



LEANDRA APARECIDA DE OLIVEIRA

**SELETIVIDADE DE HERBICIDAS EM PÓS-EMERGÊNCIA NA
CULTURA DO GIRASSOL**

URUTAÍ, GOIÁS

2024

LEANDRA APARECIDA DE OLIVEIRA

**SELETIVIDADE DE HERBICIDAS EM PÓS-EMERGÊNCIA NA
CULTURA DO GIRASSOL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao IF Goiano Campus Urutaí como parte das exigências do Curso de Graduação em Agronomia para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Polianna Alves Silva Dias.

URUTAÍ, GOIÁS

2024

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

OL437s Oliveira, Leandra Aparecida de
Seletividade de herbicidas em pós-emergência na
cultura do girassol / Leandra Aparecida de Oliveira;
orientadora Polianna Alves Silva Dias. -- Urutaí,
2024.
26 p.

TCC (Graduação em Bacharelado em Agronomia) --
Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, 2024.

1. fitotoxicidade. 2. Helianthus annuus L. 3.
plantas daninhas. 4. tolerância. I. Alves Silva Dias,
Polianna, 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

- Tese (doutorado) Artigo científico
 Dissertação (mestrado) Capítulo de livro
 Monografia (especialização) Livro
 TCC (graduação) Trabalho apresentado em evento

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Leandra Aparecida de Oliveira

Matrícula:

2019101200240122

Título do trabalho:

SELETIVIDADE DE HERBICIDAS EM PÓS-EMERGÊNCIA NA CULTURA DO GIRASSOL

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 12 /03 /2024

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 inclusos 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.

gov.br Documento assinado digitalmente
LEANDRA APARECIDA DE OLIVEIRA
Data: 11/03/2024 21:40:25-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)

gov.br Documento assinado digitalmente
POLIANNA ALVES SILVA DIAS
Data: 12/03/2024 20:28:44-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

URUTAÍ
Local

11 /03 /2024
Data

**INSTITUTO FEDERAL GOIANO**

Campus Urutai
Rodovia Geraldo Silva Nascimento, Km 2.5, CEP 75790-000, Urutai (GO)
CNPJ: 10.651.417/0002-59 - Telefone: (64) 3465-1900

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Na presente data realizou-se a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso intitulada **Seletividade de herbicidas em pós-emergência na cultura do girassol**, sob orientação de Polianna Alves Silva Dias, apresentada pela aluna **Leandra Aparecida de Oliveira (2019101200240122)** do Curso **Bacharelado em Agronomia (Campus Urutai)**. Os trabalhos foram iniciados às 15h00 pela Professora presidente da banca examinadora, constituída pelos seguintes membros:

- **Polianna Alves Silva Dias** (Orientadora)
- **Paulo Cesar Ribeiro da Cunha** (Examinador Interno)
- **Marco Antonio Moreira de Freitas** (Examinador Externo)

A banca examinadora, tendo terminado a apresentação do conteúdo do Trabalho de Conclusão de Curso, passou à arguição da candidata. Em seguida, os examinadores reuniram-se para avaliação e deram o parecer final sobre o trabalho apresentado pelo aluno, tendo sido atribuído o seguinte resultado:

Aprovado

Reprovado

Nota (quando exigido): 9,2 (em 10,0)

Observação / Apreciações:

Proclamados os resultados pelo presidente da banca examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, eu **Polianna Alves Silva Dias** lavrei a presente ata que assino juntamente com os demais membros da banca examinadora.

URUTAÍ / GO, 08/03/2024

Paulo Cesar Ribeiro da Cunha

Polianna Alves Silva Dias

Marco Antonio Moreira de Freitas

Documento assinado digitalmente
gov.br MARCO ANTONIO MOREIRA DE FREITAS
Data: 11/03/2024 14:47:14-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Documento assinado digitalmente
gov.br POLIANNA ALVES SILVA DIAS
Data: 08/03/2024 16:20:17-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Documento assinado digitalmente
gov.br PAULO CESAR RIBEIRO DA CUNHA
Data: 12/03/2024 19:37:53-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Aos meus pais, Manoel Antonio Pinheiro (IN
MEMORIAM) e Eliana Aparecida de Oliveira,
com todo meu amor e gratidão, por sempre
terem me apoiado e incentivado.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida, por sempre iluminar o meu caminho e por me permitir que mais esta conquista se realizasse.

Aos meus pais, Manoel Antonio Pinheiro (IN MEMORIAM) e Eliana Aparecida de Oliveira, por acreditarem em mim e por acompanharem e apoiarem incondicionalmente, agradeço imensamente.

Agradeço também a minha irmã, Mariana Aparecida de Oliveira Pinheiro, pela amizade, pelo apoio e pelo companherismo.

Àquele que sempre esteve presente nesta trajetória, meu namorado Bruno Pereira Jardim, pelo amor, carinho, apoio e paciência.

A minha orientadora Dr^a. Polianna Alves Silva Dias, pelos ensinamentos, pelos conselhos, pelo exemplo de pessoa e profissional, e por me orientar com seriedade, compromisso, confiança e amizade ao longo dos anos que trabalhamos juntas. Você me inspira!

Ao professor Dr. Marco Antonio Moreira de Freitas, pelas oportunidades concedidas, amizade, apoio, orientação e ensinamentos durante a execução desta pesquisa.

Aos professores Dr. Paulo César Cunha, Dr. Alexandre Igor de Azevedo Pereira, Dr^a. Gleina Costa Silva Alves, Dr. Flávio Gonçalves de Jesus, Dr. Marcus Vinícios Vieitas Ramos, Dr. Milton Luiz da Paz Lima e Dr^a. Érica Fernandes Leão Araújo pelos ensinamentos transmitidos durante a graduação, os quais foram imprescindíveis para a minha formação profissional e pessoal.

Aos meus colegas de turma, em especial a Típhani Rocha de Araújo, Amanda Hammes Maldaner, Jéniffer Gabriella R. Gonzatti, Eduarda de Sousa Marcelo, Luis Fellipe R. Lima, Mayckell Hamed P. Borges e José Henrique F. Pimenta, por toda ajuda, apoio, incentivo e amizade.

Aos amigos da equipe de Fitotecnia, em especial a Juliana Caixeta de Souza e Isadora Braz de Souza pela amizade, convívio e auxílio na execução desse trabalho.

Agradeço à Embrapa Arroz e Feijão pela oportunidade de estágio, e ainda a todos pesquisadores e funcionários do melhoramento de feijão, pela amizade, confiança, incentivo e aprendizado.

Ao Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, pela oportunidade e ao CNPq, pelo apoio financeiro no período dedicado às pesquisas.

E a todos que contribuíram de forma direta e indireta na minha formação e na realização desse trabalho, meu reconhecimento e gratidão!

RESUMO

Concomitante a expansão da cultura, tem crescido a dificuldade no manejo de plantas daninhas presentes no girassol, devido, principalmente, às poucas opções de herbicidas seletivos. Objetivou-se avaliar a eficácia de herbicidas em pós-emergência na cultura do girassol, a fim de dar subsídios ao controle químico de plantas daninhas na cultura. Para isso, foram instalados dois experimentos em casa de vegetação, utilizando-se o delineamento experimental de blocos casualizados. No experimento 1, os tratamentos foram constituídos pelos híbridos de girassol (Helio 250, Helio 251, Helio 260 e Tera 204 CL) e pelos herbicidas sulfentrazone, tembotriona, mesotriona, atrazina e flumetsulam+s-metolachlor, além da testemunha sem aplicação. No experimento 2, os tratamentos foram constituídos de dois herbicidas, tembotriona (84 g ha⁻¹ i.a.) e flumetsulam+s-metolachlor (96 + 960 g ha⁻¹ i.a.), avaliados em sete doses, correspondentes a 0%; 25%; 50%; 75%; 100%; 125% e 150% das doses recomendadas. Foi avaliada a porcentagem de fitotoxicidade e massa seca da parte aérea das plantas. Verificou-se que o herbicida sulfentrazone causou menor fitotoxicidade a todos os híbridos, sendo, uma alternativa viável no manejo de plantas daninhas em pós-emergência da cultura do girassol. Para o híbrido de girassol Tera 204 CL, a dose de 21 g ha⁻¹ i.a. de tembotriona mostrou-se como uma alternativa, tendo a dose de 42 g ha⁻¹ i.a. de tembotriona apresentado tolerância moderada. O flumetsulam+s-metolachlor aplicado na dose 24 + 240 g ha⁻¹ i.a. não causou injúria a cultura do girassol.

Palavras-chave: Fitotoxicidade, *Helianthus annuus* L., plantas daninhas, tolerância.

ABSTRACT

Concomitant with the expansion of the culture, there has been a growing difficulty in managing weeds present in sunflower, mainly due to the limited options of selective herbicides. The objective was to evaluate the selectivity of post-emergence herbicides in sunflower culture, in order to provide support for the chemical control of weeds in the crop. For this, two experiments were conducted in a greenhouse, using a randomized block design. In experiment 1, the treatments consisted of sunflower hybrids (Helio 250, Helio 251, Helio 260 and Tera 204 CL) and herbicides sulfentrazone, tembotrione, mesotrione, atrazine and flumetsulam+s-metolachlor, in addition to a control without application. In experiment 2, the treatments consisted of two herbicides, tembotrione (84 g ha⁻¹ i.a.) and flumetsulam+s-metolachlor (96 + 960 g ha⁻¹ i.a.), evaluated at seven doses corresponding to 0%; 25%; 50%; 75%; 100%; 125% and 150% of the recommended doses. The percentage of phytotoxicity and dry shoot mass of the plants were evaluated. It was found that the herbicide sulfentrazone caused less phytotoxicity to all hybrids, being a viable alternative for post-emergence weed management in sunflower culture. For the sunflower hybrid Tera 204 CL, the dose of 21 g ha⁻¹ i.a. of tembotrione was the most selective, with a dose of 42 g ha⁻¹ i.a. of tembotrione showing moderate tolerance. Flumetsulam+s-metolachlor applied at a dose of 24 + 240 g ha⁻¹ i.a. did not cause injury to sunflower culture.

Keywords: Phytotoxicity, *Helianthus annuus* L., weed, tolerance.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para fitotoxicidade (Fito) aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação e massa seca da parte aérea (MSPA) de quatro híbridos de girassol submetidos à cinco herbicidas em pós emergência da cultura.....	16
Tabela 2 - Fitotoxicidade das plantas de girassol aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação de cinco herbicidas em pós-emergência da cultura.....	17
Tabela 3 - Massa seca da parte aérea (g) das plantas de girassol aos vinte e oito dias após a aplicação de cinco herbicidas em pós-emergência da cultura.....	19

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Fitotoxicidade de plantas de girassol aos 7 (A), 14 (B), 21 (C) e 28 (D) dias após a aplicação em função das doses do herbicida tembotriona.....21
- Figura 2** - Fitotoxicidade de plantas de girassol aos 7 (A), 14 (B), 21 (C) e 28 (D) dias após a aplicação em função das doses do herbicida flumetsulam+s-metolachlor.....22
- Figura 3** - Massa seca da parte aérea (g) do híbrido de girassol Tera 204 CL aos 28 dias após a aplicação, em função das doses dos herbicidas tembotriona (A) e flumetsulam+s-metolachlor (B).....23

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. MATERIAL E MÉTODOS	13
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4. CONCLUSÕES	23
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

1. INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma eudicotiledônea anual pertencente à família Asteraceae, originária do continente norte-americano. O girassol é utilizado para alimentação animal e humana, sendo a quarta oleaginosa em produção de óleo vegetal comestível no mundo (USDA, 2024), o qual possui excelentes qualidades nutricionais (SANTOS et al., 2023). Devido à variedades de usos, aliada à crescente demanda do setor industrial, esta oleaginosa tem ganhado espaço nacional e internacionalmente (PEREIRA et al., 2016). Atualmente é cultivado em todos os continentes, em área que atinge cerca de 28 milhões de hectares e produção superior a 52 milhões de toneladas (USDA, 2024).

Devido à sua ampla adaptabilidade as condições edafoclimáticas, o girassol tem proporcionado aos produtores brasileiros interesse para cultivo no plantio da safrinha, propiciando a ampliação do uso de áreas agricultáveis (SANTOS JÚNIOR et al., 2014). Além disso, o girassol apresenta sistema radicular profundo e bem desenvolvido o que contribui para a estrutura e a fertilidade do solo, beneficiando as culturas subsequentes (SEABRA FILHO, 2017).

Entretanto, o girassol apresenta crescimento inicial lento e baixa cobertura do solo no início do desenvolvimento, o que o torna bastante suscetível às plantas daninhas (COSTA et al., 2019), as quais competem com as plantas de girassol por água, luz, nutrientes e CO₂. A interferência das plantas daninhas no cultivo de girassol pode causar menor porte, clorose e redução significativa da área foliar, diâmetro do caule, do capítulo e do rendimento de cipselas (INOUE et al., 2019).

Com isso, é necessária a adoção de medidas de controle das plantas daninhas, sendo o controle químico o método mais utilizado atualmente devido à eficiência e ao baixo custo em relação a outros métodos (REIS et al., 2014). No entanto, o número de herbicidas registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) para o girassol é muito

limitado, sobretudo, para o controle de plantas daninhas eudicotiledôneas (AGROFIT, 2024). Cabe ressaltar que o girassol é bastante sensível a herbicidas aplicados em pós-emergência que controlam plantas eudicotiledôneas (INOUE et al., 2019). Por outro lado, os herbicidas aplicados em pré-emergência têm maior potencial de uso na cultura, embora, apresente baixa eficiência no controle sobre espécies eudicotiledôneas (QUEIROZ, 2016).

Além disso, a área destinada ao cultivo de girassol é consideravelmente menor se comparada a culturas como soja, milho e cana-de-açúcar (CONAB, 2024), o que resulta em falta de incentivo para as empresas desenvolverem produtos químicos destinados ao controle de plantas daninhas nessa cultura. Além disso, é difícil e cada vez mais oneroso a descoberta de novas moléculas e novos modos de ação de herbicidas (SANTOS et al., 2012).

Contudo, torna-se importante a realização de estudos referentes à seletividade de herbicidas disponíveis no mercado que apresentem amplo espectro de controle e que não sejam prejudiciais ao meio ambiente para a cultura do girassol (SANTOS et al., 2012).

O sulfentrazone do grupo químico das triazolinonas, inibidor da protoporfirinogênio oxidase (Protox). A seletividade do sulfentrazone nas plantas envolve vários mecanismos, como absorção, translocação e metabolização diferencial (GEHRKE, et al., 2020). O flumetsulam pertencente ao grupo químico sulfonanilida pertencente aos inibidores da ALS têm sido intensivamente utilizados em função da alta eficiência em doses muito baixas, baixa toxicidade para mamíferos e boa seletividade para várias das culturas de grande importância econômica (PAULA, 2015). A tembotriona, cujo mecanismo de ação inibe a enzima 4-hidroxi-fenilpiruvato dioxigenase (HPPD), apresenta amplo espectro de controle de plantas daninhas incluindo biótipos resistentes a outros mecanismos de ação, possui excelente seletividade as culturas, baixa taxa de aplicação, baixa toxicidade para o ambiente e utilização em pré e pós-emergência. A atrazina é um herbicida seletivo pertencente ao grupo das triazinas, que atua como um inibidor do transporte de elétrons no fotossistema II (PACHECO, 2018). A

mesotriona, pertencente ao grupo químico das tricetonas, inibe a biossíntese de carotenoides interferindo negativamente na atividade da enzima HPPD nos cloroplastos (PACHECO, 2018).

Diante do exposto e ciente que a seletividade de um herbicida à cultura não está relacionada apenas ao herbicida em questão, mas também a outros fatores, como dose aplicada, a fase de desenvolvimento ou a cultivar plantada (QUEIROZ, 2016), objetivou-se avaliar a eficácia de herbicidas em pós-emergência em híbridos de girassol, a fim de dar subsídios ao controle químico de plantas daninhas na cultura.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos no Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, no município de Urutaí - GO, situado a 17°29'6''S, 48°12'27''O e altitude de 712 m, sob condições de casa de vegetação. Segundo Köppen-Geiger, o clima da região é do tipo Aw, caracterizado como tropical, com inverno seco e estação chuvosa no verão, com precipitação e temperaturas médias, anuais, de 2000 mm e 28 °C (SILVA et al., 2015).

Experimento 1: Tolerância de híbridos de girassol a herbicidas

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com tratamentos arranjos em esquema fatorial 4 x 6, com três repetições. O primeiro fator foi constituído pelos híbridos de girassol (Helio 250, Helio 251 Helio 260 e Tera 204 CL) e o segundo fator pelos herbicidas sulfentrazone (Sulfentrazone 500 SC, 175 g ha⁻¹ i.a., SC, Tagros), tembotriona (Soberan, 84 g ha⁻¹ i.a., SC, Bayer), mesotriona (Mesotriona Nortox, 144 g ha⁻¹ i.a., SC, Nortox), atrazina (Atrazina Nortox 500 SC, 1500 g ha⁻¹ i.a., SC, Nortox) e flumetsulam+s-metolachlor (Scorpion, 96 g ha⁻¹ i.a., SC, CTVA Proteção de Cultivos + S-metolacloro Nortox, 960 g ha⁻¹ i.a., SC, Nortox), além da testemunha sem aplicação.

Experimento 2: Seletividade de doses de tembotriona e flumetsulam+s-metolachlor à cultura do girassol

A partir dos resultados obtidos no ensaio anterior, foi realizado um segundo experimento. Os tratamentos foram dispostos em delineamento de blocos ao acaso em esquema fatorial 2 x 7, com quatro repetições. Os herbicidas tembotriona e flumetsulam+s-metolachlor compõem o primeiro fator, avaliados em sete doses: tembotriona 0 g ha⁻¹ i.a., 21 g ha⁻¹ i.a., 42 g ha⁻¹ i.a., 63 g ha⁻¹ i.a., 84 g ha⁻¹ i.a., 105 g ha⁻¹ i.a. e 126 g ha⁻¹ i.a., e flumetsulam+s-metolachlor a 0 g ha⁻¹ i.a., 24 + 240 g ha⁻¹ i.a., 48 + 480 g ha⁻¹ i.a., 72 + 720 g ha⁻¹ i.a., 96 + 960 g ha⁻¹ i.a., 120 + 1200 g ha⁻¹ i.a., 144 + 1440 g ha⁻¹ i.a., representando, 0%; 25%; 50%; 75%; 100%; 125% e 150% das doses recomendadas de tembotriona e flumetsulam+s-metolachlor para as culturas de milho e soja, respectivamente. O híbrido utilizado foi Tera 204 CL.

Condução dos experimentos, avaliações e análise estatística

Os experimentos foram realizados em vasos plásticos de 5 litros, preenchidos com Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico com textura argilosa – LVAd (SANTOS et al., 2018). No momento da semeadura, realizou-se adubação de base com a aplicação 400 kg ha⁻¹ de NPK (05-25-15). Aos 12 dias após a emergência (DAE) foi aplicado boro via solo na dosagem de 3 kg ha⁻¹.

A semeadura foi realizada com densidade de três sementes por vaso, de forma equidistante, a uma profundidade de 3 cm. Aos sete DAE, as plântulas foram desbastadas, permanecendo somente uma planta por vaso (unidade experimental).

Os tratamentos foram aplicados quando as plantas de girassol estavam no estágio V5 (experimento 1) e no estágio V8 (experimento 2). A aplicação foi realizada com pulverizador costal elétrico, equipado com ponta do tipo leque XR11002, com volume de aplicação de 100 L ha⁻¹, sob pressão constante na aplicação. O experimento foi mantido sem interferência de

plantas daninhas durante todo o ciclo da cultura para avaliar somente o efeito dos produtos sobre a cultura.

O grau de fitotoxicidade foi avaliado aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA), utilizando a escala de porcentagem de fitointoxicação proposta pela Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas (SBCPD, 1995). A escala atribui notas de 0 a 100%, em que 0 corresponde à ausência de sintomas de fitotoxicidade e 100 à morte das plantas.

Aos 28 (DAA) foi avaliada a massa da parte aérea seca das plantas, coletando-se as plantas de girassol rente a superfície do solo e acomodando-as em sacos de papel. Em seguida, elas foram secas em estufas de circulação de ar forçada a 60°C por 72 horas e, posteriormente, pesadas em balança com duas casas decimais.

Os dados foram submetidos à verificação dos pressupostos da análise de variância e, tendo sido atendidos, foi realizada a análise variância. Quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott no experimento 1 ($p \leq 0,05$). Já no experimento 2, realizou-se a análise de regressão quando constatadas diferenças significativas ($\alpha = 5\%$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento 1: Tolerância de híbridos de girassol a herbicidas

Observou-se interação significativa entre os híbridos de girassol (genótipos) e os herbicidas ($p \leq 0,05$) para todos os caracteres avaliados (Tabela 1). Isso indica que a resposta dos híbridos de girassol depende do herbicida utilizado.

O coeficiente de variação (CV) indica o grau de precisão experimental, ou seja, quanto menor o CV, maior a homogeneidade dos dados e menor a variação do acaso. É considerado baixo quando inferior a 10%, médio entre 10 e 20%, alto entre 20 e 30% e muito alto quando superior a 30% (PIMENTEL et al, 2013). O CV oscilou de 5,4 % para o caráter fitotoxicidade aos 28 dias após aplicação (Fito28DAA) a 11,1% para massa seca da parte aérea (MSPA),

indicando boa precisão experimental (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para fitotoxicidade (Fito) aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação e massa seca da parte aérea (MSPA) de quatro híbridos de girassol submetidos à cinco herbicidas em pós emergência da cultura.

Fontes de variação	GL	Quadrado médio				
		Fito7DAA	Fito14DAA	Fito 21DAA	Fito28DAA	MSPA
Herbicidas (H)	5	18186**	21817**	24482**	26585**	366,4**
Genótipos (G)	3	350,3**	30,0*	52,2**	67,1**	30,5**
G*H	15	207,8**	60,8**	36,6**	49,1**	6,4**
Bloco	2	12,8 ^{ns}	3,12 ^{ns}	12,8 ^{ns}	14,9 ^{ns}	0,4 ^{ns}
Erro	46					
CV(%)		6,2	6,3	6,0	5,4	11,1
Média geral:		48,0%	48,5%	44,6%	40,7%	6,4%

* e ** = significativo a 5 e 1%, respectivamente; ^{ns}: não significativo ($p > 0.05$), pelo teste F.

Aos 7 DAA, o tembotriona foi o herbicida que causou menor fitotoxicidade para os híbridos de girassol (Tabela 2). Para os híbridos Helio 251 e Helio 260, além da tembotriona, o sulfentrazone também causou baixa fitotoxicidade. A atrazina foi bastante prejudicial aos híbridos de girassol, apresentando maiores sintomas de fitotoxicidade para todos os híbridos, levando o híbrido Helio 260 à morte rapidamente. Para a mesotriona, observou-se a maior amplitude de resposta entre os híbridos, no qual o híbrido Helio 250 apresentou as menores médias de fitotoxicidade. Todos os híbridos apresentaram médias altas de fitotoxicidade quando houve aplicação de flumetsulam+s-metolachlor e o híbrido Helio 250 novamente destacou-se com a menor média de fitotoxicidade. Conforme esperado, quando não houve aplicação do herbicida não se observou sintomas de fitotoxicidade nos híbridos.

Tabela 2. Fitotoxicidade das plantas de girassol aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação de cinco herbicidas em pós-emergência da cultura.

Híbridos	Herbicidas					
	Testemunha	Tembotriona	Sulfentrazone	Mesotriona	Flumetsulam+S-Metolachlor	Atrazina
7 DAA						
Helio 250	0 Aa	13 Ba	32 Cc	42 Da	67 Ea	98 Fa
Helio 251	0 Aa	25 Bc	25 Bb	82 Cc	80 Cb	98 Da
Helio 260	0 Aa	13 Ba	17 Ba	73 Cb	82 Db	100 Ea
Tera 204 CL	0 Aa	18 Bb	30 Cc	78 Dc	80 Db	98 Ea
14 DAA						
Helio 250	0 Aa	15 Ba	23 Cb	83 Ea	67 Da	100 Fa
Helio 251	0 Aa	28 Cb	8 Ba	95 Eb	70 Da	100 Ea
Helio 260	0 Aa	20 Ca	12 Ba	88 Ea	72 Da	100 Fa
Tera 204 CL	0 Aa	18 Ca	8 Ba	87 Ea	70 Da	100 Fa
21 DAA						
Helio 250	0 Aa	15 Ca	7 Ba	97 Ea	37 Da	100 Ea
Helio 251	0 Aa	18 Ca	5 Ba	100 Ea	50 Dc	100 Ea
Helio 260	0 Aa	17 Ca	7 Ba	98 Ea	43 Db	100 Ea
Tera 204 CL	0 Aa	17 Ca	7 Ba	98 Ea	57 Dd	100 Ea
28 DAA						
Helio 250	0 Aa	5 Ba	3 Ba	100 Da	27 Cb	100 Da
Helio 251	0 Aa	8 Ba	3 Aa	100 Da	43 Cd	100 Da
Helio 260	0 Aa	8 Ba	5 Ba	98 Da	22 Ca	100 Da
Tera 204 CL	0 Aa	13 Cb	5 Ba	100 Ea	35 Dc	100 Ea

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste Scott Knott a 5% de probabilidade.

Verificou-se aos 14 DAA que, para o híbrido Helio 250, a tembotriona manteve-se como a menos fitotóxica (Tabela 2). Para os demais híbridos, Helio 251, Helio 260 e Tera 204 CL, o tratamento que apresentou menor fitotoxicidade foi o sulfentrazone. Constatou-se a morte das plantas de todos os híbridos com aplicação de atrazina. Os tratamentos que apresentaram maior fitotoxicidade para os híbridos foi a mesotriona e flumetsulam+s-metolachlor.

Aos 21 DAA os híbridos apresentaram menor fitotoxicidade ao sulfentrazone e tembotriona, respectivamente (Tabela 2). O tratamento com mesotriona não se mostrou eficiente para seleção, haja vista que, foi o que mais causou fitotoxicidade nos híbridos Helio 250, Helio 260 e Tera 204 CL e ocasionou a morte do híbrido Helio 251. Apesar de os híbridos terem reduzido os sintomas de fitointoxicação aos herbicidas flumetsulam+s-metolachlor, especialmente o Helio 250, esse químico não tem se mostrado eficiente para seleção.

Aos 28 DAA, o tratamento com sulfentrazone foi o melhor tratamento para seleção,

apresentando menor fitotoxicidade entre os híbridos avaliados, seguido da tembotriona (Tabela 2). A baixa translocação nas plantas é o fato que possivelmente explica a recuperação das plantas após a fitointoxicação, quando tratadas com sulfentrazone (QUEIROZ, 2016). Em contrapartida, a atrazina e a mesotriona ocasionaram maior fitotoxicidade nos híbridos avaliados, ocasionando a morte das plantas. A ação fitotóxica destes herbicidas já era esperada, esses herbicidas são usados primariamente para controle de folhas largas em culturas de gramíneas, quando aplicado em pós-emergência, é absorvido pelas folhas e translocados via xilema, bloqueando a fotossíntese pela interrupção da reação de Hill da planta no estágio fotoquímico, o que provoca a morte da planta (MARCHI et al., 2008; TOLLER, 2019).

Observou-se que o herbicida flumetsulam+s-metolachlor reduziram os sintomas de fitotoxicidade nas plantas ao longo das semanas. A redução dos sintomas de fitotoxicidade provavelmente se deve ao mecanismo de ação desses herbicidas. Flumetsulam é um produto inibidor da enzima acetolactato sintase, e possivelmente as plantas podem ter metabolizado seletivamente este herbicida, em metabólitos não tóxicos. O s-metolachlor é absorvido pelas raízes e não é prontamente translocado na planta, permitindo a recuperação das plantas (MARCHI et al., 2008).

Na ausência de aplicação de herbicidas observaram-se as maiores médias da massa seca da parte aérea (MSPA), conforme esperado (Tabela 3). Os híbridos Helio 250 e Tera 204 CL apresentam maior MSPA. Foi observado que o híbrido Helio 250 apresentou maior MSPA quando houve aplicação de tembotriona. Para sulfentrazone, os híbridos Helio 250 e Tera 204 CL apresentaram as maiores MSPA, não diferenciando entre si. Para o híbrido Tera 204 CL o tratamento que mais gerou MSPA foi o sulfentrazone. Observou-se também que os tratamentos com atrazina e mesotriona para todos os híbridos avaliados não gerou MSPA por ter ocasionado mortes das plantas.

Tabela 3. Massa seca da parte aérea (g) das plantas de girassol aos vinte e oito dias após a aplicação de cinco herbicidas em pós-emergência da cultura.

Híbrido	Testemunha	Tembotriona	Sulfentrazone	Mesotriona	Flumetsulam+s-metolachlor	Atrazina
H250	16 Aa	13 Ba	12 Ba	0 Da	7 Ca	0 Da
H251	10 Ab	8 Bc	8 Bb	0 Da	6 Cb	0 Da
H260	11 Ab	8 Bc	8 Bb	0 Da	5 Cb	0 Da
Tera 204 CL	17 Aa	9 Cb	11 Ba	0 Ea	6 Db	0 Ea

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo Teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Queiroz (2016) observou que o sulfentrazone (400 g ha⁻¹ i.a.) não afetaram as variáveis estandes de plantas, altura e matéria seca da parte aérea do girassol. Também verificou que o s-metolachlor (960 g ha⁻¹ i.a.) quando aplicado em pré-emergência, provocou baixa fitointoxicação no girassol, atingindo aos 30 DAE um valor máximo de 20,8% para a cultivar Helio 250.

Inoue et al. (2019) aferiram que a aplicação de s-metolachlor e sulfentrazone influenciaram negativamente os valores de altura de inserção e diâmetro de capítulo de girassol, entretanto, os tratamentos químicos não interferiram na produtividade de grãos.

Jursík et al. (2015) aferiram que o herbicida s-metolachlor foi seletivo para o girassol quando aplicado em pré-emergência, provocando valor máximo de 6% de fitointoxicação na cultura, não tendo sua seletividade influenciada pela irrigação ou precipitação natural.

Observa-se o comportamento diferencial dos híbridos de girassol ao longo das avaliações de fitotoxicidade em resposta à aplicação dos herbicidas. Contudo, de modo geral, o híbrido Helio 250 apresentou maior tolerância à aplicação de herbicidas, seguido do híbrido Tera 204 CL. O girassol Clearfield[®] é uma nova tecnologia que utiliza a resistência geneticamente melhorada para promover o desenvolvimento de herbicidas seletivos (SANTOS et al., 2012). Perante o exposto, o híbrido Tera 204 CL foi selecionado para o segundo experimento.

No que concerne aos herbicidas, o tembotriona e sulfentrazone apresentaram menor

fitotoxicidade a todos os híbridos, entretanto, muitos trabalhos já demonstraram a eficácia do sulfentrazone para a cultura do girassol. Em contrapartida, os herbicidas flumetsulam+s-metolachlor causaram fitotoxicidade para as plantas de girassol, mas aos 28 DAA as plantas recuperaram. Diante disto, os herbicidas tembotriona e flumetsulam+s-metolachlor foram selecionados para o segundo experimento para avaliar o efeito de suas doses no híbrido Tera 204 CL tolerante a inibidores da ALS.

Experimento 2: Seletividade de doses de tembotriona e flumetsulam+s-metolachlor à cultura do girassol

Observou-se que a seletividade dos herbicidas tembotriona e flumetsulam+s-metolachlor na cultura do girassol é dependente da dose utilizada. O grau de fitotoxicidade em plantas de girassol apresentou aumento linear com o incremento das doses de tembotriona. A aplicação de 84 g ha⁻¹ i.a. de tembotriona, dose recomendada para outras culturas, causou injúrias à MSPA (Figura 1).

Aos 7 DAA (Figura 1A) não foi observada injúria no tratamento com dose de 21 g ha⁻¹ i.a. de tembotriona. Nos demais tratamentos as plantas apresentaram sintomas de fitotoxidez, estando os valores de injúria abaixo de 18%.

No decorrer das avaliações realizadas aos 14 e 21 DAA, todos os tratamentos apresentaram aumento na porcentagem de fitotoxicidade, sendo a intensidade dos sintomas variável entre 15 e 49% (Figura 1B e C).

Aos 28 DAA, houve redução dos sintomas visuais de fitointoxicação em todos os tratamentos, constatando-se injúrias no tratamento com dose de 21 g ha⁻¹ de 10% (Figura 1D). A interferência causada por plantas daninhas em girassol pode ocasionar perdas no rendimento de cipselas de 23 a 70% (INOUE et al., 2019), o que justificaria a necessidade do controle de plantas infestantes nesta cultura. Dentre as opções de manejo, a possível utilização do herbicida tembotriona não deve ser descartada.

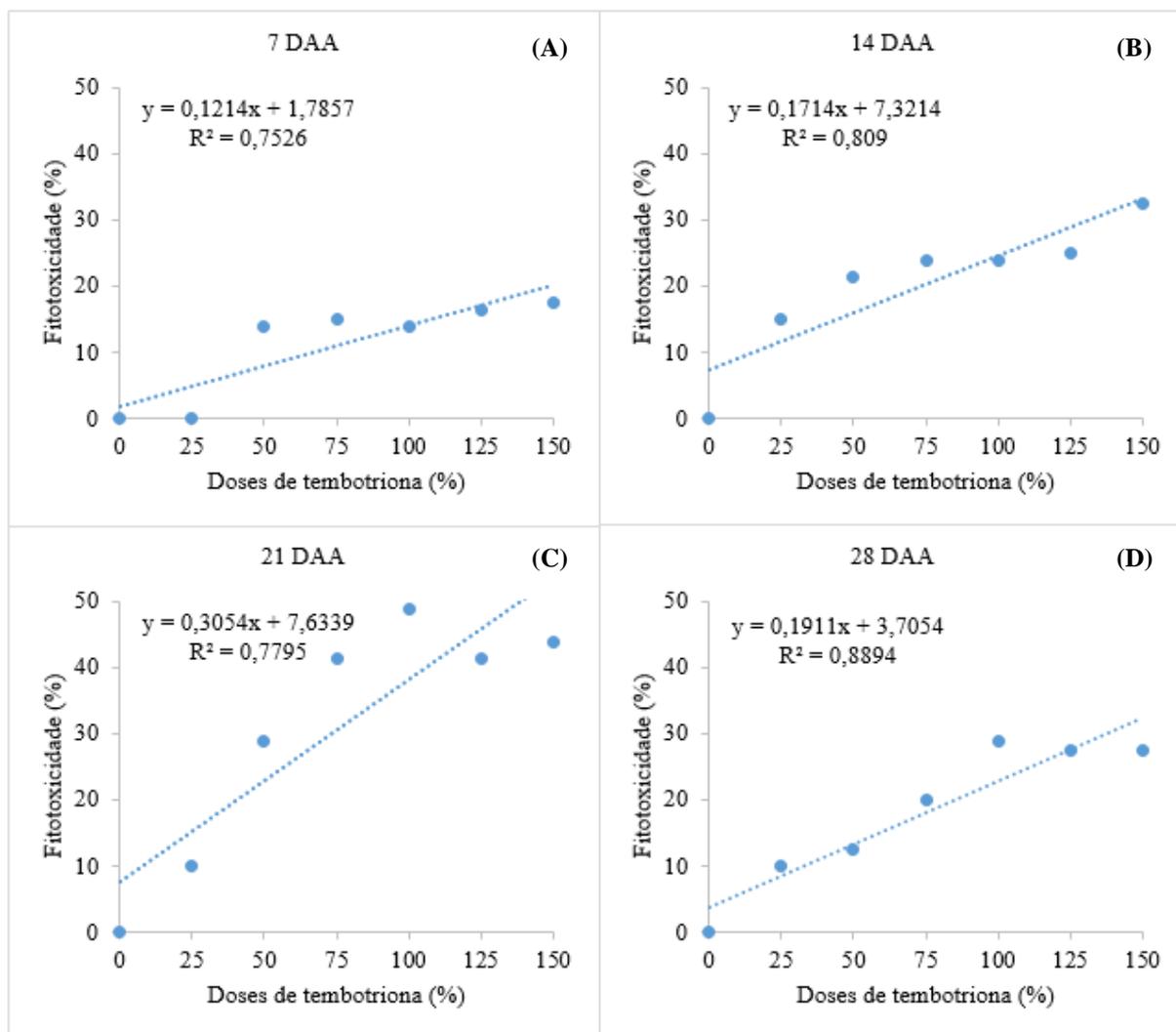


Figura 1. Fitotoxicidade de plantas de girassol aos 7 (A), 14 (B), 21 (C) e 28 (D) dias após a aplicação em função das doses do herbicida tembotriona.

O híbrido de girassol Tera 204 CL apresentou altos percentuais de fitotoxicidade quando submetido a doses crescentes de flumetsulam+s-metolachlor em todas as épocas de avaliação (Figura 2). Aos 7 DAA, verificou-se que todos os tratamentos provocaram clorose intensa nas folhas das plantas, com exceção o tratamento com dose 24 + 240 g ha⁻¹ i.a. (Figura 2A). Nas demais avaliações os efeitos dos herbicidas flumetsulam+s-metolachlor ocasionaram necrose foliar e redução significativa na altura de plantas, e consequentemente, reduziu a MSPA (Figura 3B). Clorose, necroses foliares e redução do crescimento das plantas são sintomas de intoxicação evidenciados após a aplicação dos herbicidas (REIS, 2014).

Mesmo aos 28 DAA, os valores de fitotoxidez ainda permaneceram acima de 35%. Os tratamentos com doses de 120 + 1200 g ha⁻¹ i.a., 144 + 1440 g ha⁻¹ i.a. de flumetsulam+s-metolachlor, foram as mais fitotóxicas, causando danos superiores a 91% (Figura 2D). Entretanto, observou-se intoxicação em plantas de girassol inferior à 8% para a aplicação de flumetsulam+s-metolachlor na dose de 24 + 240 g ha⁻¹ i.a.

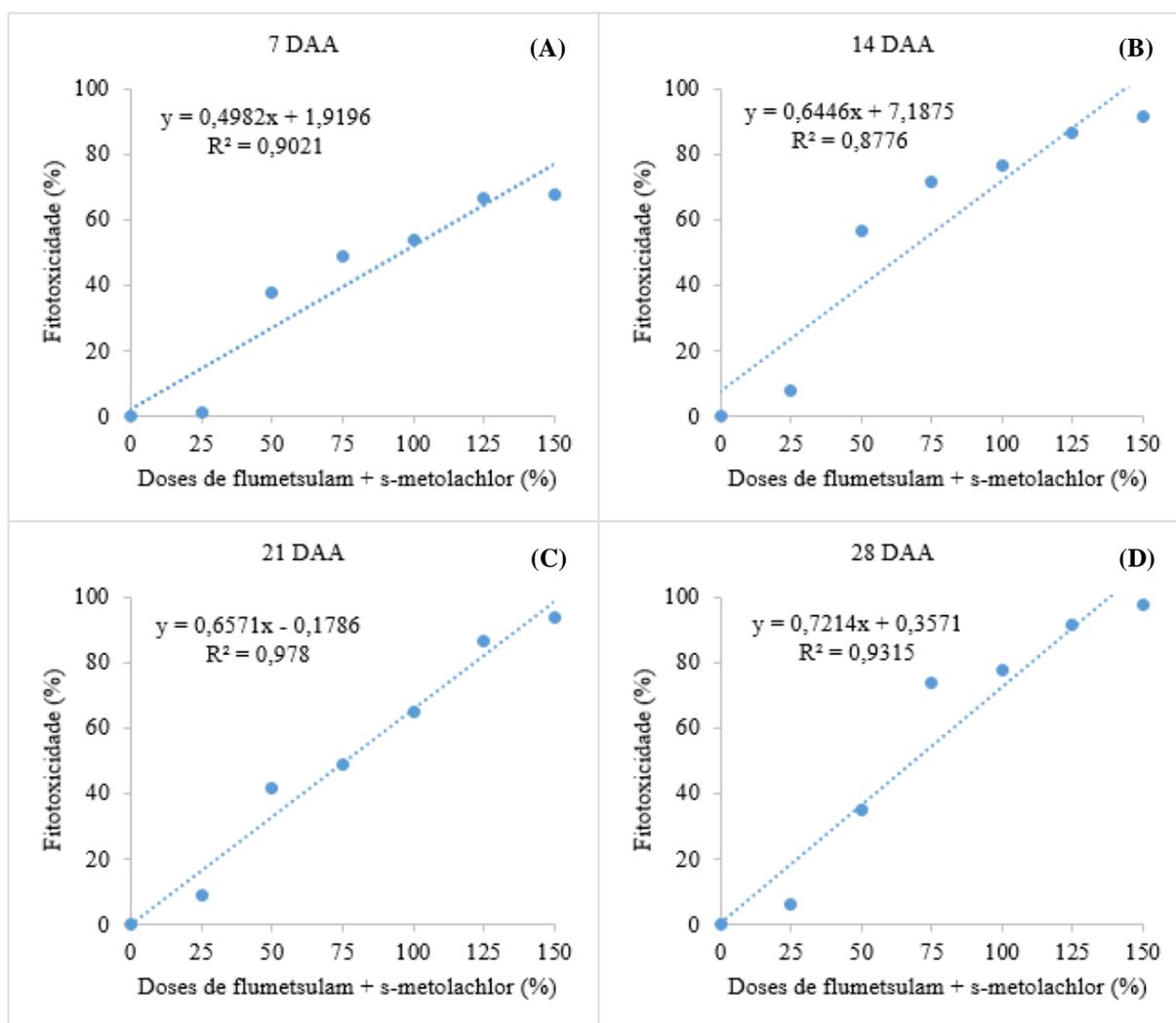


Figura 2. Fitotoxidade de plantas de girassol aos 7 (A), 14 (B), 21 (C) e 28 (D) dias após a aplicação em função das doses do herbicida flumetsulam+s-metolachlor.

Dentre os herbicidas aplicados ao híbrido de girassol Tera 204 CL, o tembotriona, na dose de 21 g ha⁻¹ i.a. proporcionou a maior produção de MSPA. Todavia, o acréscimo na dose de tembotriona reduziram o acúmulo de MSPA do girassol (Figura 2A). Resultados semelhantes foram observados por Dan et al. (2010), com utilização de tembotriona na cultura

do milho.

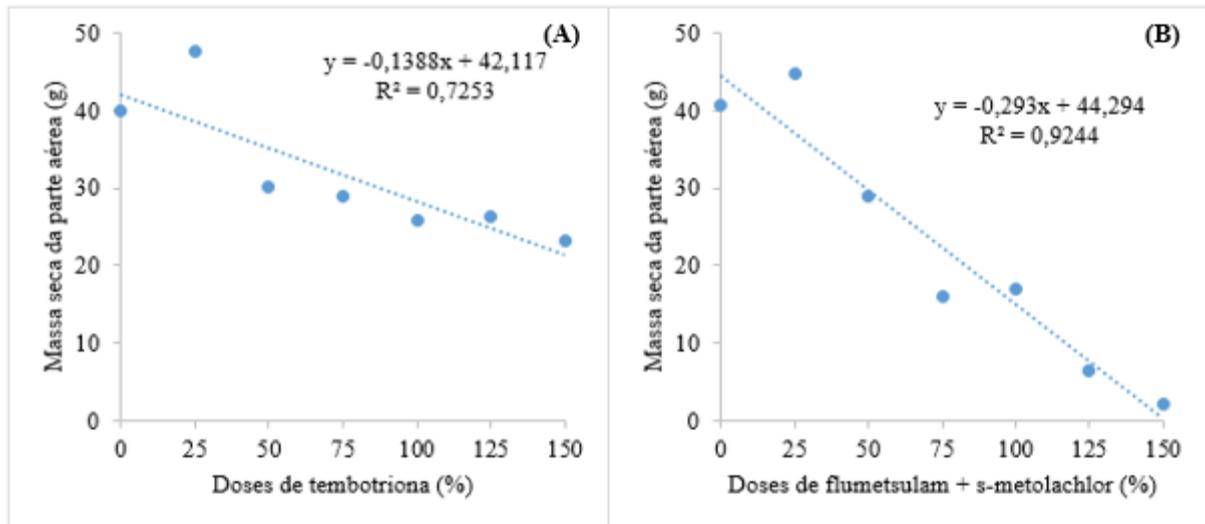


Figura 3. Massa seca da parte aérea (g) do híbrido de girassol Tera 204 CL aos 28 dias após a aplicação, em função das doses dos herbicidas tembotriona (A) e flumetsulam+s-metolachlor (B).

4. CONCLUSÕES

O herbicida sulfentrazone causou menor fitotoxicidade a todos os híbridos, sendo, uma alternativa viável no manejo de plantas daninhas em pós-emergência da cultura do girassol.

A atrazina e a mesotriona não são recomendados para o controle de plantas daninhas em pós-emergência da cultura de girassol.

Para o híbrido de girassol Tera 204 CL, a dose de 21 g ha⁻¹ i.a. de tembotriona mostrou-se como uma alternativa, tendo a dose de 42 g ha⁻¹ i.a. apresentado tolerância moderada.

O flumetsulam+s-metolachlor aplicado na dose 24 + 240 g ha⁻¹ i.a. não causou injúria a cultura do girassol.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROFIT. **Produtos formulados**. Disponível em: <[Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento](#)>. Acesso em: 10 mai. 2024.

Costa, E.M.; Correa, E.V.; Silva, J.N.; Pereira, L.S.; Guimarães, L.D.D. Seletividade de sulfentrazone na cultura do girassol. *Colloquium Agrariae*, v. 15, n. 6, p. 73-79, 2019.

Dan, H.A.; Barroso, A.L.L.; Dan, L.G.M.; Oliveira, J.R.; Procópio, S.O.; Freitas, A.C.R.; Correa, F.M. Seletividade do herbicida tembotrione à cultura do milho. **Planta Daninha**, v. 28, n. 4, p. 793-799, 2010.

Gehrke, V.R.; Camargo, E.R.; Avila, L.A. Sulfentrazone: Dinâmica Ambiental e Seletividade. **Planta Daninha**, v. 38, 2020.

Inoue, M.H.; Silva, J.B.; Novais, J.R.; Mendes, K.F.; Maciel, C.D.G.; Santos Neto, J.C. dos. Seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência em cultivares de girassol. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 62, 2019.

Jursík, M.; Soukup, J.; Holec, J.; Andr, J.; Hamouzová, K. Efficacy and Selectivity of Pre-emergent Sunflower Herbicides under Different Soil Moisture Conditions. **Plant Protection Science**, v. 51, n. 4, p. 214-222, 2015.

Marchi, G.; Marchi, E.C.S.; Guimarães, T.G. **Herbicidas: mecanismos de ação e uso**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. 36p.

Pacheco, A.A.T.A. **Eficiência dos herbicidas atrazine e mesotrione, em aplicações isoladas e em misturas, no controle de plantas daninhas n3a cultura do milho**. 30 f. 2018. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 2018.

Paula, S.M. **Efeito de herbicidas em pós-emergência em crotalárias**. 64 f. 2015. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Chapadão do Sul –

MS, 2015.

Pereira, D.R.M.; Godoy, M.M.; Sampaio, C.C.; Silva, T.V.; Felix, M.J.D.; Oliveira, R.L.R. Uso do girassol (*Helianthus annuus*) na alimentação animal: aspectos produtivos e nutricionais. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, v. 23, n. 2, p. 174-183, 2016.

Pimentel, A.J.B.; Ribeiro, G.; Souza, M.A. de; Moura, L.M.; Assis, J.C. de; Machado, J.C. Comparação de métodos de seleção de genitores e populações segregantes aplicados ao melhoramento de trigo. **Bragantia**, v. 72, n.2, p. 113-121, 2013.

Queiroz, G.P. de. **Eficácia de herbicidas em pré-emergência na cultura do girassol**. 2016. 22 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016.

Reis, R.M.; Silva, D.V.; Freitas, M.S.; Reis, M.R. dos; Ferreira, E.A.; Sedyama, T. Aspectos fisiológicos e crescimento do girassol após aplicação de herbicidas em pré-emergência. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 8, n. 3, p. 352-358, 2014.

Santos, H.G. dos; Jacomine, P.K.T.; Anjos, L.H.C. dos; Oliveira, V.A. de; Lumbreras, J.F.; Coelho, M.R. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2.ed. Brasília: Embrapa, 2018.

Santos, G.; Francischini, A.C.; Constantin, J.; Oliveira Júnior, R.S.; Ghiglione, H.; Velho, G.F.; Oliveira Neto, A.M. Uso do novo sistema Clearfield® na cultura do girassol para o controle de plantas daninhas dicotiledôneas. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 30, n. 2, p. 359-365, 2012

Santos, G.B.C.; Amabile, R.F.; Melo, J.V. P.; Fagioli, M.; Fialho, A. R.; Carvalho, C.G.P. et al. Análise de cluster de genótipos de girassol em ambientes do cerrado do Distrito Federal. In: Simpósio Nacional sobre a Cultura do Girassol, 12., 2023, Mato Grosso. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2023.

Santos Júnior, J.A.; Gheyi, H.R.; Dias, N. da S.; Araújo, D.L.; Guedes Filho, D.H. Substratos

e diferentes concentrações da solução nutritiva preparada em água residuária no crescimento do girassol. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 4, p. 696-707, 2014.

SBCPD. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: SBCPD, 1995.

Seabra Filho, M. **Manejo da supressão e das frequências de irrigação e da fertirrigação nitrogenada na cultura do girassol**. 2017. 110 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

Silva, A.A.F. da; Souza, J.A.R. de; Carvalho, W.B. de; Mendonça, R.B.; Moreira, D.A. Distribuição da umidade do solo num sistema irrigado por gotejamento superficial com diferentes inclinações do terreno. **Engenharia na agricultura**, v. 23 n. 3, 2015.

Toller, N.M. **Biodegradação de atrazina estimulada por *Saccharomyces cerevisiae* e palha de milho**. 2019. 77 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2019.

USDA - United States Department of Agriculture. **World Agricultural Production**. Disponível em: [World Agricultural Production](#) . Acesso em: 10 fev. 2024.