama foi revolvida para uma análise geral, visualizando desde a parte superior até a camada mais próxima do solo.

3.4 Análise estatística

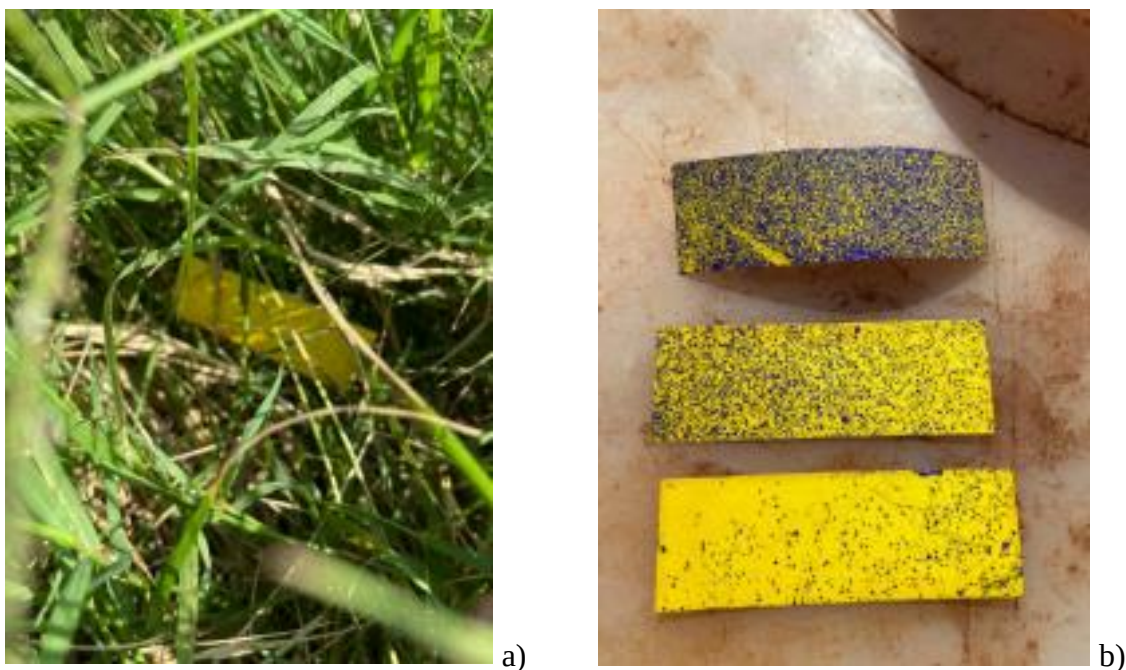
Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), com aplicação do teste F e teste de Tukey para comparação das médias. Também foi realizada uma regressão, para cada tratamento, em função das semanas de avaliação. As análises estatísticas foram processadas utilizando-se o programa de análise estatística SISVAR (FERREIRA *et al.*, 2019).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi constatado, com a utilização de papéis hidrossensíveis que a aplicação realizada atendeu todos os parâmetros para a análise das moléculas, onde podemos ver que desde a camada mais superior da grama até a parte que está em contato com o solo recebeu adequadamente os produtos (Figura 1).

De acordo com os dados da análise de variância (Tabela 1) foi encontrado significância para tratamentos e avaliações, ou seja, em tratamentos foram obtidos resultados que ao decorrer das avaliações demonstraram porcentagem de controle diferente. A significância da interação Avaliações x Tratamentos indica que a evolução da porcentagem de controle ao longo das avaliações foi diferente para pelo menos um tratamento. Assim espera-se que pelo menos um coeficiente de regressão para % de controle em relação às avaliações seja diferente dos demais.

Figura 1. Método avaliativo por meio de papel hidrossensível disposto em local estratégico para avaliação da eficácia de pulverização (a) e resultado recobrimento do papel hidrossensível colocado sobre dossel da grama seda, em posição intermediária em relação ao solo e na superfície do solo (b).



Fonte: Próprio autor (2021).

Tabela 1. Análise de variância para % de controle de grama seda.

Fontes de Variação	GL	QM	F	Pr>F
Blocos	3	153,472	4,857	0,015
Tratamentos	5	12002,291	379,853	0,000
Erro 1	15	31,597		
Avaliações	3	296,527	17,023	0,000
Avaliações x Tratamentos	15	341,319	19,595	0,000
Erro 2	5	17,418		
Total	95	67895,833		
CV 1 (%)		8,01		
CV 2 (%)		5,94		
Média		70,208		

Com o teste de Tukey (Tabela 2) podemos destacar dois tratamentos com controles estatisticamente superiores aos demais (4 - glyphosate + todas as moléculas e 6 - glyphosate

+ flumioxazina) e que também apresentaram maiores coeficientes de regressão (Tabela 3, Figuras 5 e 6) para a porcentagem de controle em função da época de avaliação, demonstrando uma maior rapidez de controle em relação aos demais tratamentos. Adicionalmente, os controles restantes também foram significativamente superiores à testemunha, mas não tão eficientes quanto os tratamentos 4 e 6 tanto na média geral quanto nas regressões.

Na análise de regressão (Tabela 3) para os tratamentos 2, 4 e 6 houve significância dos coeficientes de regressão lineares, constatando-se um comportamento igual, onde nas primeiras avaliações ocorreu uma maior porcentagem de controle do que nas últimas. Podendo significar que o índice de rebrota está aumentando devido ao fato de que a eficácia do efeito residual dos herbicidas diminuiu ao decorrer do tempo seja por lixiviação ou fotodegradação. Esses tratamentos se mostraram eficientes durante o período do experimento (43 dias), podendo ser recomendados caso o período crítico de prevenção da interferência esteja enquadrado e o fechamento de linha for garantido.

No tratamento 3 (Glyphosate + Indaziflam) foi encontrada significância na regressão quadrática com a porcentagem de controle iniciou menor do que nas avaliações posteriores e teve uma queda na última, também significando uma perda de eficácia no controle. Esse comportamento se dá devido a molécula ser recomendada em casos de pré-emergência e a situação em que se encontrava a grama seda no experimento era pós-emergência tardia (Figura 2). O mecanismo de ação do Indaziflam é o de inibição da biossíntese da celulose que é muito eficaz em situações em que a grama seda está se desenvolvendo como foi constatado por TOFFOLI (2020), que no mesmo trabalho também avaliou a molécula em situação de pós-emergência e relatou resultados similares aos obtidos neste trabalho.

Figura 2. Infestação de Grama seda.



Fonte: Próprio autor (2021).

Para o tratamento 5 (Glyphosate + Isoxaflutole) ocorreu significância na regressão linear, porém seu comportamento foi diferente das outras regressões lineares, aumentando o controle no decorrer das avaliações. Avaliando-se a média geral do tratamento percebe-se que não está entre as mais altas, o que significa que o tempo de ação da molécula interferiu na média descrita. Entretanto o aumento ao decorrer das avaliações torna a molécula uma possível opção de recomendação quando se tem uma janela maior para o fechamento das entre linhas. Marchiori Júnior *et al.* (2005) avaliaram o efeito residual da molécula Isoxaflutole em condições de seca e foi constatado o controle de Capim-mombaça (*Panicum maximum*) em 80% até 114 após aplicação, em condição de solo argiloso, comprovando o longo período de meia vida da molécula.

O tratamento 2 (glyphosate + clomazone) se destacou nas duas primeiras avaliações e posteriormente apresentou uma queda na porcentagem de controle, resultado não esperado, pois clomazone é uma molécula de alta solubilidade em água que proporciona a mesma um melhor desempenho em condições de baixa umidade na superfície do solo (BARCELLOS JÚNIOR *et al.*, 2017). Segundo Zanella *et al.*, (2008), que avaliou a degradação da molécula pela irradiação ultra violeta, ela permanece ativa por 20 dias e então começa a ser fotodegradada, período que coincide com o momento de diminuição na porcentagem de controle deste experimento.

Tabela 2. Médias gerais dos tratamentos e para tratamentos dentro de avaliações, para porcentagem de controle de grama seda.

Tratamentos	Avaliações*				Médias
	1	2	3	4	
Testemunha	0,000 d	0,000 c	0,000 b	0,000 c	0,000 d
Glyphosate + Clomazone	82,500 a	81,250 ab	78,750 c	75,000 b	79,375 bc
Glyphosate + Indaziflam	62,500 c	80,000 b	80,000 a	77,500 ab	75,000 c
Glyphosate + Flumioxazina	87,500 a	85,000 ab	85,000 a	83,750 ab	85,312 ab
Glyphosate + Isoxaflutole	72,500 b	78,750 b	81,250 a	86,250 a	79,687 bc
Glyphosate + Todos	90,000 a	90,000 a	86,250 a	81,250 ab	86,875 a

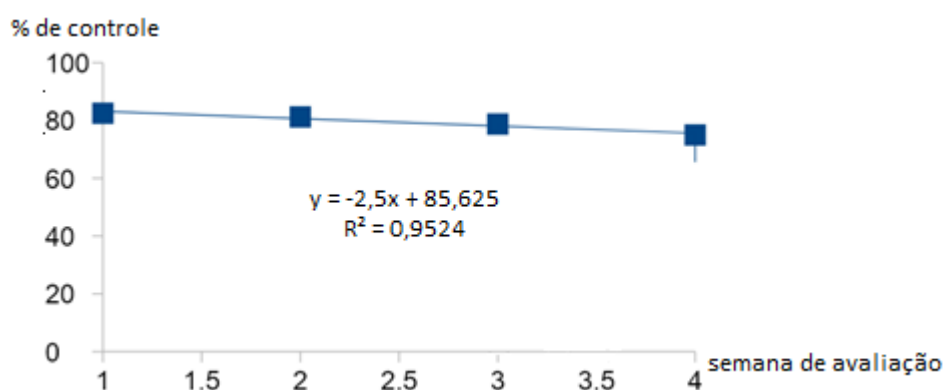
* - Médias seguidas pela mesma letra na vertical, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey.

Tabela 3. Coeficientes de regressão das análises de regressão linear e quadrática para porcentagem de controle de grama seda em função da época de avaliação.

Tratamentos	Linear			Quadrática			
	b_0	b_1	R^2	b_0	b_1	b_2	R^2
Glyphosate + Clomazone	85,62**	-2,50**	95,24%	82,50**	0,62	-0,62	100,0%
Glyphosate + Indaziflam	63,75**	4,50**	47,65%	38,75**	29,50**	-5,00**	94,7%
Glyphosate + Flumioxazina	88,12**	-1,12	85,26%	89,69**	-2,69	0,31	90,5%
Glyphosate + Isoxaflutol	68,75**	4,37**	97,61%	67,19**	5,94	-0,31	98,0%
Glyphosate + Todos	94,37**	-3,00**	87,27%	88,12**	3,25	-1,25	99,4%

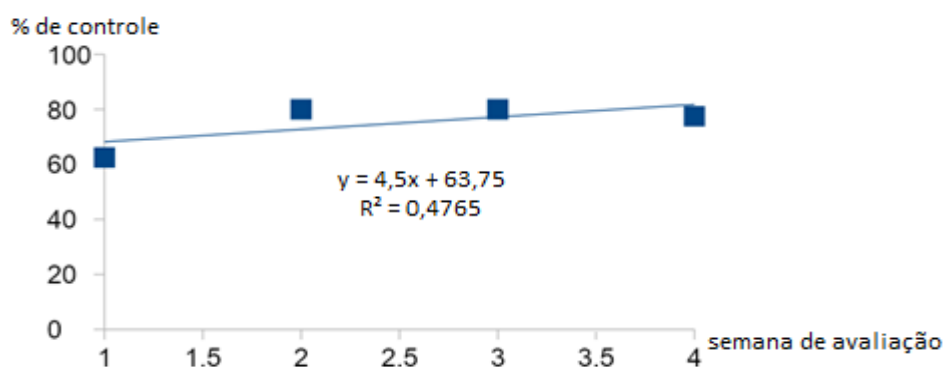
*, ** - Significativos em nível de 5 e 1% de probabilidade pelo teste t.

Figura 3. Regressão linear do tratamento Glyphosate + Clomazone para porcentagem de controle de grama seda, em função das épocas de avaliação (semanas).



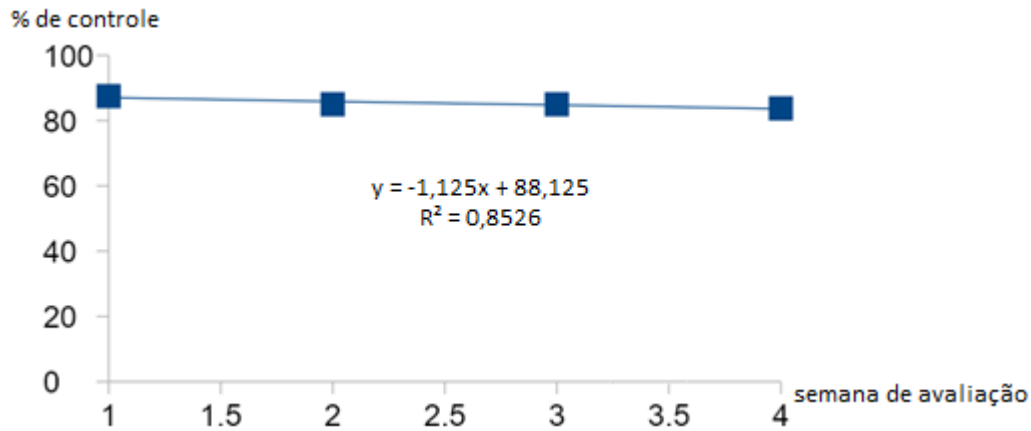
Fonte: Próprio autor (2021).

Figura 4. Regressão linear do tratamento Glyphosate + Indaziflam para porcentagem de controle de grama seda, em função das épocas de avaliação (semanas).



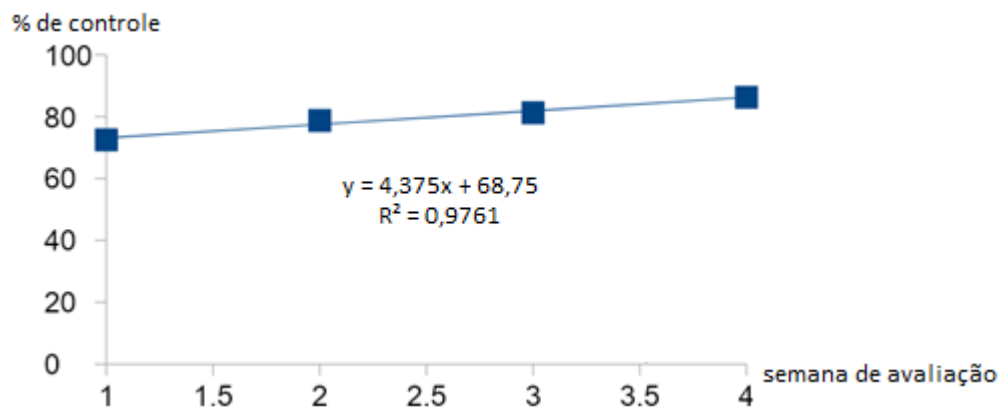
Fonte: Próprio autor (2021).

Figura 5. Regressão linear do tratamento Glyphosate + Flumioxazina para porcentagem de controle de grama seda, em função das épocas de avaliação (semanas).



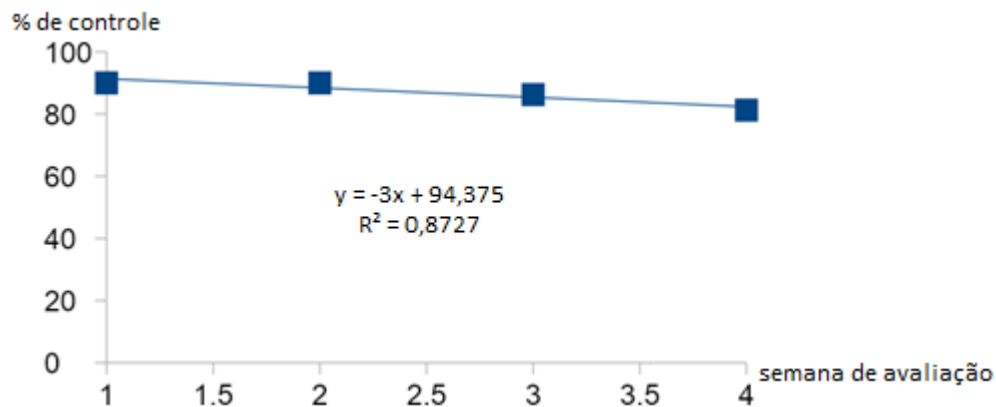
Fonte: Próprio autor (2021)

Figura 6. Regressão linear do tratamento Glyphosate + Isoxaflutol para porcentagem de controle de grama seda, em função das épocas de avaliação (semanas).



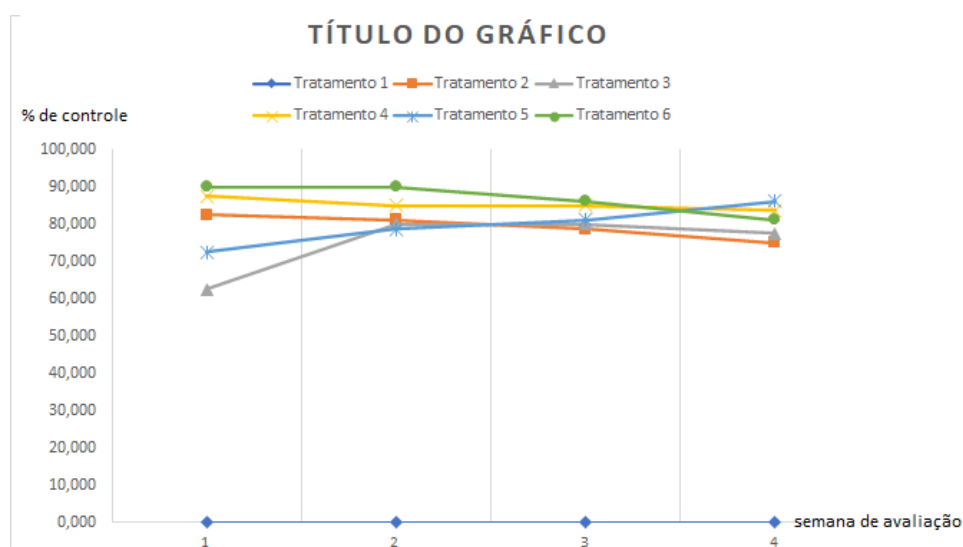
Fonte: Próprio autor (2021).

Figura 7. Regressão linear do tratamento Glyphosate + Todos (Clomazone, Indaziflam, Flumioxazina, Isoxaflutol) para porcentagem de controle de grama seda, em função das épocas de avaliação (semanas).



Fonte: Próprio autor (2021).

Figura 8. Curvas de regressão da porcentagem de controle de todos os tratamentos em função das épocas de avaliação (semanas).



Fonte: Próprio autor (2021).

5 CONCLUSÕES

O tratamento Glyphosate + Flumioxazina apresentou média significativa no controle de grama seda, enquanto os tratamentos com Clomazone, Indaziflam e Isoxaflutole apresentaram resultados inferiores a mistura de Flumioxazina. Embora o tratamento com Glyphosate e todos os outros produtos (Clomazone, Indaziflam, Isoxaflutole e Flumioxazina) tenha apresentado resultado superior ao tratamento com Flumioxazina, deve-se levar em consideração o alto custo de manejo comparado ao resultado aproximado do tratamento comparado a cima. Assim, pode-se concluir que o uso de Flumioxazina junto ao Glyphosate alcançou resultados significativos para potencial uso da Agroindústria da cana-de-açúcar no controle de grama seda.

Adicionalmente, a mistura destacada a cima apresenta características que a torna viável para aplicação, uma vez que o custo não é elevado e exibe resultados satisfatórios, embora ainda não seja comumente utilizada em usinas sucroenergéticas.

Por fim, destaco que o presente estudo foi desenvolvido durante estágio realizado na fazenda Santa Luzia da Raízen Energia, Unidade Santa Cândida, propriedade mencionada no texto como local do experimento.

REFERÊNCIAS

- AGROFIT - Sistemas de Agrotóxicos Fitossanitários. MAPA - Coordenação-Geral de Agrotóxicos e Afins/DFIA/DAS, 2020.
- ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE MALEZAS - ALAM. **Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación en ensayos de control de malezas**. [S. l.], 1974.
- AZANIA, C. A. M. Manejo de plantas daninhas em cana-de-açúcar. **O Agrônomo**, Campinas, v. 70, p. 1, 2008.
- BARCELLOS JÚNIOR, L. H. et al. Differential tolerance of sugarcane cultivars to clomazone. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 35, n. e017169352, p. 1-8, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582017350100069>
- CARBONARI, C. A.; GOMES, G. L. G. C.; VELINI, E. D. Efeitos de períodos sem a ocorrência de chuva na eficácia do flumioxazin aplicado no solo e na planta de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Jaboticabal, v. 9, n. 3, p. 81-88, 2010.
- CASTRO, S. G. Q. et al. Harvest managements and cultural practices in sugarcane. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 38, n. 1, p. 299-306, 2014.
- VICTORIA FILHO, R.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Manejo de plantas daninhas e produtividade da cana. **Visão Agrícola**, [s. l.], v. 1, p. 32-37, 2004.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar: primeiro levantamento – 2020/2021**. Brasília, DF, 2020. v. 7, n. 1.
- DE TOFFOLI, C. R. **Possibilidades de controle químico de grama-seda (*Cynodon dactylon*) com o indaziflam**. 2020. 54 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2020.
- FERREIRA, E. A. et al. Manejo de plantas daninhas em cana-crua. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 28, p. 915-925, 2011.
- GURGEL, R. G. A. Principais Espécies e Variedades de Grama. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS – SIGRA, 1., 2003, Botucatu. **Anais [...]** Botucatu: FCA/Unesp, 2003. 1 CD-ROM.
- HARLAN, J. R. *Cynodon species* and their value for grazing and hay. **Herbage Abstracts**, Wallingford, v. 40, p. 233-238, 1970.
- HOROWITZ, M. Bermudagrass (*Cynodon dactylon*): A History of the Weed and Its Control in Israel. **Phytoparasitica**, Dordrecht, v. 24, p. 305-320, 1996.
- KNEZEVIC, S. Z. et al. Critical period for weed control: the concept and data analysis. **Weed Science**, v.50, p.773–786, 2002.
- KOGAN, M. A. **Malezas: ecofisiologia y estrategias de control**. Santiago: Pontificia Universidad Catolica, 1992. p. 402.
- KOUAMÉ, K. B. J. et al. Determination of critical period for weed control in intensive and non-intensive sugarcane (*Saccharum officinarum* L., Poaceae) production systems in center Côte d'Ivoire. **Int. Journal Biology Chemical Science**, [s. l.], v. 8, p. 2244-2257, 2014.

KRUSE, N. D.; VIDAL, R. A.; MEROTTO, J. Inibidores da síntese de carotenóides. **Herbicidologia**, Porto Alegre: Edição dos Autores, 2010. p. 113-122.

KUVA, M. A. *et al.* Fitossociologia de comunidades de plantas daninhas em agroecossistema cana-crua. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 25, p. 501-511, 2007.

KUVA, M. A. *et al.* Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. I – Tiririca. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 18, p. 241-251, 2000.

KUVA, M. A. *et al.* Padrões de infestação de comunidades de plantas daninhas no agroecossistema de cana-crua. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 26, p.549-557, 2008.

KUVA, M. A. *et al.* Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar: II - capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*). **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 19, p. 323-330, 2001.

KUVA, M. A. *et al.* Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. III - Capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) e capim-colonião (*Panicum maximum*). **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 21, p. 37-44. 2003.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas**: plantio direto e convencional. Nova Odessa: Editora Plantarum, 2014. 384 p.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2017. 384 p.

LORENZI, H. Plantas daninhas e seu controle na cultura da cana-de-açúcar. *In*: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA. **Anais [...]** São Paulo: COOPERSUCAR, 1988. p. 281-301.

MARCHIORI, J. O. *et al.* Efeito residual de isoxaflutole após diferentes períodos de seca. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 23, n. 3, p. 491-499, 2005.

MESCHEDE, D. K.; VELINI, E. D.; CARBONARI, C. A. Efeitos do Glyphosate e Sulfometuron-Methyl no crescimento e na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 28, p. 1135-1141, 2010.

MOSSIN, C. B. *et al.* Interference relationships between weeds and sugarcane in the “Plene” system. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 37, p. e019190686, 2019.

NOVACANA. **Preservação do solo a partir do plantio de cana**. Curitiba: NovaCana, 2021.

OLIVEIRA, J. G. **Perspectivas para a cogeração com bagaço de cana-de-açúcar**: potencial do mercado de carbono para o setor sucroalcooleiro paulista. 2007. 160 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

PAULA, R. J. *et al.* Weed interference in the initial growth of meristem-grown sugarcane plantlets. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 22, n. 9, p. 634-637, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n9p634-639>

PITELLI, R. A. **Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas**. Belo Horizonte: Embrapa: CPAF-AC, 1985. 15 p.

RICHARD, J. E. P., DALLEY, C. D. Sugarcane response to bermudagrass interference. **Weed Technology**, Cambridge, v. 21, p. 941-946, 2007.

RODRIGUES, B. N., ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 5. ed. Londrina: Edição dos autores, 2005. 592 p.

ROLIM, J. C., CHRISTOFFOLETI, P. J. Período crítico de competição das plantas daninhas com cana planta de ano. **Saccharum APC**, [s. l.], v. 5, n. 22, p.21-26, 1982.

SATORRE, E. H., RIZZO, F. A., ARIAS, S. P. The effect of temperature on sprouting and early establishment of *Cynodon dactylon*. **Weed Research**, Chichester, v. 36, p. 431-440, 1996.

SILVA, G. S. et al. Manejo de plantas daninhas no sistema de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Jaboticabal, v. 17, n. 1, p. 86-94, jan./mar. 2018. DOI: <https://doi.org/10.7824/rbh.v17i1.526>

SILVA, J. A. N. et al. Manutenção e persistência do palhço em função do manejo e seu efeito sobre o sistema radicular da cana-de-açúcar. **Revista Magsul de Agronomia**, [s. l.], v. 2, 2022.

TIMOSSI, P. C., DURIGAN, J. C., LEITE, G. J. Eficácia de Glyphosate em plantas de cobertura. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 24, n.3, p.475-480, 2006.

TOMPKINS, J. Pesticide Fact Sheet: Indaziflam. United States Environmental Protection Agency, 2010.

VEDANA, R. et al. Distribuição espacial da produtividade de cana-de-açúcar no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, [s. l.], v. 4, 2019.

ZANELLA, R. et al. Study of the Degradation of the Herbicide Clomazone in Distilled and in Irrigated Rice Field Waters using HPLC-DAD and GC-MS. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, São Paulo, v. 19, n. 5, p. 987-995, 2008.