

INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CÂMPUS URUTAÍ
BACHARELADO EM AGRONOMIA

TOLERÂNCIA DE GIRASSOL SUBMETIDO À DOSES DE
FLUMETSULAM+METOLACHLOR

JOÃO VICTOR DA SILVA OLIVEIRA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

URUTAÍ – GO
Outubro de 2023

INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CÂMPUS URUTAÍ
BACHARELADO EM AGRONOMIA

TOLERÂNCIA DE GIRASSOL SUBMETIDO À DOSES DE
FLUMETSULAM+METOLACHLOR

JOÃO VICTOR DA SILVA OLIVEIRA

Orientadora: Prof. Dra. Polianna Alves Silva Dias

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

URUTAÍ – GO
Outubro de 2023

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

O48t Oliveira, João Victor da Silva
TOLERÂNCIA DE GIRASSOL SUBMETIDO À DOSES DE
FLUMETSULAM+METOLACHLOR / João Victor da Silva
Oliveira; orientadora Polianna Alves Silva Dias. --
Urutaí, 2023.
17 p.

TCC (Graduação em Bacharelado em agronomia) --
Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, 2023.

1. Helianthus annuus L. 2. herbicida. 3. manejo
de plantas daninhas. I. Dias, Polianna Alves Silva,
orient. II. Título.

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

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

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

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

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

João Victor da Silva Oliveira

Matrícula:

2019101200240220

Título do trabalho:

TOLERÂNCIA DE GIRASSOL SUBMETIDO À DOSES DE FLUMETSULAM+METOLACHLOR

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

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

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

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

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

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

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

Documento assinado digitalmente
gov.br JOAO VICTOR DA SILVA OLIVEIRA
Data: 03/12/2023 14:26:41-0300
Verifique em <https://validar.ifg.gov.br>

Urutá 04 /12 /2023
Local Data

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)

Documento assinado digitalmente
gov.br POLIANNA ALVES SILVA DIAS
Data: 05/12/2023 08:02:11-0300
Verifique em <https://validar.ifg.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 **Tolerância de girassol submetido à doses de flumetsulam+metolachlor**, sob orientação de Polianna Alves Silva Dias, apresentada pelo aluno **João Victor da Silva Oliveira (2019101200240220)** do Curso **Bacharelado em Agronomia (Campus Urutai)**. Os trabalhos foram iniciados às 13:00 pela Professora presidente da banca examinadora, constituída pelos seguintes membros:

- **Prof. Dra. Polianna Alves Silva Dias** (Orientadora)
- **Prof. Dra. Gleina Costa Silva Alves** (Examinadora Interna)
- **Prof. Dr. Marco Antonio Moreira de Freitas** (Examinador Interno)

A banca examinadora, tendo terminado a apresentação do conteúdo do Trabalho de Conclusão de Curso, passou à arguição do candidato. 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): 8,5 (em 10)

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.

URUTAI / GO, 09/11/2023

Documento assinado digitalmente
MARCO ANTONIO MOREIRA DE FREITAS
Data: 09/11/2023 20:46:38-0300
Verifique em <https://validar.ifi.gov.br>

Prof. Dr. Marco Antonio Moreira de Freitas

Prof. Dra. Gleina Costa Silva Alves

Prof. Dra. Polianna Alves Silva Dias

Documento assinado digitalmente
POLIANNA ALVES SILVA DIAS
Data: 09/11/2023 20:19:29-0300
Verifique em <https://validar.ifi.gov.br>

Documento assinado digitalmente
GLEINA COSTA SILVA ALVES
Data: 28/11/2023 10:55:52-0300
Verifique em <https://validar.ifi.gov.br>

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por abençoar e iluminar todo meu caminho durante o percurso acadêmico, agradeço pelas oportunidades e pela vida.

À minha família, em especial minha mãe, por me apoiar e sempre acreditarem em mim, dando todo suporte necessário.

À minha namorada Jeovanah Mendes, pelo companheirismo e conselhos.

À Prof. Dr. Polianna Alves Silva Dias, expresse minha gratidão pela oportunidade concedida, pela orientação inestimável, pelo incentivo constante, pela amizade sincera e por toda confiança depositada em mim, bem como por todos os conhecimentos fundamentais compartilhados ao longo da minha trajetória acadêmica, os quais desempenharam um papel crucial na minha evolução.

Aos colegas do grupo de pesquisa de Fitotecnia do IF Goiano, liderado pela Prof. Dr. Polianna Alves Silva Dias e Prof. Dr. Marcos Antônio, que contribuíram no andamento deste projeto.

A todos os professores do Curso de Agronomia pelos conhecimentos ofertados.

Aos colegas de classe pelos anos de convivência, em especial Lourival Júnior, Lucas Fonseca, Carlos Alberto Silva, José Rodrigues, Gabriel Pires, Amanda Maldaner, Eduarda Marcelo e Jennifer Gonzatti.

Aos funcionários e colegas de profissão da Planta Forte Agronegócios, sendo Igor Donha, Moacir Tomazini, Caio Queiroz, Stevam Dumaszk, Farley Fernandes, Aleandro Silva e Gustavo Oliveira, pelas conversas, oportunidades e fornecimento de conhecimento.

Por fim, a todos aqueles que direta ou indiretamente participaram da minha formação e contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito Obrigado!

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de doses do herbicida flumetsulam+metolachlor no desenvolvimento do híbrido de girassol Tera204CL. O experimento foi realizado em campo, no Instituto Federal Goiano Campus-Urutaí. Foi avaliado o híbrido de girassol Tera204CL, submetido à cinco doses de flumetsulam+metolachlor (0, 25, 50, 75 e 100% da dose comercial) aplicados aos 15 dias após a semeadura. A condução foi em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições. Foi avaliada a tolerância das plantas por meio de sintomas de fitotoxicidade aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA). Aos 28 DAA também foi avaliada a massa seca da parte aérea (MSPA). Os dados foram submetidos à análise de variância, seguida da análise de regressão ($\alpha=5\%$). Os resultados indicam que todas as plantas se recuperaram da fitotoxicidade aos 28 DAS, permitindo o uso da mistura de herbicidas no cultivo de girassol. A MSPA oscilou após a aplicação do herbicida e a maior MSPA foi observada quando houve aplicação de 100% da dose do produto. O estudo oferece informações valiosas para o uso eficiente do herbicida, com impactos na produção das plantas, promovendo abordagens mais inteligentes no manejo de culturas agrícolas.

Palavras-chave: *Helianthus annuus* L.; herbicida; manejo de plantas daninhas.

ABSTRACT

The objective of the work was to evaluate the effect of doses of the herbicide flumetsulam+metolachlor on the development of the sunflower hybrid Tera204CL. The experiment was carried out in the field, at the Instituto Federal Goiano Campus Urutaí. The sunflower hybrid Tera204CL was evaluated and subjected to five doses of flumetsulam+metolachlor (0, 25, 50, 75 and 100% of the commercial dose) applied at 7, 14, 21 and 28 days after sowing. The conduction was in a randomized block design with four replications. Plant tolerance was assessed through phytotoxicity symptoms at 7, 14, 21 and 28 days after application (DAA). At 28 DAA, dry shoot matter (DSM) was also evaluated. The data were subjected to analysis of variance, followed by regression analysis ($\alpha=5\%$). The results indicate that all plants recovered from phytotoxicity at 28 DAA, allowing the use of the herbicide mixture in the sunflower crop. DSM fluctuated after herbicide application and the highest DSM was observed when applied 100% of the commercial dose (800 ml ha⁻¹). The study offers valuable information for the efficient use of the herbicide, with impacts on plant production, promoting more intelligent approaches in the management of agricultural crops.

Keywords: *Helianthus annuus* L.; herbicide; weed management.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. MATERIAL E MÉTODOS	8
2.1 Caracterização da área experimental e do híbrido de girassol	8
2.2 Delineamento experimental, instalação e condução do experimento	8
2.3 Avaliações e análise estatística	9
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
4. CONCLUSÃO	15
5. REFERÊNCIAS	16

1. INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma excelente opção para a segunda safra em sucessão à cultura da soja, pois possui maior tolerância ao estresse hídrico, além de menor necessidade de insumos quando comparado ao milho. Ainda, o girassol é uma oleaginosa considerada versátil que se desenvolve bem na maioria dos solos agricultáveis e, por apresentar ampla adaptabilidade, pode ser cultivada em diferentes regiões do território nacional. Essa cultura pode ser utilizada em práticas de manejo do solo, como a rotação de culturas, na ciclagem de nutrientes, produção de forragem, produção de grãos e óleo para alimentação humana e animal, fabricação de biodiesel, produção de mel, como planta ornamental e na indústria de cosméticos e no agronegócio (SANTOS et al., 2021).

Entretanto, como toda cultura, o girassol está sujeito a uma série de fatores, bióticos e abióticos, que influenciam seu crescimento, desenvolvimento e na produtividade. Dentre esses fatores, destaca-se a interferência causada por plantas daninhas, que pode resultar na perda de rendimento de aquênios e do teor de óleo em cerca de 20 a 70% (BRIGHENTI et al., 2004).

O girassol é uma cultura bastante sensível à aplicação de herbicidas, tanto pré como pós emergentes. Além da alta sensibilidade da cultura, a situação agrava-se devido à falta de opções de herbicidas registrados para cultura (DAN et al., 2012). Para o controle das plantas daninhas o método de menor custo e de maior eficiência é o controle químico por meio de herbicidas. Entretanto, no Brasil isto se torna um desafio, haja vista que, as opções de herbicidas disponíveis no mercado para cultura do girassol são escassas. Há 24 herbicidas registrados para cultura, enquanto para a soja são 440 produtos registrados (AGROFIT, 2023). Além disso, o girassol é uma cultura muito sensível a herbicidas pós-emergentes que controlam as plantas daninhas eudicotiledôneas.

O controle químico é um dos métodos mais utilizados no manejo das plantas daninhas, considerando principalmente extensas áreas de cultivo, devido à maior praticidade e eficiência. Os herbicidas oxadiazon, oxyfluorfen, S-metolachlor, flumetsulam e pendimethalin são amplamente utilizados no sistema de rotação de cultura. O herbicida flumetsulam é inibidor da acetolactato sintase (ALS), e é, prioritariamente, absorvido pelas raízes e, em menor proporção, pela parte aérea durante a emergência. Ou seja, causa a inibição da emergência em espécies sensíveis, e em plantas já emergidas causam a clorose, principalmente nos pontos de crescimento, que evolui para necrose e morte em algumas semanas (WEED, 1994).

Já o metolachlor pertence ao grupo das cloroacetaminas, as quais foram descritas como inibidoras da síntese de lipídeos, ácidos graxos, ceras foliares, terpenos, flavonoides, proteínas

e divisão celular, e, por interferirem na regulação hormonal (WEED, 1994). Logo, as cloroacetamidas são inibidoras de crescimento do meristema apical e da raiz. As plantas sensíveis são mortas antes da emergência, sem que haja inibição da germinação das sementes nem parada imediata do crescimento, porém o crescimento da raiz é menos sensível que o crescimento da parte aérea.

Segundo Blanco & Velini (2005), os herbicidas devem ser usados de forma técnica e criteriosa, buscando maximizar as suas vantagens e minimizar os riscos toxicológicos, ambientais e a toxicidade para plantas suscetíveis utilizadas como culturas sucedâneas à cultura tratada, a exemplo dos herbicidas residuais. Outro aspecto importante refere-se à associação entre dois ou mais herbicidas. Embora proibida por lei, tornou-se prática comum no manejo das plantas daninhas visando, principalmente, aumentar o espectro de espécies controladas e/ou o período de controle destas. Além de buscar reduzir a pressão de seleção, que favorece a evolução de plantas daninhas resistentes aos herbicidas (ERASMO et al., 2010).

Visando a importância do manejo da cultura em relação à dose correta do herbicida este trabalho buscou avaliar a reação do híbrido de girassol Tera 204CL submetido a doses do herbicida flumetsulam+metolachlor.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área experimental e do híbrido avaliado

O experimento foi conduzido em campo, na entressafra de 2023, no Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí na cidade de Urutaí – GO, localizado a 17°29'6" S e 48°12'27" N e altitude de 712 m. Segundo Köppen-Geiger, o clima da região é do tipo Aw, caracterizado como tropical, com inverno seco e estação chuvosa no verão, com pluviosidade de 1800 mm e temperatura média do mês mais frio é superior a 18 °C.

O híbrido de girassol testado foi a cultivar TERA 204CL, a qual apresenta tecnologia Clearfield® e que não há registros de avaliação de resposta à aplicação de herbicidas na literatura. As sementes de girassol foram cedidas pela empresa Heliagro Crop Science e já estavam tratadas com inseticida, fungicida e polímero.

2.2 Delineamento experimental, instalação e condução do experimento

A semeadura do girassol ocorreu de forma manual, com uma semente cova, obedecendo à recomendação de população para a cultivar, de três sementes por metro linear. Realizou-se a adubação de semeadura com base na análise química de solo. Foi realizada a aplicação de boro via pulverização no solo, na dosagem de 2 kg ha⁻¹ aos 14 DAS. A adubação de cobertura foi feita aos 25 DAS, na dosagem de 300 kg ha⁻¹ do formulado 20-00-20. e pragas e doenças foram monitoradas e seu manejo foi realizado quando necessário. Foi realizada a aplicação de 1,5 L ha⁻¹ do inseticida Connect® (imidacloprid; beta-ciflutrina) + 1,5 L ha⁻¹ do inseticida Lannate® (metomil), para manejo de percevejo e lagarta do girassol. Foi realizada outra aplicação de metomil 1,25 L ha⁻¹, deltametrina 400 ml ha⁻¹ e Actara (tiametoxan) 200 g ha⁻¹ para manejo de pragas via pulverização.

Foi avaliada a resposta do híbrido de girassol submetidos à cinco doses do herbicida flumetsulam+metolachlor. As doses foram, respectivamente, de 0, 200, 400, 600 e 800 mL ha⁻¹, o que corresponde à 0, 25, 50, 75 e 100% da dose comercial do herbicida. A aplicação do herbicida flumetsulam+metolachlor foi feita aos 15 dias após a emergência das plantas de girassol. A parcela experimental foi composta por quatro linhas de 5 metros de comprimento cada, com espaçamento entre linhas de girassol de 0,50 m e o ensaio foi conduzido em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições.

2.3 Avaliações e análise estatística

As avaliações de tolerância do girassol às doses do herbicida foram realizadas aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos herbicidas por meio da escala visual de fitointoxicação proposta pela ALAM (1974). A escala varia de 0 a 100, na qual a nota 0 corresponde à ausência de sintomas de fitotoxicidade e a nota 100 à morte das plantas.

Ao final dessa etapa, aos 28 DAA, também foi avaliada a matéria seca da parte aérea (MSPA). Para tal, foram coletadas cinco plantas por parcela no estágio fenológico R5.5 (florescimento pleno), isto é, quando 50% das flores do capítulo apresentavam-se abertas em 50% das plantas da área. As plantas foram cortadas na superfície do solo e acomodadas em sacos de papel, em seguida, foram secas em estufas de circulação de ar forçada a 60 °C por 72 horas e, posteriormente foram pesadas. Todas as avaliações foram realizadas na área útil da parcela, correspondente às duas linhas centrais excluindo-se 0,5 m da extremidade das linhas.

Os dados foram submetidos à verificação dos pressupostos da análise de variância e, tendo sido atendidos, foi realizada a análise variância. Em seguida, procedeu-se a análise de regressão ($\alpha=5\%$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se diferença altamente significativa para as variáveis fitotoxicidade aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação do herbicida (DAA), bem como para a massa seca da parte aérea (MSPA) em função da dose aplicada do herbicida (Tabela 1). O coeficiente de variação (CV) indica o grau de precisão experimental, 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%. O CV oscilou de 11,5% para o caráter fitotoxicidade aos 7 DAA a 26,7% aos 21 DAA. Observa-se CV igual a zero para a avaliação de fitotoxicidade aos 28 DAA, pois houve recuperação completa das plantas.

Tabela 1. Resumo da análise de variância de notas de fitotoxicidade e de massa seca da parte aérea do híbrido de girassol Tera204CL submetidos à cinco doses do herbicida flumetsulam+metolachlor.

Fontes de variação	GL	Quadrado médio				
		Fito7DAA	Fito14DAA	Fito 21DAA	Fito28DAA	MSPA
Dose	4	2892,5**	280,0**	101,25**	0,0**	8178,9**
Bloco	3	23,33 ^{ns}	16,67 ^{ns}	7,92 ^{ns}	0,0 ^{ns}	1807,3 ^{ns}
Erro	12	19,17	8,33	3,75	0,0	1072,6
CV(%)		11,5	22,2	26,7	0,0	14,9
Média geral:		38,0%	13,0%	7,3%	0,0%	219,8 g

* e ** = significativo a 5 e 1%, respectivamente; ns: não significativo; GL: grau de liberdade; CV (%): coeficiente de variação; fito7DAA, fito 14DAA, fito21DAA e fito28DAA: fitotoxicidade, respectivamente, aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação de diferentes doses de flumetsulam+metolachlor; MSPA: matéria seca parte aérea

A Figura 1 representa a relação entre a fitotoxicidade causada nas plantas de girassol em função da dose do herbicida aos 7 DAA. A fitotoxicidade apresentada pelas plantas de girassol foi diretamente proporcional ao aumento da dose da mistura. O resultado corrobora com o encontrado por Costa et al. (2019) ao avaliar a aplicação de sulfentrazone em girassol, em que observaram a redução na altura do capítulo com o incremento das doses de sulfentrazone. O sulfentrazone é um herbicida do grupo químico das triazolininas, cujo mecanismo de ação inibe a atuação da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX), enquanto o metolachlor é um inibidor das acetamidas, ambos os herbicidas atuam na inibição da síntese de proteínas nos meristemas apicais e raiz. O metolachlor é um herbicida seletivo, indicado para o controle pré-emergente de plantas infestantes nas culturas de soja, milho, cana de açúcar, feijão, algodão, girassol e canola. É absorvido através do coleótilo das monocotiledôneas e hipocótilo das dicotiledôneas, e atua na gema terminal inibindo o crescimento das plantas. O sintoma do efeito herbicida sobre as plantas sensíveis caracteriza-se

pelo intumescimento dos tecidos, e pelo enrolamento do caulículo nas monocotiledôneas e nas dicotiledôneas observa-se a clorose, necrose e a morte. A maioria das plantas, porém, morre antes de emergir a superfície do solo.

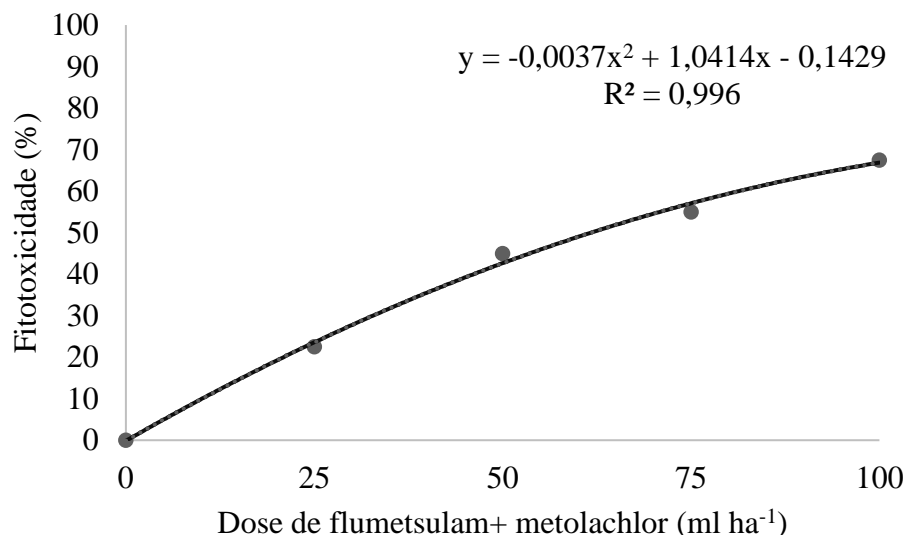


Figura 1. Fitotoxicidade em plantas do híbrido de girassol Tera204CL aos sete dias após aplicação de doses crescentes de flumetsulam+metolachlor. As doses 0, 25, 50, 75 e 100% da dose comercial do herbicida correspondem, respectivamente à 0, 200, 400, 600 e 800 mÇ ha⁻¹ do produto.

Por outro lado, aos 14 DAA observou-se a recuperação das plantas em todas as doses do herbicida. Foram obtidas notas de fitotoxicidade baixas, com média geral de 13%, em função da recuperação delas (Figura 2). Nesse sentido, podemos inferir a resposta positiva da cultivar em função das doses do herbicida. Tal fato justifica-se em virtude do mecanismo de ação dos herbicidas. Os herbicidas flumetsulam, do grupo químico das triazolopirimidina, são inibidores da síntese de aminoácidos de cadeias ramificada. Os herbicidas inibidores da ALS têm um amplo espectro de seletividade e são usados em baixas taxas quando aplicados ao solo ou em tratamentos como pós-emergentes em várias culturas por serem bastante potentes. Esses herbicidas controlam principalmente eudicotiledôneas, mas algumas imidazolinonas controlam gramíneas, enquanto algumas sulfonilureias podem suprimir ciperáceas. A tolerância natural das culturas aos herbicidas inibidores da ALS se deve à metabolização dos herbicidas pelas plantas, originando metabólitos não tóxicos (VIDAL, 1997). Os inibidores da ALS, em sua maioria, são seletivos e controlam as plantas daninhas sem causar danos significativos às culturas. A seletividade é baseada na capacidade da cultura de metabolizar esses produtos antes

que causem danos à planta. As plantas daninhas são controladas por possuírem baixa ou nenhuma capacidade de metabolizar suficientemente rápido esses produtos. Os inibidores da ALS são usados amplamente na agricultura em razão do largo espectro de culturas para as quais são seletivos.

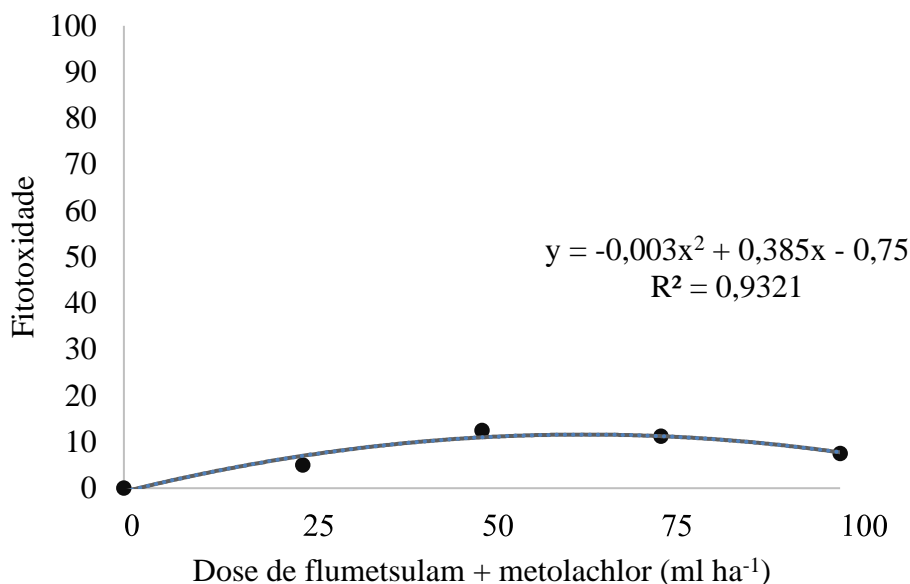


Figura 2. Fitotoxicidade em plantas do híbrido de girassol Tera204CL aos 14 dias após aplicação de doses crescentes de flumetsulam+metolachlor. As doses 0, 25, 50, 75 e 100% da dose comercial do herbicida correspondem, respectivamente à 0, 200, 400, 600 e 800 mL ha⁻¹ do produto.

O metolachlor do grupo químico das cloroacetamidas, é usado em pré-emergência ou com incorporação pouco profunda para controlar gramíneas anuais e algumas plantas daninhas de folhas largas em várias culturas. As cloroacetamidas não controlam plantas que já tenham emergido. O sítio primário de ação desses herbicidas, nas espécies de folhas largas, são as raízes, enquanto o sítio primário de absorção e ação em gramíneas é a parte aérea emergente. As cloroacetamidas não são prontamente translocadas na planta, logo o local de aplicação do herbicida e sua disponibilidade são pontos importantes. Esses herbicidas afetam vários processos bioquímicos na planta e interferem no desenvolvimento celular (PETERSON et al., 2001). A ação fitotóxica desses herbicidas acontece pela inibição da síntese de proteínas nos meristemas apicais da parte aérea e das raízes em espécies suscetíveis. Essa inibição resulta da paralisação do desenvolvimento e da divisão celular, no aumento de tamanho das células, causando a inibição do crescimento da raiz e da parte aérea (OLIVEIRA JUNIOR & CONSTANTIN, 2001).

Aos 21 DAA houve uma leve regressão, com um leve aumento das notas de fito, que pode ser explicado pela redução das chuvas, que podem ter reduzido a imunidade da planta, isto é, impactado nas funções fisiológicas da planta (Figura 3). Tais conclusões, se fundamentaram baseadas na última avaliação, feita aos 28 DAA, em que todas as plantas se recuperaram plenamente com zero sintomas de fito. Esses resultados indicam o alcance do objetivo da pesquisa, que é a seleção de um herbicida que não cause fitotoxicidade no girassol.

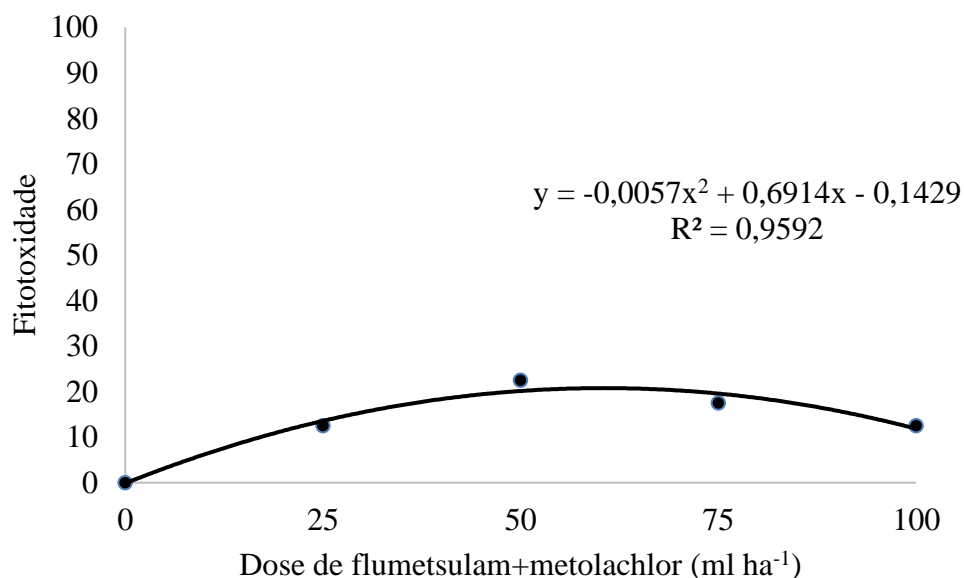


Figura 3. Fitotoxicidade em plantas do híbrido de girassol Tera204CL aos 21 dias após aplicação de doses crescentes de flumetsulam+metolachlor. As doses 0, 25, 50, 75 e 100% da dose comercial do herbicida correspondem, respectivamente à 0, 200, 400, 600 e 800 mL ha⁻¹ do produto.

Por fim, foi feita a avaliação da influência das doses do herbicida na produção de biomassa, medida por meio da massa seca da parte aérea (MSPA) das plantas de girassol. Observou-se uma variação na resposta das plantas em função das doses do herbicida (Figura 4). Observa-se uma oscilação significativa de redução e aumento na MSPA à medida que a dose do herbicida aumentou. Quando nenhuma dose do herbicida foi aplicada (0%), a MSPA foi de 247,75 g planta⁻¹, indicando o valor de referência para o crescimento das plantas. No entanto, com a aplicação de 25% da dose, houve uma redução notável na MSPA (149,25 g planta⁻¹). A redução na MSPA foi menos acentuada na dose de 50%, (228,5 g planta⁻¹). Quando houve aplicação de 75% da dose, a MSPA reduziu novamente (207,0 g planta⁻¹). No entanto com 100% da dose houve maior MSPA comparada às demais doses, com 266,5 g planta⁻¹.

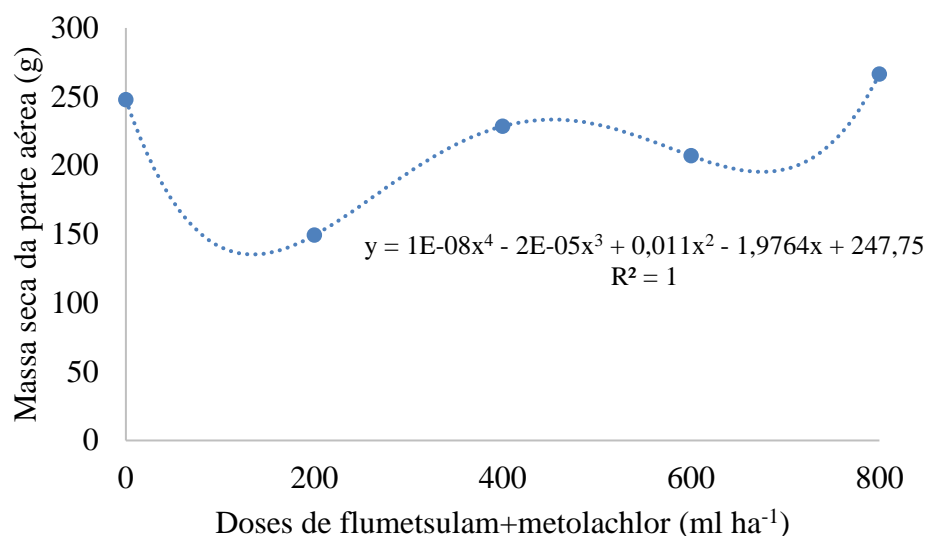


Figura 4 . Massa seca da parte aérea (MSPA) aos 28 dias após aplicação (DAA) em função da dose de flumetsulam+metolachlor aplicado. As doses 0, 200, 400, 600 e 800 mL ha⁻¹, correspondem, respectivamente, à 0, 25, 50, 75 e 100% da dose comercial do herbicida.

Inferese, portanto, houve influência de outros fatores para que houvesse essa oscilação de valores de MSPA, no entanto, destaca-se que a maior MSPA se deu quando foi aplicado 100% da dose do herbicida. De modo geral, observa-se o decréscimo da fitotoxicidade no decorrer das avaliações, com a completa recuperação das plantas 28 DAA. Os resultados evidenciam a viabilidade de utilização do herbicida para controle de plantas daninhas.

Não foi possível estimar a produtividade, pois houve ataque intenso de pássaros, inviabilizando a colheita dos capítulos ao final do ciclo da cultura. Contudo, em pesquisas realizadas por Queiroz (2016) observou-se diferenças na produtividade de plantas de girassol tratadas em pré emergência com moléculas de flumioxazin (50 g ha⁻¹), metribuzin (480 g ha⁻¹), oxyfluorfen (480 g ha⁻¹), s-metochlor (960 g ha⁻¹) e sulfentrazone (400 g ha⁻¹) sendo que as plantas de girassol apresentam menor seletividade ao metribuzin e maior produtividade em relação aos demais tratamentos.

4. CONCLUSÃO

As plantas de girassol apresentam sintomas de fitotoxicidade após a aplicação de diferentes doses do herbicida flumetsulam+metolachlor. Entretanto, elas se recuperam aos 28 dias após a aplicação do produto, inclusive quando aplicada a dose recomendada do produto (800 ml ha⁻¹).

Este estudo oferece *insights* valiosos para o uso eficiente do herbicida, bem como a seletividade da cultivar, além de permitir o desenvolvimento de estratégias mais eficazes para o manejo da cultura do girassol.

5. REFERÊNCIAS

- AGROFIT: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. **Consulta de Produtos Formulados**. Brasília: Agrofit, 2022. 1 p. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 05 abr. 2023
- ALAM - ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE MALEZAS. **Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación en ensayos de control de malezas**. ALAM, v.1, n.1, p.35-38, 1974.
- BLANCO, F. M. G.; VELINI, E. D. Persistência do herbicida sulfentrazone em solo cultivado com soja e seu efeito em culturas sucedâneas. **Planta Daninha**, v. 23, n. 4, p. 693-700, 2005.
- BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C.; OLIVEIRA JR, R. S.; SCAPIM, C. A.; VOLL, E.; GAZZIERO, D. L. P. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do girassol. **Planta daninha**, v.22, p.251-257, 2004.
- 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. et al. Atividade residual de herbicidas usados na soja sobre o girassol cultivado em sucessão. **Ciência Rural**, v. 42, n. 11, p. 1929-1935, 2012.
- ERASMO, E.A.L.; COSTA, N.V.; PERUZZO, A.S.; BARBERATO JUNIOR, J.E. Efeito de herbicidas aplicados em solo de várzea sobre a cultura do girassol. **Planta Daninha**, v. 28, n. 4, p. 843-852, 2010.
- OLIVEIRA JUNIOR, R.S.; CONSTANTIN, J. **Plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 362p.
- PETERSON, D.E.; THOMPSON, C.R.; REGEHR, D.L.; AL-KHATIB, K. **Herbicide mode of action**. Topeka: Kansas State University, 2001. 24p.
- QUEIROZ, G.P. Eficácia de herbicidas em pré-emergência na cultura do girassol. 2016. 22 f. **Dissertação (Mestrado)** - Curso de Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016.
- SANTOS, J.M.S.; PEIXOTO, C.P.; SILVA, M.R.; ALMEIDA, A.T.; CASTRO, A.M.P.B.; POELKING, V.G.C.; OLIVEIRA, E.R. Características agronômicas do girassol em consórcio no sistema ILP. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.1, p.10481-10493jan. 2021
- VIDAL, R.A. **Herbicida: mecanismos de ação e resistência de plantas**. Porto Alegre, 1997. 165p.
- WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. **Herbicide handbook**. 7.ed. Champaign, 1994. 352 p.