



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<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. 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.

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)

URUTAÍ  
Local

11 /03 /2024  
Data



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



## 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<sup>a</sup>. 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<sup>a</sup>. Gleina Costa Silva Alves, Dr. Flávio Gonçalves de Jesus, Dr. Marcus Vinícios Vieitas Ramos, Dr. Milton Luiz da Paz Lima e Dr<sup>a</sup>. 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<sup>-1</sup> i.a.) e flumetsulam+s-metolachlor (96 + 960 g ha<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> i.a. de tembotriona mostrou-se como uma alternativa, tendo a dose de 42 g ha<sup>-1</sup> i.a. de tembotriona apresentado tolerância moderada. O flumetsulam+s-metolachlor aplicado na dose 24 + 240 g ha<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> i.a.) and flumetsulam+s-metolachlor (96 + 960 g ha<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> i.a. of tembotrione was the most selective, with a dose of 42 g ha<sup>-1</sup> i.a. of tembotrione showing moderate tolerance. Flumetsulam+s-metolachlor applied at a dose of 24 + 240 g ha<sup>-1</sup> i.a. did not cause injury to sunflower culture.

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

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - 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
<b>Tabela 2</b> - Fitotoxicidade das plantas de girassol aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação de cinco herbicidas em pós-emergência da cultura.....	17
<b>Tabela 3</b> - 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

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

## 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 CO<sub>2</sub>. 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<sup>-1</sup> i.a., SC, Tagros), tembotriona (Soberan, 84 g ha<sup>-1</sup> i.a., SC, Bayer), mesotriona (Mesotriona Nortox, 144 g ha<sup>-1</sup> i.a., SC, Nortox), atrazina (Atrazina Nortox 500 SC, 1500 g ha<sup>-1</sup> i.a., SC, Nortox) e flumetsulam+s-metolachlor (Scorpion, 96 g ha<sup>-1</sup> i.a., SC, CTVA Proteção de Cultivos + S-metolacloro Nortox, 960 g ha<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> i.a., 21 g ha<sup>-1</sup> i.a., 42 g ha<sup>-1</sup> i.a., 63 g ha<sup>-1</sup> i.a., 84 g ha<sup>-1</sup> i.a., 105 g ha<sup>-1</sup> i.a. e 126 g ha<sup>-1</sup> i.a., e flumetsulam+s-metolachlor a 0 g ha<sup>-1</sup> i.a., 24 + 240 g ha<sup>-1</sup> i.a., 48 + 480 g ha<sup>-1</sup> i.a., 72 + 720 g ha<sup>-1</sup> i.a., 96 + 960 g ha<sup>-1</sup> i.a., 120 + 1200 g ha<sup>-1</sup> i.a., 144 + 1440 g ha<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> de NPK (05-25-15). Aos 12 dias após a emergência (DAE) foi aplicado boro via solo na dosagem de 3 kg ha<sup>-1</sup>.

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<sup>-1</sup>, 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 <sup>ns</sup>	3,12 <sup>ns</sup>	12,8 <sup>ns</sup>	14,9 <sup>ns</sup>	0,4 <sup>ns</sup>
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; <sup>ns</sup>: 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<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> 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.

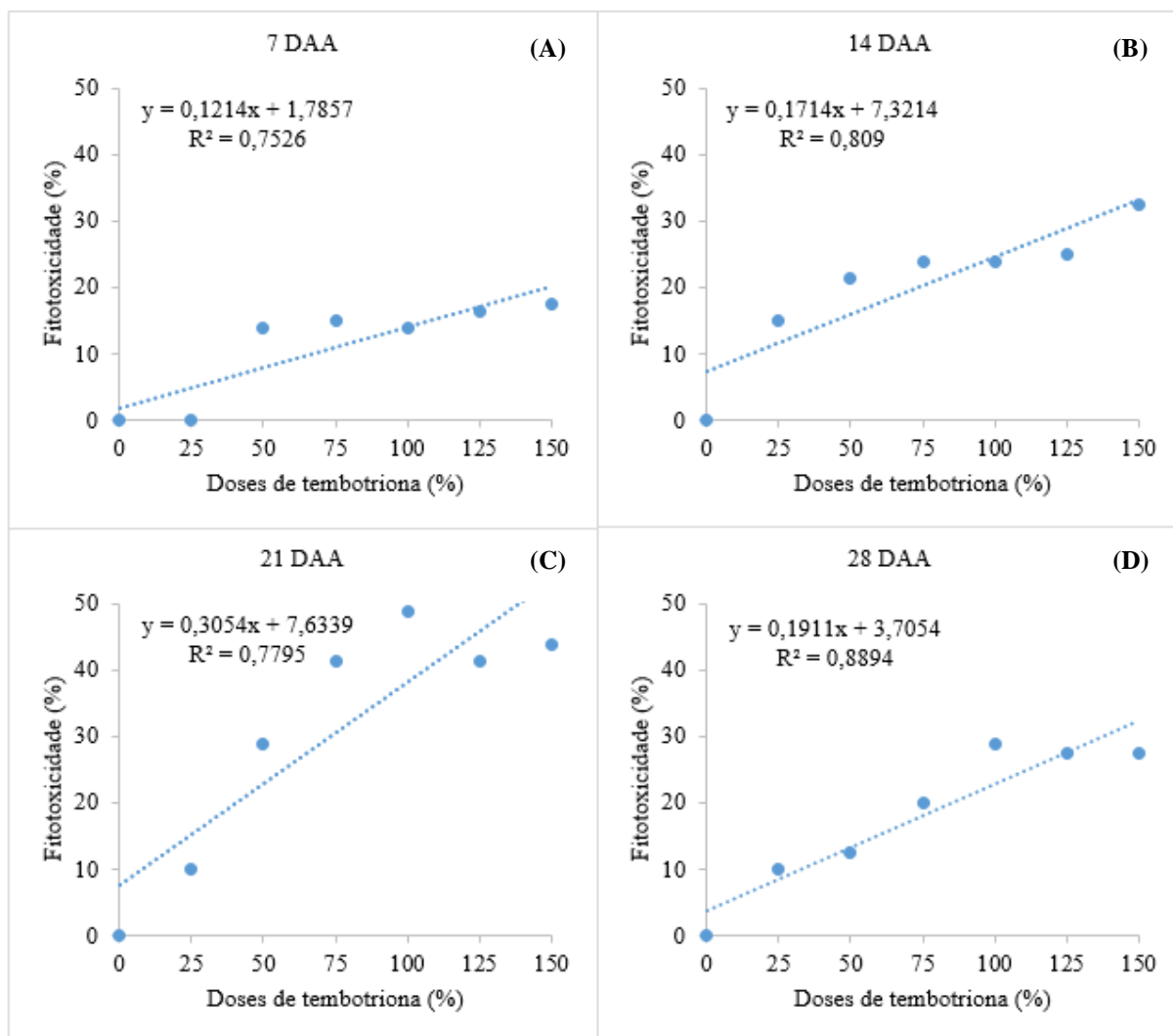
## **Experimento 2: Seletividade de doses de tembotriona e flumetsulam+s-metolachlor à cultura do girassol**

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<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> 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.

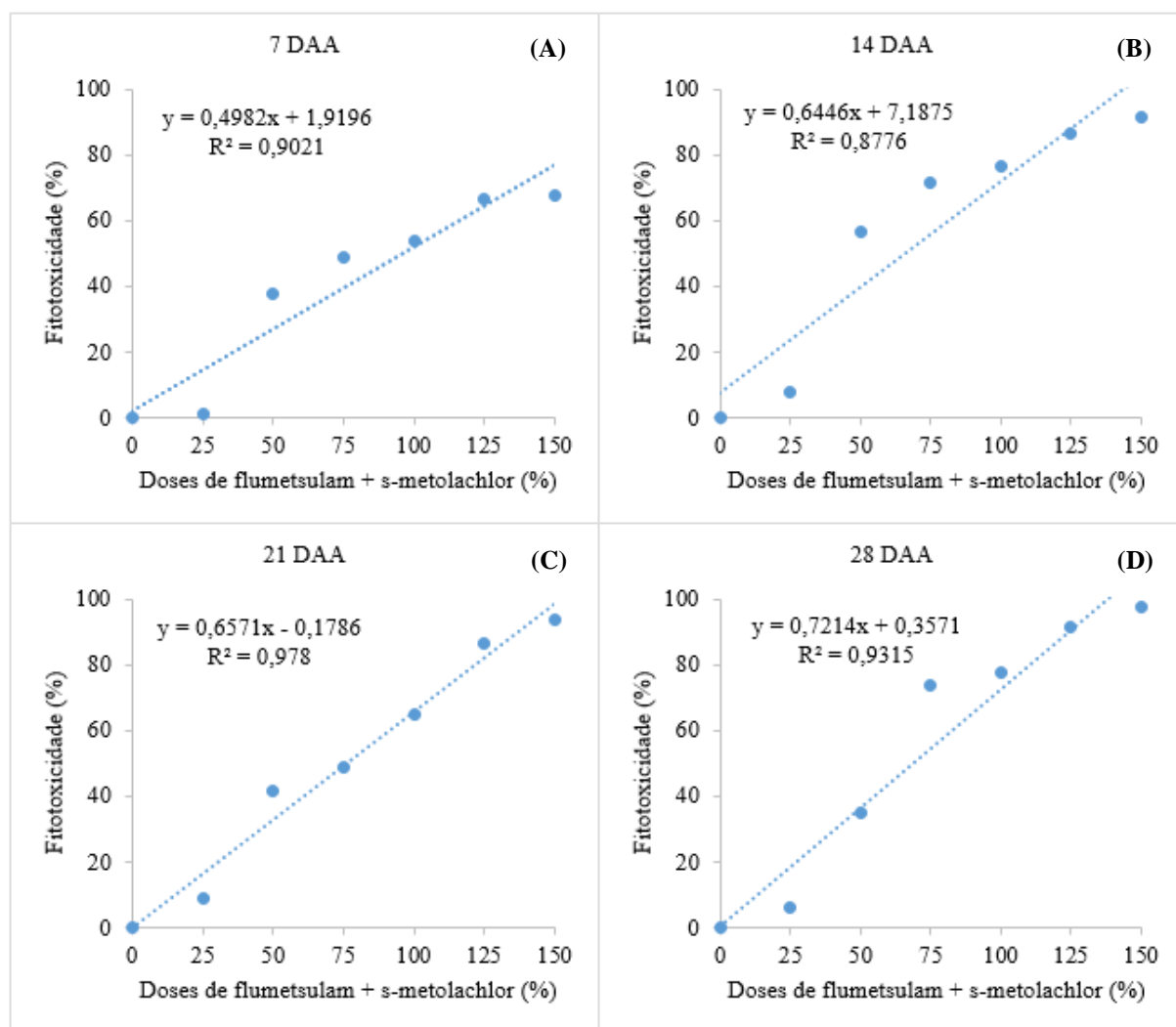


**Figura 1.** Fitotoxicidade de plantas de girassol aos 7 (A), 14 (B), 21 (C) e 28 (D) dias após a aplicação em função das doses do herbicida tembotriona.

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<sup>-1</sup> 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).



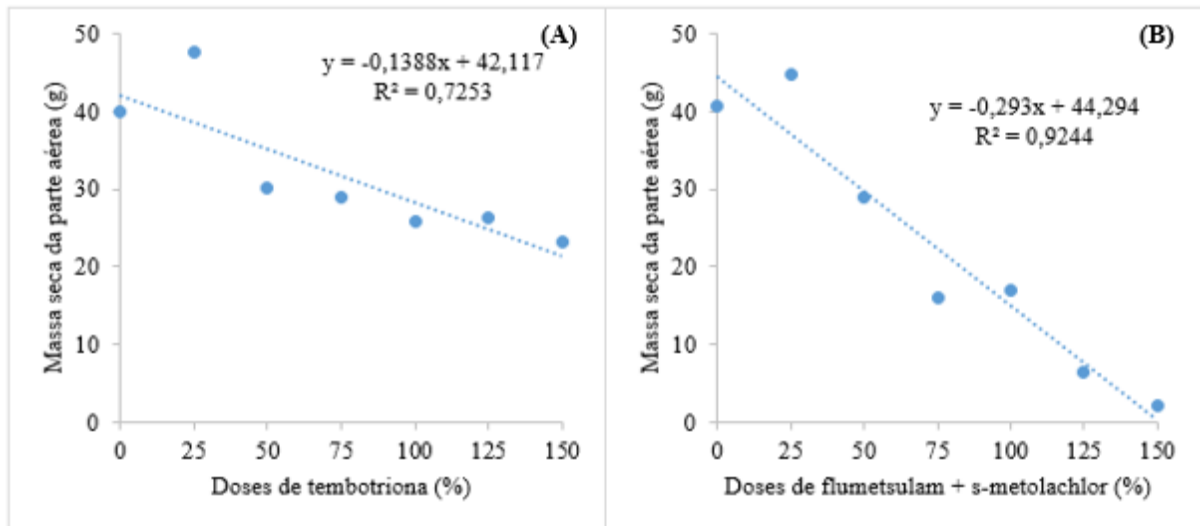
Mesmo aos 28 DAA, os valores de fitotoxidez ainda permaneceram acima de 35%. Os tratamentos com doses de 120 + 1200 g ha<sup>-1</sup> i.a., 144 + 1440 g ha<sup>-1</sup> i.a. de flumetsulam+s-metolachlor, foram as mais fitotóxicas, causando danos superiores a 91% (Figura 2D). Entretanto, observou-se intoxicação em plantas de girassol inferior à 8% para a aplicação de flumetsulam+s-metolachlor na dose de 24 + 240 g ha<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> i.a. de tembotriona mostrou-se como uma alternativa, tendo a dose de 42 g ha<sup>-1</sup> i.a. apresentado tolerância moderada.

O flumetsulam+s-metolachlor aplicado na dose 24 + 240 g ha<sup>-1</sup> 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 milheto. **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.