

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO - CAMPUS MORRINHOS PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-  
GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO MESTRADO PROFISSIONAL EM  
OLERICULTURA

**EFEITO RESIDUAL ATIVO DE HERBICIDAS (CARRYOVER)  
EM PLANTAS DE TOMATE INDUSTRIAL.**

Autor: Vinícius Cândido Gonçalves.

Orientador: Emerson Trogello.

MORRINHOS - GO

2023

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,  
CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-  
GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
OLERICULTURA

**EFEITO RESIDUAL ATIVO DE HERBICIDAS (CARRYOVER)  
EM PLANTAS DE TOMATE INDUSTRIAL.**

Autor: Vinícius Cândido Gonçalves.

Orientador: Emerson Trogello.

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM OLERICULTURA, no Programa de Pós-Graduação em Olericultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos – Área de Concentração: Olericultura.

MORRINHOS - GO

2023

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/IF Goiano Campus Morrinhos**

G635e Gonçalves, Vinicius Cândido.  
Efeito residual ativo de herbicidas (Carryover) em plantas de tomate industrial. / Vinicius Cândido Gonçalves. – Morrinhos, GO: IF Goiano, 2023.  
60 f. : il. color.

Orientador: Dr. Emerson Trogello

Dissertação (mestrado) – Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos, Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Olericultura, 2023.

1. *Solanum lycopersicum* L. 2. Herbicidas. 3. Plantas daninhas. I. Trogello, Emerson . II. Instituto Federal Goiano. III. Título.  
CDU 635.64:631.86

Fonte: Elaborado pela Bibliotecária-documentalista Morgana Guimarães, CRB1/2837



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

Ata nº 10/2023 - SGP GPI-MO/GPGPI-MO/CMPMHOS/IFGOIANO

**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO**

**ATA Nº 111**

**BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO**

Aos dois dias do mês de outubro do ano de dois mil e vinte e três, às 14h:00 min (quatorze horas), reuniram-se os componentes da banca examinadora em sessão aberta realizada por videoconferência ( <https://meet.google.com/bwe-gzyr-nvz>) para procederem a avaliação da defesa de Dissertação, em nível de mestrado, intitulada 'EFEITO RESIDUAL ATIVO DE HERBICIDAS (CARRYOVER) EM PLANTAS DE TOMATE INDUSTRIAL' de autoria de **Vinícius Cândido Gonçalves** discente do Programa de Pós-Graduação em Olericultura do Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos. A sessão foi aberta pelo presidente da Banca Examinadora, Prof. Dr. Emerson Trogello, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida ao autor para, em 30 min., proceder à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca fez suas arguições, adotando-se o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se a avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Olericultura, e procedidas às correções recomendadas, a Dissertação foi APROVADA, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM OLERICULTURA**, na linha de pesquisa em Manejo Fitossanitário em Olerícolas, pelo Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na secretaria do PPGOL da versão definitiva da Dissertação, com as devidas correções. Assim sendo, a defesa perderá a validade se não cumprida essa condição, em até **60 (sessenta) dias** da sua ocorrência. A Banca Examinadora recomendou a publicação de artigo científico oriundo dessa Dissertação em periódico após procedida as modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de Dissertação de Mestrado, e para constar, foi lavrada a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada eletronicamente pelos membros da Banca Examinadora.

Membros da Banca Examinadora

<b>Nome</b>	<b>Instituição</b>	<b>Situação no Programa</b>
Prof. Dr. Emerson Trogello	IF Goiano-Campus Morrinhos	Presidente
Prof <sup>a</sup> . Dr <sup>a</sup> . Clarice Aparecida Megguer	IF Goiano-Campus Morrinhos	Membro interno

Prof. Dr. Alexandre Igor de Azevedo Pereira	IF Goiano-Campus Urutaí	Membro interno
---	-------------------------	----------------

Documento assinado eletronicamente por:

- Alexandre Igor de Azevedo Pereira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 03/10/2023 13:32:18.
- Clarice Aparecida Megguer, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 03/10/2023 13:31:57.
- Emerson Trogello, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 03/10/2023 13:30:38.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 28/09/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 535311  
Código de Autenticação: fc100fffb0



INSTITUTO FEDERAL GOIANO  
Campus Morrinhos  
Rodovia BR-153, Km 633, Zona Rural, SN, Zona Rural, MORRINHOS / GO, CEP 75650-000  
(64) 3413-7900

## 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 (RIF 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 checked="" type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização)       | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input type="checkbox"/> TCC (graduação)                   | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Matrícula:

Título do trabalho:

### RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIF 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

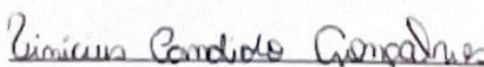
O(a) referido(a) autor(a) declara:

- 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.

Local

/  /

Data



As

Documento assinado digitalmente

30/11/2023



EMERSON TROGELLO

Data: 17/11/2023 08:16:53-0300

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

Ciente e de acordo:

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por tudo que Ele fez e faz nesta vida.

A minha família que sempre está junto comigo em cada etapa, dando toda força e apoio necessário em especial ao meu pai Rôner Cândido Ribeiro e Elenice Gonçalves da Silva Ribeiro, e minha namorada Beatriz Oliveira Alexandre, grande incentivadora dos nossos planos.

Ao IF Goiano – Campus Morrinhos, por me proporcionar essa oportunidade ímpar na minha ida.

Ao professor Dr. Emerson Trogello, pelo conhecimento passado com toda sua experiência e humildade, sempre solícito nas demandas ao decorrer de todo o trabalho, e que além de professor e orientador considero um grande amigo.

A todos os alunos da graduação e pós-graduação do IF Goiano Campus Morrinhos que auxiliaram no decorrer de todo trabalho, e em especial ao Vitor Cardili que desde o início auxiliou em todos os processos deste trabalho.

Agradeço a todos os professores que durante o período da pós-graduação pude agregar com conhecimentos nas matérias realizadas, nas dúvidas com o experimento e para a análises dos resultados obtidos, em especial a Dra. Clarice Aparecida Megguer, por ensinar e auxiliar nas técnicas laboratoriais e as interpretações dos resultados.

Sem mais, quero agradecer a todos que direta ou indiretamente contribuíram para que este trabalho pudesse ser realizado.

## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

Vinícius Cândido Gonçalves, filho de Rôner Cândido Ribeiro e Elenice Gonçalves da Silva Ribeiro, nasceu em Morrinhos, Goiás, Brasil, no dia 12 de fevereiro de 1996. No ano de 2018 concluiu o curso de Bacharelado em Agronomia pelo IF Goiano – Campus Morrinhos. Mestrando em Olericultura pelo IF Goiano – Campus Morrinhos desde 2021, foi colaborador da empresa J.Assy multinacional do ramo de equipamentos para plantadeiras por 6 meses (2019), colaborador na revenda SuyAgro de insumos agrícolas focados em semente, nutrição foliar e produtos biológicos durante 11 meses (2020), atualmente autônomo, prestando serviços na área de extensão rural com projeto sustentável visando a baixa emissão de carbono no cerrado brasileiro e na agregação de renda dos produtores rurais com sistemas integrados de produção (2021 – atual).



## ÍNDICE

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE TABELAS.....	viii
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xii
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>01</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>03</b>
2.1. Cultura do tomate.....	03
2.2. Utilização de herbicidas.....	04
2.3. Propriedades físico-químicas dos herbicidas e sua relação com o ambiente.....	05
2.4. Efeito de carryover de herbicidas.....	06
2.5. Carryover de atrazina, mestrione e tembotrione no tomate.....	07
<b>3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>08</b>

# CAPÍTULO I

	<b>Página</b>
RESUMO.....	14
ABSTRACT.....	16
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>18</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>20</b>
2.1 Caracterização da área experimental.....	20
2.2 Preparo da área.....	21
2.3 Materiais genéticos e insumos.....	22
2.4 Delineamento experimental.....	22
2.5 Avaliações e colheita da cultura do tomate.....	24
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>26</b>
3.1 Análises fisiológicas.....	26
3.2 Análises pós-colheita e matéria seca.....	27
3.3 Análises de clorofila e carotenoide.....	31
3.4 Classificação e produtividade.....	34
<b>4. CONCLUSÃO.....</b>	<b>37</b>
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>38</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Média da precipitação (mm) e temperatura (°C) anual do município de Morrinhos, GO – 2022.....	20
<b>Figura 2.</b> Manejo de dessecação e plantio direto da primeira etapa do experimento em Morrinhos, GO – 2021.....	21
<b>Figura 3.</b> Primeira etapa do experimento já instalada na área em Morrinhos, GO – 2022.....	23
<b>Figura 4.</b> Segunda etapa do experimento já instalada na área em Morrinhos, GO – 2022.....	24
<b>Figura 5</b> - Resumo do teste Tukey a 5% de probabilidade para a variável densidade de fruto ( $d\text{ cm}^{-3}$ ), em função da comparação entre os tratamentos trabalhados. Morrinhos, GO – 2023 .....	28
<b>Figura 6</b> - Resumo do teste Tukey a 5% de probabilidade para a variável matéria seca da parte aérea (MSPA) em ( $g\text{ planta}^{-1}$ ), em função da comparação entre os tratamentos trabalhados Morrinhos, GO – 2023.....	30
<b>Figura 7</b> - Resumo do teste Tukey a 5% de probabilidade para a variável clorofila a ( $\mu\text{gcm}^{-22}$ ), em função da comparação entre os tratamentos trabalhados. Morrinhos, GO – 2023.....	32

**Figura 8** - Resumo do teste Tukey a 5% de probabilidade para a variável carotenoides ( $\mu\text{gcm}^{-2}$ ), em função da comparação entre os tratamentos trabalhados. Morrinhos, GO – 2023.....32

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Caracterização química do solo da área experimental antes da instalação do experimento. Morrinhos, GO – 2021.....	21
<b>Tabela 2.</b> Caracterização de todos os tratamentos trabalhados no experimento e suas respectivas doses Morrinhos, GO – 2021.....	22
<b>Tabela 3 -</b> Resumo de análises de variância (Quadrados Médios) de características avaliadas análise fisiológicas. Morrinhos, GO – 2023.....	26

**Tabela 4** - Resumo de análises de variância (Quadrados Médios) de características avaliadas pós-colheita e matéria seca. Morrinhos, GO – 2023.....27

**Tabela 5** - Resumo de análises de variância (Quadrados Médios) de características avaliadas clorofila e carotenoides. Morrinhos, GO – 2023.....31

**Tabela 6** - Resumo de análises de variância (Quadrados Médios) de características avaliadas de classificação e produtividade. Morrinhos, GO – 2023.....35

## RESUMO

GONÇALVES, VINÍCIUS CÂNDIDO. Instituto Federal Goiano, Campus Morrinhos - GO, outubro de 2023. **Efeito residual ativo de herbicidas (Carryover) em plantas de tomate industrial.** Orientador: Dr. Emerson Trogello.

A cultura do tomate rasteiro (*Solanum lycopersicum* L.) tem importância econômica em território brasileiro, sendo cultivada em diferentes estados e o maior representante é Goiás seguido de São Paulo e Minas Gerais, caracterizada como uma das olerícolas mais consumidas e produzidas no Brasil, sendo utilizada na alimentação humana, tanto *in natura* ou processada industrialmente. Com o intuito de maximizar a utilização da terra, tornou-se bastante comum a sucessão de cultivos em uma mesma área, sendo necessário realizar as aplicações de diversos herbicidas. Mesmo a aplicação sendo em culturas antecedentes, pode haver efeitos negativos na cultura em sucessão, através de um efeito chamado carryover. O presente trabalho avaliou o efeito de carryover de herbicidas com princípio ativo de atrazina, mesotrione e tembotrione aplicados na cultura anterior, milho doce, cujo os tratamentos e doses foram respectivamente: T1: capina manual (sem aplicação de herbicida); T2: Calaris<sup>®</sup>, 1,5 L ha<sup>-1</sup> (atrazina+mesotrione); T3: Primóleo<sup>®</sup>, 5,0 L ha<sup>-1</sup> (atrazina); T4 Primóleo<sup>®</sup> (atrazina), 5,0 L ha<sup>-1</sup> + Callisto<sup>®</sup> (mesotrione), 0,25 L ha<sup>-1</sup> e T5: Primóleo<sup>®</sup> (atrazina) 5,0 L ha<sup>-1</sup> + Soberan<sup>®</sup> (tembotrione), 0,24 L ha<sup>-1</sup>, aplicados em estágio V5. As plantas tratadas com Primóleo<sup>®</sup> + Callisto<sup>®</sup> na dose de 5,0 L ha<sup>-1</sup> + 0,25 L ha<sup>-1</sup> (T4), obteve maior incremento na densidade do fruto, 1,027 d cm<sup>-3</sup>, teor de matéria seca e de carotenoides, 74,69 g, 44,175 µg cm<sup>-2</sup>, e para o tratamento de Calaris<sup>®</sup> na dose de 1,5 L ha<sup>-1</sup> (T2), ocorreu o aumento no teor de clorofila *a*, sendo de 104,57 µg cm<sup>-2</sup>. Para defeitos, classificação e produtividade, não foi obtido diferença

estatística entre os tratamentos. A aplicação de atrazina+mesotrione não gerou efeito de carryover em tomate.

**Palavras-chave:** Plantas daninhas; transferência; sucessão; herbicidas.



## ABSTRACT

GONÇALVES, VINÍCIUS CÂNDIDO. Instituto Federal Goiano, Campus Morrinhos - GO, October 2023. **Active residual effect of herbicides (Carryover) on industrial tomato plants (*Solanum lycopersicum* L.)**. Advisor: Dr. Emerson Trogello.

The tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.) cultivation has its economic importance in Brazilian territory for being cultivated in different states, which one the largest representative is Goiás, followed by São Paulo and Minas Gerais, characterizing it as one of the most consumed and produced vegetables in Brazil, being used in human food, either *in natura* or industrially processed. To maximize land use, the succession of crops in the same area has become quite common, making it necessary to apply different herbicides. Even though the application is used in previous crops, there may be negative effects on tomatoes through an effect called carryover. The present work evaluated the carryover effect of herbicides with the active principle of atrazine, mesotrione and tembotrione applied to the previous crop, sweet corn, whose treatments and doses were respectively: T1: manual weeding (without herbicide application); T2: Calaris®, 1.5 L ha<sup>-1</sup> (atrazine+mesotrione); T3: Primóleo®, 5.0 L ha<sup>-1</sup> (atrazine); T4 Primóleo® (atrazine), 5.0 L ha<sup>-1</sup> + Callisto® (mesotrione), 0.25 L ha<sup>-1</sup> and T5: Primóleo® (atrazine) 5.0 L h<sup>-1</sup> + Soberan® (tembotrione), 0.24 L ha<sup>-1</sup>, applied at the V5 stage. Plants treated with Primóleo® + Callisto® at a dose of 5.0 L ha<sup>-1</sup> + 0.25 L ha<sup>-1</sup>

(T4), obtained a greater increase in fruit density,  $1.027 \text{ d cm}^{-3}$ , dry matter content and carotenoids,  $74.69 \text{ g}$ ,  $44.175 \mu\text{g cm}^{-2}$ , and for the treatment of Calaris® at a dose of  $1.5 \text{ L ha}^{-1}$  (T2), there was an increase in the chlorophyll a content, being  $104.57 \mu\text{g cm}^{-2}$ . Regarding defects, classification and productivity, no statistical difference was obtained between treatments. The application of atrazine+mesotrione did not generate a carryover effect in tomato.

**Keywords:** Weeds; transfer; succession; herbicides.

## 1. INTRODUÇÃO

A cultura do tomate rasteiro (*Solanum lycopersicum* L.) tem demonstrado aumento intensivo na produção e área plantada mundialmente. Fato demonstrado pela produção global de aproximadamente 186,82 milhões de toneladas em área estimada de 5,05 milhões de hectares. Concentrando a maior parte de produção pelos continentes da Ásia (62,6%) e Américas (13,1%) (FAO, 2020).

Com o aumento da produção de tomate a nível Brasil e mundo, tornou-se necessário a intensificação no uso da terra, ou seja, trabalhar a área mais vezes no ano (FERRAZ *et al.*, 2021). Segundo Correia (2021) neste rearranjo do sistema de produção, a maioria das olerícolas são dispostas posteriormente as grandes culturas (soja e milho), podendo haver interferência dos herbicidas aplicados com referência ao residual.

A capacidade de uma molécula de herbicida ficar ativa no solo, conservando as propriedades físico-químicas depois da aplicação em determinada cultura, e ainda ser capaz de interferir causando efeito negativo em diferentes variáveis a ser plantada, leva o nome de efeito Carryover (MENDES *et al.*, 2017).

Vários herbicidas de diferentes modos de ação apresentam o efeito de carryover, podendo causar danos a diversas espécies de plantas, interferindo no acúmulo de biomassa, prejudicando a emergência e acarretando a perda de produtividade e/ou qualidade do produto gerado. Com esse efeito de residual presente nos produtos

fitossanitários, torna-se difícil o posicionamento sem causar prejuízos (PALHANO *et al.*, 2018).

Os herbicidas com moléculas de mesotriona e tembotriona utilizados em milho doce para controle de plantas daninhas, vem causando danos significativos em olerícolas plantadas em sucessão ao milho. Os plantios de hortifrutis em sequência na mesma área do milho doce, demonstram redução na taxa fotossintética e lesão visível nos frutos de tomate, Torna-se necessários realizar estudos para melhorar o posicionamento de tais herbicidas, controlando o seu alvo e não causando efeito em culturas comerciais (PINTAR *et al.*, 2021).

Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito Carryover dos herbicidas mesotrione, tembotrione e atrazina em tomate rasteiro, utilizados comumente em milho doce que antecede o plantio da olerícola.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Cultura do tomate

O tomate (*S. lycopersicum* L.) é a segunda hortaliça mais produzida no mundo, sua origem vem da América do Sul, mais precisamente próximo aos países de Peru, Equador e Chile, mas com grande variabilidade genética. Pertencente à família das solanáceas, o comportamento de crescimento vegetativo pode ser de hábito determinado e indeterminado, comercialmente o mais cultivado é do indeterminado (MAUREIRA *et al.*, 2022).

Segundo Ayenan *et al.* (2019), para o bom desenvolvimento do tomateiro é necessário a temperatura entre 18,5 e 29,5°C, sendo a mínima e máxima noturna próxima dos 18,5 e 21,0°C, respectivamente, e diurna chegando entre os 21,0 e 29,5°C. A precipitação e umidade são fatores indispensáveis para o ciclo da cultura, sendo importante em vários processos fisiológicos, germinação, absorção de nutrientes, polinização, pegamento de flores, enchimento de frutos etc. Para completar o ciclo são necessários aproximadamente 600 mm de água (DINGLEY *et al.*, 2022).

No Brasil a representatividade da produção de tomate é grande, tendo como área plantada de 51,96 mil hectares com a produção de 3,75 milhões de toneladas no ano de 2020, mas, com perspectiva de aumento significativo, pois, as indústrias estão com estoque de polpa baixos (FAO, 2020). De acordo com IBGE (2021), no início de 2021 foi registrado a área de tomate plantada de 56,76 mil hectares, com a produção de 4,00 milhões de toneladas, registrando aumento de aproximadamente 2% em relação a produção anterior.

A destinação em território brasileiro tem a maior parte voltada para o consumo *in natura*, mais conhecido como tomate de mesa, mas, nos últimos tempos o cultivo para a utilização industrial aumentou bastante, para gerar produtos processados. O consumo *per capita* de aproximadamente 6 kg ano<sup>-1</sup>, podendo variar entre as regiões brasileiras e influenciada pelo preço de venda (FURQUIM & NASCIMENTO 2021).

## 2.2 Utilização de herbicidas

A aplicação de pesticidas todos os anos nas culturas mundialmente plantadas, temos grande volume de produtos químicos, sendo aplicados nos solos, aproximadamente 2 milhões de toneladas que sofrem interações com solo e ambiente podendo ser adsorvidas nos coloides ou lixiviadas (SYAFRUDIN *et al.*, 2021).

Os herbicidas são os meios principais de controle de plantas daninhas, pode haver a divisão em pré e pós-emergente da cultura. No caso de tomate, comumente são utilizados herbicidas com princípio ativo de metribuzin e metolaclopro em pré-emergência e de halosulfuron em pós-emergência (BAYAT *et al.*, 2021).

O tomate vem sendo cultivado em seguida de milho doce na mesma área, alguns herbicidas nele aplicado pode ficar presente no solo. De acordo com Chitband *et al.* (2021), o mesotrione é utilizado em diferentes híbridos de milho doce para controle de algumas espécies de plantas daninhas, que até mesmo dependente do híbrido pode apresentar suscetibilidade. O tembotrione, também vem sendo posicionado em milho doce para pegar algumas daninhas que causam perdas de produtividade em diferentes regiões (NUNES *et al.*, 2022).

A associação de mesotrione e tembotrione a atrazina tem sido usada para manejo de ervas daninhas no milho, a fim de controlar plantas de folha estreitas e largas, aumentando a eficiência de controle na aplicação. Sendo vantajoso para maximizar o controle de daninhas que vem apresentando resistências (JACOBS *et al.*, 2020).

## 2.3 Propriedades físico-químicas dos herbicidas e sua relação com o ambiente.

Os aleloquímicos provindos de tricetonas como o tembotrione possuem características físico-químicas similares entre os vastos produtos comercialmente

distribuídos, tendo potencial de dissociação entre 2,98 a 3,17 pKa, solubilidade em água de aproximadamente de 71 g L<sup>-1</sup> a 20°C e valores de pH a 24°C próximo a 3,63 (RANI *et al.*, 2020).

Inibidores da HPPD (hidroxifenil-piruvato-dioxigenase) como mesotrione e tembotrione utilizados vastamente no Brasil, Chile e Estados Unidos é considerado um ácido fraco, de fácil absorção e translocação na planta, classificado como prejudiciais a vida aquática e de baixo coeficiente de partição (LogP= 1,09 em pH 7, 20°C) (DONG *et al.*, 2023).

Segundo Wolejko *et al.* (2022), o solo é a parte central do ambiente natural em que ocorre todas as interações entre os organismos, nutrientes e água, e toda ou qualquer alteração no ambiente causa desequilíbrio do meio. Os agroquímicos quando acumulados nos solos causam interferências negativas nas comunidades de microrganismos que vivem na rizosfera, alterando o crescimento, permeabilidade da membrana e respiração celular, além de alterações morfológicas (SHAHID & KHAN 2022).

A persistência de um herbicida é influenciada por alguns fatores bióticos e abióticos, e da textura do solo, e a degradação da molécula é ocasionada por microrganismo, dependente de temperatura, umidade, acidez (pH), e intensidade luminosa presente no meio (JIANG *et al.*, 2018).

Segundo Marinho *et al.* (2019) observar o tempo de meia vida ( $t_{1/2}$ ) já é uma das maneiras de evitar o efeito residual de um herbicida em culturas de sucessão, esta variável mostra o tempo que leva para que parte do composto seja degradado. Deve ser observado também o teor de matéria orgânica e de argila, que influenciam na adsorção dos compostos podendo estar biodisponíveis posteriormente na solução do solo.

O tempo de meia vida do mesotrione é de aproximadamente 7 dias, dependendo de algumas características edafoclimáticas, sendo classificado com herbicida que não persiste tanto tempo ativo no solo (LEWIS *et al.*, 2016).

Quando estudado as interações deste herbicida com o meio foi constatado que o tempo de degradação ( $t_{1/2}$ ) é aumentado quando a umidade do solo é alterada, passando de 6,9 dias para 99 dias, com umidade abaixo de 15%. Além da umidade do solo, a persistência pode ser impactada pelo pH do solo, sendo que a proximidade de pH neutro, cerca de 6,6, eleva o tempo de meia vida de 5 dias para 34 dias (PINTAR 2020a).

Como observado por Silva *et al.* (2019) em solos que têm a classificação de latossolo vermelho-amarelo, o tempo de meia vida do tembotrione pode ser superior a 90 dias, tornando um problema para culturas posteriores na área. A correção do pH nestes solos, proporcionam menores tempos para degradação de parte do composto.

#### 2.4 Efeito de carryover de herbicidas

Cada herbicida comporta-se de uma maneira no solo, dependendo das propriedades e dos fatores bióticos e abióticos, alguns conseguem permanecer ativos no solo por mais tempo e causar impactos em outras culturas que são cultivadas posteriormente na mesma área, caracterizando o efeito de carryover (CONCENÇO *et al.*, 2022).

Segundo Ortmeier-Clarke *et al.* (2022), com a vasta variabilidade de plantas daninhas e a falta de produtos registrados, reduzem as possibilidades de estratégias para controlar as plantas invasoras, e a grande maioria dos herbicidas utilizados em soja e milho causam efeito ativo em culturas subsequentes.

O sistemas de sucessão de culturas, torna-se essencial para maior aproveitamento da área, sendo comum o cultivo de olerícolas e algumas leguminosas em sequência de soja e milho, os inibidores da HPPD neles aplicados estão causando redução de biomassa em feijão de 12%, além de indicar permanência ativa no ambiente após um ano da aplicação (WANG *et al.*, 2021).

De acordo com Palharani *et al.* (2023), várias alternativas de controle químico são utilizadas para controle de capim-amargoso (*Digitaria insularis*), na pré-semeadura da soja, isso implica a mistura de diversos produtos com princípio ativos diferentes, que não ocasionam efeito negativo na soja, mas podem deixar longo residual a outras culturas mais sensíveis.

As culturas instaladas após soja ou milho cujas sementes são pequenas como a ervilha, alfafa, canola entre outras, tendem a ter a redução no peso fresco entre 23% a 63%, após 60 dias do seu estabelecimento na área, dependendo das combinações dos herbicidas utilizados (RIBEIRO *et al.*, 2021).



## 2.5 Carryover de atrazina, mesotrione e tembotrione no tomate

Herbicidas que são aplicados na safra anterior ou em culturas antecedentes, que apresentam persistência no solo e interferem negativamente na próxima cultura, codifica o efeito chamado de Carryover. Fitotoxidades ocasionados pelo tempo ativo da molécula no solo (RECTOR *et al.*, 2020).

De acordo com Grint *et al* (2022) há alguns anos já é observado que certos herbicidas estão capazes de causar o efeito carryover em culturas subsequentes ao milho. Há déficit de estudos relacionados a estas interações que dificultam o entendimento da fitotoxicidade.

O tomate é uma planta que demonstra ser sensível a diferentes defensivos agrícolas, que em presença de uma fitotoxicidade, o desenvolvimento e crescimento podem ser afetados negativamente, interferindo no crescimento de parte aérea e raízes, acúmulo de biomassa e produtividade. Em casos mais severos o dano no tomateiro pode ser ainda acentuado, ocasionando a morte da planta (ANGELES *et al.*, 2020).

A atrazina aplicada vastamente no milho, apresenta fitotoxicidade em diferentes espécies de plantas, incluindo a cultura do tomate, resultando em deficiência da planta afetada para realizar o processo de fotossíntese, atuando no transporte de elétrons do fotossistema II, efeito intensificado ainda mais com a presença de metais pesados (WANG *et al.*, 2022).

O efeito de carryover causado por mesotrione em hortaliças como tomate, ocasiona lesões visíveis de clorose e necrose de folhas, além de crescimento lento, menor acúmulo de massa fresca e diminuição no teor de carotenoides totais das plantas. Dependendo do solo a persistência da molécula pode chegar a um ano (PINTAR *et al.*, 2020b).

De acordo com Carneiro *et al.* (2019) o tembotrione causa efeito de carryover em hortaliças até 8 meses após aplicação, levando a redução da biomassa seca, diminuição dos rendimentos e alteração na estética de alguns frutos de hortaliças e tubérculos. A associação com atrazina pode alterar os níveis de interferência.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGELES, J.; HEMBREE, K. J.; GOORAHOO, D. & SHRESTHA, A. Response of tomato transplants to different residual levels of pre-plant herbicides in the soil. **Journal of Crop Improvement**, v. 34, n. 5, p. 697-714. 2020. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15427528.2020.1762273>>. Acesso em: 05 de jul. de 2022.

AYENAN, M. A. T.; DANQUAH, A.; HANSON, P.; AMPOMAH-DWAMENA, C.; SODEDJI, F. A. K.; ASANTE, I. K.; & DANQUAH, E. Y. Accelerating Breeding for Heat Tolerance in Tomato (*Solanum lycopersicum* L.): **An Integrated Approach. Agronomy**, v. 9, n. 720, p 1- 23, 2019. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2073-4395/9/11/720>>. Acesso em: 04 de jul. de 2022.

BAYAT, M.; ZARGAR, M.; PAKINA, E.; LYASHKO, M. & CHAUHAN, B.S. Impact of PRE- and POST herbicide on purple nut sedge (*Cyperus rotundus* L.) control and plasticulture tomato yields. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 81, n. 1, p. 46-52, 2021. Disponível em: <<https://www-webofscience.ez369.periodicos.capes.gov.br/wos/woscc/full-record/WOS:000619644800005>>. Acesso em: 05 de jul. de 2022.

CARNEIRO, G. D. O. P.; BONTEMPO, A. F.; GUIMARÃES, F. A. R.; DOS REIS, M. R.; SILVA, D. V.; DE FREITAS SOUZA, M. & LINS, H. A. Carryover of tembotrione and atrazine in sugar beet. **Ciencia e investigación agraria: revista latinoamericana de ciencias de la agricultura**, v. 46, n. 3, p. 319-324, 2019. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7883234>>. Acesso em: 05 de jul. de 2022.

CHITBAND, A. A.; NOGHONDAR, M.N. & SARABI, V. Yield of sweet corn varieties and response to sulfonylurea and mix herbicides. **Advances in Weed Science**, v. 39, n. 1, p. 01-11, 2021. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/aws/a/DKcTgtSw3zd8G4pyGm9yD9d/#>>. Acesso em: 05 de jul. de 2022.

CONCENÇO, G.; ANDRES, A.; DA SILVA, L. B. X.; MELO, T. S.; CAMPOS, A. D. S. & SINNIMANN, C. S. Carryover de [imazapic+imazapyr] sob diferentes sistemas de produção em terras baixas com arroz tolerante a ALS. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 17, n. 3, pp. 2127, 2022. Disponível em: <<https://agraria.pro.br/ojs32/index.php/RBCA/article/view/v17i3a2127>>. Acesso em: 05 de jul. de 2023.

CORREIA, N. M. Carryover de [imazapyr+ imazapic] pulverizados na soja cultivance no cultivo do tomate rasteiro em sucessão. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. Planaltina, n. 390, p. 19, ed. 1, 2021. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1140545/1/Bolpd-3901.pdf>>. Acesso em: 04 de jul. de 2022.

DINGLEY, A.; ANWAR, S.; KRISTIANSEN, P.; WARWICK, N.W.; WANG, C.H.; SINDEL, B.M.; & CAZZONELLI, C.I. Precision pollination strategies for advancing tomato horticultural production. **Agronomy**, v. 12, n. 2, p. 518, 2022. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2073-4395/12/2/518>>. Acesso em: 04 de jul. de 2022.

DONG, X.; CHEN, Z.; CHU, Y.; TONG, Z.; GAO, T.; DUAN, J.; & WANG, M. Degradação, adsorção e bioacumulação do novo herbicida tricetona HPPD tembotrione. **Ciência Ambiental e Pesquisa sobre Poluição**, v.1 n. 30, pp. 72389–72397 2023. Disponível em: <<https://link-springer-com.ez369.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s11356-023-27501-4>>. Acesso em: 04 de jul. de 2023.

EMBRAPA HORTALIÇAS. Recomendações técnicas para o cultivo de hortaliças em agricultura familiar. **Embrapa Hortaliças-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2007.

FERRAZ, R. P. D., KUCHLER, P. C., & SIMÕES, M. A intensificação do uso agrícola do solo: uma trajetória para o desenvolvimento sustentável da agricultura brasileira. **Embrapa Solos-Capítulo em livro científico**, 2021. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1135864/1/A-intensificacao-do-uso-agricola-do-solo-2021.pdf>>. Acesso em: 04 de jul. de 2022.

FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION - FAO. **FAO Statistical Yearbook**. New York, 2019. Disponível em: <<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>>. Acesso em: 04 de jul. de 2022.

FURQUIM, M. G. D.; NASCIMENTO, A. R.; Aspectos relevantes para o entendimento da cadeia do tomate de mesa no Brasil. **Estudos em agronegócios**, Goiânia, v 5, n. 1, p. 173 - 196, 2021. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Joao-Paulo-Soares/publication/354030657\\_CADEIA\\_PRODUTIVA\\_DE\\_ALIMENTOS\\_ORGANICOS/links/611fa9ea1ca20f6f8635eb7c/CADEIA-PRODUTIVA-DE-ALIMENTOS-ORGANICOS.pdf#page=173](https://www.researchgate.net/profile/Joao-Paulo-Soares/publication/354030657_CADEIA_PRODUTIVA_DE_ALIMENTOS_ORGANICOS/links/611fa9ea1ca20f6f8635eb7c/CADEIA-PRODUTIVA-DE-ALIMENTOS-ORGANICOS.pdf#page=173)>. Acesso em: 05 de jul. de 2022.

GRINT, K.R.; PROCTOR, C.; DEWERFF, R.; SMITH, D. H.; ARNESON, N. J.; ARRIAGA, F.; STOLTENBERG, D. & WERLE, R. Low risk of transfer of corn and soybean herbicides across soil management practices and environments. **Weed Technology**, v. 36, n. 1, p.160-167. 2022. Disponível em: <<https://www-cambridge.ez369.periodicos.capes.gov.br/core/journals/weed-technology/article/low-carryover-risk-of-corn-and-soybean-herbicides-across-soil-management-practices-and-environments/39DBCCEE60BE2EF9A71E89FE47534A59>>. Acesso em: 05 de jul. de 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola, estatística da produção agrícola**.

Brasília, 2021. Disponível em: <[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2415/epag\\_2021\\_jan.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2415/epag_2021_jan.pdf)>. Acesso em: 05 de jul. de 2022.

JACOBS, K.E.; BUTTS-WILMSMEYER, C.J.; MA, R.; O'BRIEN, S. R. & RIECHERS, D.E. Associação entre resistências metabólicas à atrazina e mesotriona em uma população multirresistente de cânhamo (*Amaranthus tuberculatus*). **Weed Science**, v. 68, n. 4, p.358-366. 2020. Disponível em: <<https://www.cambridge.org/core/journals/weed-science/article/abs/association-between-metabolic-resistances-to-atrazine-and-mesotrione-in-a-multipleresistant-waterhemp-amaranthus-tuberculatus-population/426354B33061A920BCF4428076098930>>. Acesso em: 05 de jul. de 2022.

JIANG, W.; GAO, J.; CHENG, Z.; WANG, P.; ZHOU, Z. & LIU, D. 2018. The effect of antibiotics on herbicide persistence in soil under combined pollution. **Chemosphere**, v. 204, n. 1, p.303-309. 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653518306866>>. Acesso em: 05 de jul. de 2022.

LEWIS, K.A.; TZILIVAKIS, J.; WARNER, D. & GREEN, E. A. 2016. An international database for pesticide risk assessment and management. **Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal**, v. 22, n. 4, p. 1050–1064. 2016. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10807039.2015.1133242>>. Acesso em: 05 de jul. de 2022.

MARINHO, M. I. C.; COSTA A. I. G.; VIEIRA, N. M.; PAIVA, M. C. G.; FREITAS, F. C. L.; & SILVA, A. A. Validation and application of a QuEChERS based method for estimation of half-life of imidazolinone herbicides in soils by LC-ESI-MS/MS. **Ecotoxicology and Environmental Safety**. v. 167, n. 1. p. 212-217. 2019 Disponível em: <<https://www.sciencedirect.ez369.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0147651318309369?via%3Dihub>>. Acesso em: 05 de jul. de 2022.

MAUREIRA, F.; RAJAGOPALAN, K.; STÖCKLE, C. O. Evaluating tomato production in open-field and high-tech greenhouse systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 337, p. 130459. 2022. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652622001044>>. Acesso em: 05 de jul. de 2022.

MENDES, K. F.; DIAS, R. C.; REIS, M. R. Carryover e persistência de herbicidas em solos. **Boletim Técnico**. Viçosa, p. 12, 2017. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Kassio-Mendes-2/publication/321197107\\_Carryover\\_e\\_persistencia\\_de\\_herbicidas\\_em\\_solos/links/5a1469360f7e9b925cd50cc6/Carryover-e-persistencia-de-herbicidas-em-solos.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Kassio-Mendes-2/publication/321197107_Carryover_e_persistencia_de_herbicidas_em_solos/links/5a1469360f7e9b925cd50cc6/Carryover-e-persistencia-de-herbicidas-em-solos.pdf)>. Acesso em: 04 de jul. de 2022.

NUNES, J.J.; RAIYEMO, D. A.; ARNESON, N. J.; ROSA, A.T.; TRANEL, P.J. & WERLE, R. Target site resistance to acetolactate synthase inhibitors in an autumn panicum accession (*Panicum dichotomiflorum* Michx.) from Wisconsin and its response to alternative herbicides. **Weed Technology**, v. 36, n. 1, p. 48-55, 2022. Disponível em: <<https://www.cambridge.org/core/journals/weed-technology/article/target-site->

resistance-to-acetolactate-synthase-inhibitors-in-a-fall-panicum-panicum-dichotomiflorum-michx-accession-from-wisconsin-and-its-response-to-alternative-herbicides/61A42B5C45BDA7FC99C239848D94DDDA>. Acesso em: 05 de jul. de 2022.

ORTMEIER-CLARKE, H.J.; OLIVEIRA, M.C.; ARNESON, N.J.; CONLEY, S.P. & WERLE, R. Triagem dose-resposta de cânhamo industrial a herbicidas comumente usados em milho e soja. **Weed Technology**, v. 36, n. 2, pp.245-252, 2022. Disponível em: < <https://www-cambridge.ez369.periodicos.capes.gov.br/core/journals/weed-technology/article/doseresponse-screening-of-industrial-hemp-to-herbicides-commonly-used-in-corn-and-soybean/69E006EA853CF57E2389C865CFD6E27C>>. Acesso em: 05 de jul. de 2023.

PALHANO, M.G.; NORSWORTHY, J.K. & BARBER, T. Sensitivity and probability of residual herbicide transfer to cover crops. **Weed Technology**, v. 32, n. 3, p. 236-243, 2018. Disponível em: <<https://www-cambridge.ez369.periodicos.capes.gov.br/core/journals/weed-technology/article/sensitivity-and-likelihood-of-residual-herbicide-carryover-to-cover-crops/95FE42770ADCB23F202FD19FCEB31AFA>>. Acesso em: 04 de jul. de 2022.

PALHARANI, W.; MAUAD, M.; DA SILVA, P.V.; DE MEDEIROS, E.S.; SCHEDENFFELDT, B.F. & BICALHO MEDEIROS, C.C. Manejo de Digitaria insularis na dessecação pré-semeadura da soja por herbicidas alternativos ACCase e seu impacto na soja transferir. **Journal of Environmental Science and Health, Parte B**, v. 58, n. 2, pp.110-119, 2023. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/367510455\\_Management\\_of\\_digitaria\\_insularis\\_in\\_soybean\\_pre-sowing\\_desiccation\\_by\\_ACCase\\_alternative\\_herbicides\\_and\\_its\\_impact\\_on\\_soybean\\_carryover](https://www.researchgate.net/publication/367510455_Management_of_digitaria_insularis_in_soybean_pre-sowing_desiccation_by_ACCase_alternative_herbicides_and_its_impact_on_soybean_carryover)>. Acesso em: 05 de jul. de 2023.

PINTAR, A.; STIPIČEVIĆ, S.; LAKIĆ, J. & BARIĆ, K. Fitotoxicidade de resíduos de mesotriona em beterraba sacarina (*Beta vulgaris* L.) em solos agrícolas diferindo na afinidade de adsorção. **Sugar Tech**, v. 22, n. 1, p. 137-142. 2020a. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s12355-019-00736-7>>. Acesso em: 05 de jul. de 2022.

PINTAR, A.; STIPIČEVIĆ, S.; SVEČNJAK, Z.; BARIĆ, K.; LAKIĆ, J. & SRAKA, M. Crop sensitivity to mesotrione residues in two soils: field and laboratory bioassays. **Chilean journal of agricultural research**, v. 80, n. 4, p. 496-504, 2020b. Disponível em: <[https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-58392020000400496&script=sci\\_arttext&tlng=en](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-58392020000400496&script=sci_arttext&tlng=en)>. Acesso em: 05 de jul. de 2022.

PINTAR, A.; SVEČNJAK, Z.; LAKIĆ, J.; MAGDIĆ, I.; BRZOJA, D. & BARIĆ, K. The Susceptibility of Pea (*Pisum sativum* L.) to Simulated Mesotrione Residues as Affected by Soil pH Manipulation. **Agricultura**, v. 11, n. 8, p.688, 2021. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2077-0472/11/8/688/htm>>. Acesso em: 04 de jul. de 2022.

RANI, N.; DUHAN, A. & TOMAR, D. Destino final do herbicida tembotrione e seu metabólito TCMBA no solo. **Ecotoxicologia e Segurança Ambiental**, v. 203, n. 0, pp. 111023, 2020. Disponível em: < <https://www->

sciencedirect.ez369.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0147651320308629>. Acesso em: 04 de jul. de 2023.

RECTOR, L.S.; PITTMAN, K. B.; BEAM, S.C.; BAMBER, K. W.; CAHOON, C. W.; FRAME, W.H. & FLESSNER, M.L.. Herbicide transmission to various species of cover crops planted in autumn. **Weed technology**, v. 34, n. 1, p.25-34. 2020. Disponível em: <<https://www-cambridge.ez369.periodicos.capes.gov.br/core/journals/weed-technology/article/herbicide-carryover-to-various-fallplanted-cover-crop-species/E0988131E153F860FC0BEDC677FF9282>>. Acesso em: 05 de jul. de 2022.

SILVA, E. M. G.; FARIA, A. T.; MARULANDA, N. M. E.; PEREIRA, G. A. M.; SARAIVA, D. T.; REIS, M. R. & SILVA, A. A. Meia-vida do Tembotrione em Solos com Diferentes Atributos. **Planta Daninha**, v. 37, n. 1 p. 01 – 08. 2019. Disponível em: <[http://old.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-83582019000100271&script=sci\\_abstract&lng=pt](http://old.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-83582019000100271&script=sci_abstract&lng=pt)>. Acesso em: 05 de jul. de 2022.

SHAHID, M.; & KHAN, M.S. Implicações ecotoxicológicas de pesticidas residuais para bactérias benéficas do solo: uma revisão. **Bioquímica e Fisiologia de Pesticidas**, v. 188, n.0, pp. 105272, 2022. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048357522002395>>. Acesso em: 04 de jul. de 2023.

SYADRUDIN, M.; KRISTANI, R.A.; YUNIARTO, A.; HADIBARATA, T.; RHEE, J.; AL-ONAZI, W.; ALGARNI, T. S.; ALMARRI, A. H. & AL-MOHAIMEED A. M. Pesticidas na água potável - uma revisão. **Jornal internacional de pesquisa ambiental e saúde pública**, v. 18, n. 2, pp. 468, 2021. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1660-4601/18/2/468>>. Acesso em: 04 de jul. de 2023.

RIBEIRO, V.H.; OLIVEIRA, M.C.; SMITH, D.H.; SANTOS, J.B. & WERLE, R. Avaliação da eficácia de herbicidas pré-emergentes para soja em solo tratado no campo em bioensaios em casa de vegetação. **Weed Technology**, v. 35, n. 5, pp.830-837, 2021. Disponível em: <<https://www-cambridge.ez369.periodicos.capes.gov.br/core/journals/weed-technology/article/evaluating-efficacy-of-preemergence-soybean-herbicides-using-field-treated-soil-in-greenhouse-bioassays/16671493B8EFD24CFC5A143586E8E6F9>>. Acesso em: 05 de jul. de 2023.

WANG, Q.; XIE, D.; PENG, L.; CHEN, C.; LI, C. & QUE, X. Phytotoxicity of atrazine combined with cadmium in the photosynthetic apparatus of the emerging plant species *Iris pseudacorus*. **Research in Environmental Science and Pollution**, v. 29, n. 23, p. 34798-34812, 2022. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-021-18107-9>>. Acesso em: 05 de jul. de 2022.

WANG, H.; WANG, H.; ZHU, B.; GUO, W.; LIU, W. & WANG, J. Efeitos da fenpirazona em cultivos sucessivos em áreas anuais de cultivo duplo na planície do norte da China. **Proteção de Culturas**, v. 143, n. 0, pp. 105456, 2021. Disponível em: <<https://www-sciencedirect.ez369.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0261219420303896>>. Acesso em: 05 de jul. de 2023.

WOŁEJKO, E.; WYDRO, U.; ODZIEJEWICZ, J.I.; KORONKIEWICZ, A.; & JABŁOŃSKA-TRYPUĆ, A. Biomonitoramento de Solos Contaminados com Herbicidas. *Água*, v. 14, n. 10, pp. 1534, 2022. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2073-4441/14/10/1534>>. Acesso em: 04 de jul. de 2023.

## CAPÍTULO I

### **Efeito residual ativo de herbicidas (carryover) em plantas de tomate rasteiro (*Solanum lycopersicum* L.)**

#### **RESUMO**

O uso intensivo de herbicidas é bastante comum, um dos fatores que limitam a produção é a competição por plantas invasoras, a forma mais viável de controle é via aplicação de agroquímicos. Existem diversas moléculas no mercado, e existem produtos que já vêm com misturas de princípios ativos ou de forma individual, e em alguns casos a mistura é realizada no momento da aplicação. Nesse cenário alguns efeitos destes herbicidas ainda são desconhecidos, relatando efeito ativo posterior a cultura que havia sido aplicada, (carryover). Nessa perspectiva o presente trabalho avaliou o efeito de diferentes herbicidas nos coeficientes de produção e na qualidade pós-colheita do tomate (*Solanum lycopersicum* L.), e foram aplicados ao milho doce cultivado anterior na mesma área. O experimento foi conduzido em delineamento experimental de blocos ao acaso, contando com 4 blocos e 5 tratamentos relacionado a diferentes princípios ativos, sendo: T1: capina manual (sem aplicação de herbicida); T2: Calaris<sup>®</sup>, 1,5 L ha<sup>-1</sup> (atrazina+mesotrione); T3: Primóleo<sup>®</sup>, 5,0 L ha<sup>-1</sup> (atrazina); T4 Primóleo<sup>®</sup> (atrazina), 5,0 L ha<sup>-1</sup> + Callisto<sup>®</sup> (mesotrione), 0,25 L ha<sup>-1</sup> e T5: Primóleo<sup>®</sup> (atrazina) 5,0 L ha<sup>-1</sup> + Soberan<sup>®</sup> (tembotrione), 0,24 L ha<sup>-1</sup>, aplicados em estágio V5 do milho doce e avaliados na cultura do tomate. Ao longo do experimento foram avaliados os componentes de produção e a qualidade do tomate. Foram realizadas as análises fisiológicas e pós-colheita. Os resultados foram avaliados estatisticamente por meio da análise de variância e teste de média Tukey e Scott-Knott a 5%, por meio do software SISVAR. As plantas tratadas com Primóleo<sup>®</sup>+Callisto<sup>®</sup>, (T4), obteve maior incremento na densidade do fruto, 1,027 d cm<sup>-3</sup>, teor de matéria seca e de carotenoides, 74,69 g, 44,175 µg cm<sup>-2</sup>, e para o tratamento de Calaris<sup>®</sup>, (T2), ocorreu o aumento no teor de clorofila a, sendo de 104,57 µg cm<sup>-2</sup>. Em relação a defeitos, classificação e produtividade, não foi obtido diferença estatística entre os tratamentos. A aplicação de atrazina+mesotrione não gera efeito de carryover em tomate.



**Palavras-chave:** Carryover, mesotrione, tembotrione, efeito ativo de herbicidas.

## **Active residual effect of herbicides (Carryover) on tomato plants (*Solanum lycopersicum* L.)**

### **ABSTRACT**

The intensive use of herbicides is quite common, as one of the factors that limit production is competition with invasive plants, the most viable form of control is by the agrochemicals application. There are several molecules on the market, where there are products that already come with mixtures of active principles or individually, and in some cases the mixture is performed at the application time. In this scenario, some effects of these herbicides are still unknown, with reports of an active effect even after the crop in which it had been applied, (carryover). In this perspective, the present work evaluated the effect of different herbicides on the production coefficients and on the post-harvest quality of tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.), where they were applied to sweet corn cultivated previously in the same area. The experiment was conducted in a randomized block experimental design, with 4 blocks and 5 treatments related to different active principles, as follows: T1: manual weeding (without herbicide application); T2: Calaris®, 1.5 L ha<sup>-1</sup> (atrazine+mesotrione); T3: Primóleo®, 5.0 L ha<sup>-1</sup> (atrazine); T4 Primóleo® (atrazine), 5.0 L ha<sup>-1</sup> + Callisto® (mesotrione), 0.25 L ha<sup>-1</sup> and T5: Primóleo® (atrazine) 5.0 L h<sup>-1</sup> + Soberan® (tembotrione), 0.24 L ha<sup>-1</sup>, applied at V5 stage of the sweet corn and evaluated in the tomato crop. Throughout the experiment, production components and tomato quality were evaluated. Physiological and post-harvest analyses were performed. The results were statistically evaluated using analysis of variance and Tukey and Scott-Knott mean test at 5%, using the SISVAR software. Plants treated with Primóleo®+Callisto®, (T4), obtained a greater increase in fruit density, 1.027 d cm<sup>-3</sup>, dry matter and carotenoid content, 74.69 g, 44.175 µg cm<sup>-2</sup>, and for the Calaris® treatment, (T2), there was an increase in the content of chlorophyll a, being 104.57 µg cm<sup>-2</sup>. Regarding defects, classification and productivity, no statistical difference was obtained between treatments. The atrazine+mesotrione application does not generate a carryover effect in tomato.

**Keywords:** Carryover, mesotrione, tembotrione, active effect of herbicides.



## 1. INTRODUÇÃO

O tomate está presente no mundo, sendo produzido em cinco continentes com sua maior produção concentrada na Ásia, em seguida nas Américas, e o Brasil encontra-se dentro do ranking dos de países que mais produzem essa cultura (FAO, 2021).

Presente na mesa de milhões de habitantes, o tomate é um alimento com vasta importância econômica e de grande valor nutritivo, sendo consumido em todos os níveis econômicos (COELHO, *et al.* 2023). O tamanho consumo e produção do tomate é considerado o segundo vegetal mais cultivado no mundo, ficando atrás apenas da batata, e 30% da produção global está situada na China, Índia e Turquia (SANGEETHA, *et al.* 2023).

O consumo é pela forma *in natura*, presente em saladas e outros pratos, e em produtos processados como pasta asséptica, extratos e outros enlatados, existe ainda outros produtos que são comercializados como o tomate em cubos e os sucos de tomate (MA, *et al.* 2023). Com esse respaldo e conhecimento global cerca de 40 milhões de toneladas de tomate são processadas anualmente, levando ao título de maior vegetal processado em peso (WPTC, 2022).

Com inúmeros benefícios à saúde o tomate contém bioativos, compostos fenólicos e carotenoides que auxiliam no vigor humano, agindo como anti-inflamatórios, cardioprotetores, antialérgicos e antiaterogênicos (COYAGO-CRUZ, *et al.* 2018). O aumento destes compostos benéficos na planta e no tomate estão estritamente ligados aos manejos e práticas agrícolas na condução da cultura, e estresses na planta podem reduzir os seus fitoquímicos (LIMA, *et al.* 2022).

Um dos maiores gargalos na produção do tomate é o controle das plantas invasoras que competem com a cultura, os danos na produtividade podem ser bastante significativos, variando de 50% a 81% de perdas dependendo da planta daninha (CASTRO, *et al.* 2020).

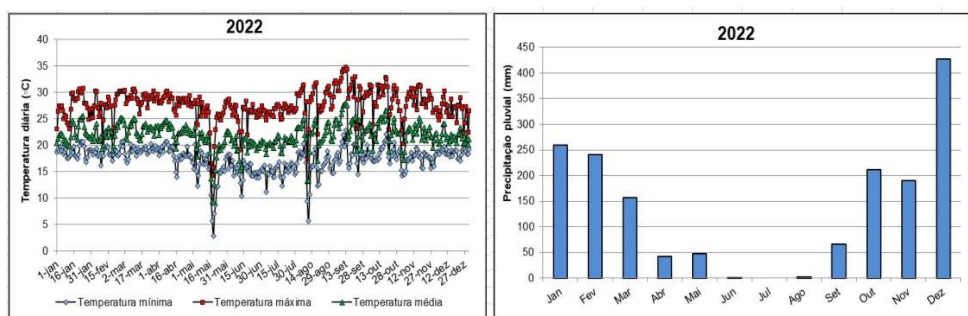
Para o bom controle dessas plantas indesejáveis, a aplicação contínua e demasiada de herbicidas é e continuará sendo necessária para o bom manejo da cultura, rotacionando produtos ou até mesmo a mistura de moléculas ativas (BUZANINI & BOYD 2023). Efeitos prejudiciais ao tomate estão sendo correlacionados a outros herbicidas que se perpetuam ativo na solução do solo, mantendo efeito residual, principalmente na boa disponibilidade de água, afetando culturas subsequentes (ZHAO, *et al.* 2022).

Existe alta sensibilidade do tomate aos diversos herbicidas que podem ser intensificados com variáveis do ambiente, como umidade relativa, pressão de vapor e temperatura, os danos são distintos, distorção foliar, hastes divididas, má formação dos frutos e atraso na maturação (WARMUND, ELLERSIECK & SMEDA 2022).

Herbicidas inibidores da enzima HPPD (hidroxifenil-piruvato-dioxigenase) causam perda da coloração das folhas jovens em tomate seguido de necrose, causando perda de área fotossintética, reduzindo a capacidade de fotossíntese e conseqüentemente a produção (MEDEIROS *et al.* 2023).

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Goiano, localizado no município de Morrinhos (GO), centro-oeste do Brasil, latitude de 17°48'50,4" S, longitude de 49°12'6,5" W e altitude de 894 m, entre os meses de dezembro de 2021 a agosto de 2022. O solo é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, de textura média. Dados meteorológicos foram captados via estação meteorológica do Instituto Federal Campus Morrinhos no ano de implantação do experimento (Figura 1).



**Figura 1.** Média da precipitação (mm) e temperatura (°C) anual do município de Morrinhos, GO – 2022.

### 2.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido em área de alta fertilidade do solo em pivô central, que se encontrava em pousio. Para identificar a fertilidade da área foi realizada a análise química e física do solo, para conseguir realizar a adubação e correção necessárias, para o milho doce e para o tomate, sendo de 286,15 kg ha<sup>-1</sup> de 04-30-10 e 875 kg ha<sup>-1</sup> de MAP (Tabela 1).

As dimensões das parcelas trabalhadas foram de 1,20 m de comprimento e 6 metros de largura, totalizando 7,20 metros quadrados de área útil da parcela. A área das parcelas acompanhou as fileiras duplas de tomate.

**Tabela 1.** Caracterização química do solo da área experimental antes da instalação do experimento.

Prof. (cm)	pH (H <sub>2</sub> O)	Ca	Mg	Al	P	K	H+Al	T	V	M	M.O	Cu	Fe	Mn	Zn	Textura		
																cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>
0-20	6,1	3,44	0,98	0	24,3	54	3,5	8,1	56,3	0	25	1,5	25	23	4,1	530,0	120,0	350,0

pH em H<sub>2</sub>O; Ca, Mg, Al, (KCl 1 mol L<sup>-1</sup>); P, K = (extrator Mehlich<sup>-1</sup>); H + Al = (Solução Tampão – SMP a pH 7,5); CTC a pH 7,0; V = Saturação por bases; m = Saturação por alumínio, M.O. = Método Colorimétrico. Cu, Fe, Mn, Zn = [DTPA 0,005 mol L<sup>-1</sup> + TEA 0,1 mol<sup>-1</sup> + CaCl<sub>2</sub> 0,01 mol L<sup>-1</sup> a pH 7.3] cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> x 10 = mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> / mg dm<sup>-3</sup> = ppm / dag kg<sup>-1</sup> = %. Metodologias baseadas em Embrapa (2009). Morrinhos – GO, 2021.

## 2.2 Preparo da área:

Como a área estava em pousio durante certo tempo, cerca de dois meses após a colheita da soja, as plantas invasoras desenvolveram gerando um dossel adensado, foi realizado a aplicação de 3,0 L ha<sup>-1</sup> de glyphosate para dessecação e realizado o plantio direto do milho doce, utilizando plantadeira a vácuo (Figura 2).



**Figura 2.** Manejo de dessecação e plantio direto da primeira etapa do experimento em Morrinhos, GO – 2021. Foto: Gonçalves, V. C (2021).

Após a colheita mecanizada do milho, foi feito o preparo para o transplântio do tomate realizando a gradagem com grade aradora intermediária (16 x 28”) e nivelamento do solo com a grade niveladora (36 x 22”) em faixas direcionadas a cada tratamento, após esse processo realizou-se a abertura do sulco e adubação para transplântio do tomate.

A área demonstra uniformidade em suas características, recebendo o mesmo manejo há alguns anos, apresentando uniformidade nas análises de solo, além de ser irrigada por um pivô central.

## 2.3 Materiais genéticos e insumos

Os materiais genéticos utilizados para o experimento foram de milho doce híbrido GSS2577, já com tratamento industrial com fungicidas, inseticidas, nematicidas e largaticidas, com princípios ativos de abamectina, tiametoxam, fludioxonil, metalaxil-M e tiabendazol, mais um reforço de 3,5 ml/kg de semente de Fortenza 600 FS, e 7,5 ml/ kg de semente de Cruiser 350 FS. Para o tomate foi utilizado cultivar HMX7885. Tanto os materiais genéticos quanto os insumos foram fornecidos pela parceira Syngenta, que auxiliou no decorrer do experimento.

## 2.4 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições, com cinco tratamentos ao todo, as combinações dos tratamentos foram em função dos princípios ativos dos herbicidas e capina manual, a caracterização dos tratamentos seguiu da seguinte forma, sendo o T1: capina manual; T2: Calaris<sup>®</sup> (atrazina+mesotrione); T3: Primóleo<sup>®</sup> (atrazina); T4 Primóleo<sup>®</sup> + Callisto<sup>®</sup> (atrazina+mestrione) e T5: Primóleo<sup>®</sup> + Soberan<sup>®</sup> (atrazina+tembotrione). As doses trabalhadas para T2; T3; T4 e T5 foram de 1,5; 5 ; 5+0,25 e 5+0,24 L há<sup>-1</sup>, aplicados em estágio V5 do milho doce (Tabela 2).

**Tabela 2.** Caracterização de todos os tratamentos trabalhados no experimento e suas respectivas doses. Morrinhos – GO, 2021.

TRATAMENTO		INGREDIENTE ATIVOS	CONCENTRAÇÃO (g.i.a/l)	DOSE (L HÁ <sup>-1</sup> )
T1	Capina manual	-	-	-
T2	Calaris <sup>®</sup>	Atrazina/mesotrione	500 / 50	1,5
T3	Primóleo <sup>®</sup>	Atrazina	400	5
T4	Primóleo <sup>®</sup> +Callisto <sup>®</sup>	Atrazina+Mesotrione	400/ 480	5,0 + 0,25
T5	Primóleo <sup>®</sup> +Soberan <sup>®</sup>	Atrazina+tembotrione	400 / 420	5,0 + 0,24

A primeira etapa do ensaio foi de implantação do milho doce em dezembro de 2021, período chuvoso e propício para a cultura, na aplicação dos tratamentos foram consideradas 9 linhas de milho doce para cada tratamento trabalhado (Figura 3).





**Figura 3.** Primeira etapa do experimento já instalada na área em Morrinhos, GO – 2022. Foto: Gonçalves, V. C (2022).

O espaçamento utilizado para o plantio do milho doce foi de 0,65m entre plantas, com população de 60 mil plantas por hectare, sendo utilizadas aproximadamente 4 sementes por metro linear, foi realizado o monitoramento e aplicações necessárias para o bom andamento da cultura durante todo o ciclo.

As aplicações dos tratamentos foram realizadas quando a cultura atingiu majoritariamente cinco folhas completamente expandidas, caracterizando estágio fenológico V5. Utilizando bomba costal de CO<sup>2</sup> mantendo a pressão sempre uniforme nos bicos pulverizadores com o volume de calda ajustado para 200 L ha<sup>-1</sup>.

Após a colheita do milho doce foi realizada a implantação da segunda etapa, o ensaio experimental do tomate, que consistiu em área útil de 300 m<sup>2</sup>, (30x10m), as unidades experimentais tiveram as dimensões de 6m x 10m, totalizando a área útil de 60 m<sup>2</sup>, por tratamento.

O transplântio do tomate foi realizado em fileiras duplas, obedecendo o espaçamento de um metro e vinte centímetros entre fileiras duplas, e entre cada fileira simples (fileira dupla é composta por duas fileiras simples), tendo o espaçamento de sessenta centímetros e aproximadamente trinta e quatro centímetro entre cada planta, sendo utilizado cerca de três plantas por metro linear realizado em abril de 2022, final do período chuvoso (Figura 4).



**Figura 4.** Segunda etapa do experimento já instalada na área em Morrinhos, GO – 2022. Foto: Gonçalves, V. C (2022).

Os tratos culturais do experimento obedeceram aos requisitos mínimos como disponibilidade de água, adubação, controle pragas e doenças, para o bom desenvolvimento da cultura de acordo com as necessidades fisiológicas das plantas, segundo Embrapa (2007).

## 2.5 Avaliações e colheita da cultura do tomate

As avaliações que foram realizadas no decorrer do ciclo da cultura são de fitotoxicidade visual, parâmetros fisiológicos ligados a produção, matéria seca e produtividade.

A determinação clorofila e carotenoides foi realizada por meio de extração com dimetilsulfóxido (DMSO), saturado com carbonato de cálcio 5% ( $\text{CaCO}_3$ ), de acordo com a metodologia descrita de Santos *et al.* (2007). Durante o ciclo da cultura foi realizado a coleta de três discos foliares de 5 mm de diâmetro das folhas completamente expandidas, com auxílio do furador de rolha, na fase de crescimento vegetativo. As amostras foram imersas em cinco mL de DMSO, em frascos de vidros vedados da luz, incubados na temperatura 30°C pelo período de 24 horas em banho-maria. Após este processo a absorbância da solução, foi determinada nos comprimentos de 480 nm, obtenção dos valores de carotenoides, 649 nm para a clorofila *b* e 665 nm para a clorofila *a*, através de um espectrofotômetro UV-VIS (Modelo UV-M51 mono-feixe Bel Photonics). Os dados obtidos foram sistematizados e de acordo com o cálculo de Wellburn (1994) e expressos por área.

Para as variáveis fotossintéticas e parâmetros fisiológicos foram realizadas as leituras no fim da fase de crescimento vegetativo, antecedendo a prefloração, no horário das 8h até 10h30. Para obtenção da taxa fotossintética; taxa de transpiração; eficiência do

uso de água; concentração externa atual de CO<sup>2</sup>; concentração interna subestomática de CO<sup>2</sup>; condutância estomática e taxa de transporte de elétrons, através do Infrared Gas Analyser (IRGA, Modelo LI – 6800, LI-COR Inc., Lincoln, NE, USA) e foram pinçadas as folhas do terço médio da planta completamente expandidas, sendo realizadas três leituras, obtendo os parâmetros analisados.

Para a matéria seca foram coletadas plantas aleatórias dentro dos tratamentos e foi utilizada apenas a parte aérea das plantas no crescimento vegetativo, logo após o fechamento das ruas, foram picadas e levadas a estufa de circulação de ar a 65°C, até a estabilização do peso, sendo pesadas em balança de precisão de 0,0001g (Shimadzu, Modelo ATX224, 2022).

No pós-colheita foram analisados 5 frutos de cada tratamento, coletando o comprimento do fruto, largura e espessura do mesocarpo, com ajuda de um paquímetro manual. A massa através da balança de precisão de 0,0001g, e com a ajuda de uma proveta graduada de dois litros, podendo fazer a constatação do volume do fruto, e a relação entre massa e volume obtendo a densidade. O pH e sólidos solúveis, °Brix, foram realizadas leituras diretas no suco dos cinco frutos e foram triturados com ajuda de um processador de alimentos, com a utilização do pHmetro de bancada e refratômetro digital (Refratômetro Digital Portátil, Modelo RTD 45, escala de 0 a 45% Brix) respectivamente para as leituras.

No momento da colheita foi utilizado um quadrado de canos pvc ¼, com área útil de 1,525 m<sup>2</sup>, sendo lançado no meio de cada tratamento e todos os frutos que estavam dentro da área útil foram coletados, classificados e pesados, de acordo com os padrões estabelecido pelo MAPA, Portaria nº 278, de 1988, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. A classificação foi realizada de acordo com a cor sendo: vermelhos, alaranjados e verdes, por defeitos sendo: graves (verdes e apodrecidos), gerais (marcas e manchas na parte exterior) e bons (alaranjados e vermelhos).

Os resultados obtidos das avaliações foram tabulados e submetidos à análise de variância (ANOVA), realizada pelo teste F, a 5% de probabilidade. Posteriormente as médias de todos os tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 0,05 de significância, utilizando o software Sisvar v5.8 (Ferreira, 2018).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 Análises fisiológicas

Não foram observadas diferenças significativas para as variáveis analisadas de Taxa fotossintética (A); Taxa de transpiração (E); Eficiência do uso da água (EUA); Concentração externa de CO<sup>2</sup> (Ca); Concentração interna subestomática CO<sup>2</sup> (Ci); Condutância estomática (gsw) e Taxa de transporte de elétrons (ETR) entre os tratamentos avaliados (Tabela 3).

**Tabela 3** - Resumo de análises de variância (Quadrados Médios) de características avaliadas análise fisiológicas.

FV	GL	A	E	EUA	Ca	Ci	gsw	ETR
Tratamentos	4	15.86 <sup>NS</sup>	2.78 <sup>NS</sup>	0.05 <sup>NS</sup>	13.85 <sup>NS</sup>	77.28 <sup>NS</sup>	0.02 <sup>NS</sup>	770.90 <sup>NS</sup>
Blocos	3	5.57	2.01	0.13	5.42	48.51	0.01	308.87
Resíduo	12	6.31	2.27	0.07	6.13	68.56	0.01	446.37
CV%		8.25	14.47	9.41	0.67	2.92	19.03	9.23

(A), taxa fotossintética ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ); (E), taxa de transpiração ( $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ); (EUA), eficiência do uso de água; (Ca), concentração externa atual de CO<sub>2</sub> ( $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ); (Ci), concentração interna subestomática de CO<sub>2</sub> ( $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ); (gsw), condutância estomática ( $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), (ETR), taxa de transporte de elétrons ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), em função da comparação entre os tratamentos trabalhados.<sup>NS</sup> Não significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de F.\* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de F.\*\* - Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F. FV – Fonte de Variação. GL – Graus de Liberdade. CV- Coeficiente de variação. Morrinhos, Estado de Goiás (GO), Brasil (2023).

Algumas características fisiológicas como a taxa fotossintética, transpiração e condutância estomáticas do tomateiro, quando analisadas tornam-se indicador de sanidade da planta, sendo considerado importantes parâmetros para a seleção de promissores genótipos de tomate (BORBA, *et al.* 2017).

Como já visto por Morderer *et al.*, (2022), plantas que apresentam fitotoxicidade ou efeito de carryover de herbicidas, apresentam várias alterações fisiológicas, ocasionando desbalanço na planta levando-a a morte ou perdas significativas.

Ao avaliar as características de intoxicação e anatômicas da interferência de herbicidas à base de tembotrione e mesotrione em mandioca, Silva *et al.*, (2012) observaram que houve intoxicação de 22% sendo considerado tolerante, não tendo interferências fisiológicas danosas.

Não foram observadas alterações fisiológicas entre os tratamentos, mostrando que tembotrione, mesotrione e atrazina, mesmo que sejam sozinhos ou misturados não afetaram o tomateiro em efeito de carryover, resultado encontrado nos estudos já realizados de Faria, *et al.*, (2018), demonstrando que em latossolos-vermelhos a adsorção das moléculas de tembotrione, mesotrione e atrazina, são fortemente adsorvidas nos coloides do solo, deixando inativa essa molécula para absorção da planta.

Herbicidas têm menores efeitos de carryover a culturas comerciais quando são aplicados em áreas com boa fertilidade e com índice pluviométricos adequados. Como já estudado por Magalhães *et al.*, (2023), pode haver alterações mínimas na arquitetura da planta, mas dano fisiológico é reduzido quando está bem nutrida e com água disponível para processos metabólicos.

### 3.2 Análises pós-colheita e matéria seca

Para as variáveis de comprimento, largura, matéria fresca, pH, brix e espessura do mesocarpo do fruto, não foi encontrada diferenças significativas entre os tratamentos, mas na densidade do fruto e matéria seca da parte aérea houve diferença entre as médias dos tratamentos (Tabela 4).

**Tabela 4** - Resumo de análises de variância (Quadrados Médios) de características avaliadas pós-colheita e matéria seca.

FV	GL	MSPA	COMP	LARG	MCAR	DEN	MFF	pH	BRIX
Tratamentos	4	1039.83*	0.06 <sup>NS</sup>	12.345 <sup>NS</sup>	0.00 <sup>NS</sup>	0.00*	26.95 <sup>NS</sup>	0.00 <sup>NS</sup>	0.12 <sup>NS</sup>
Blocos	3	277.75	0.06	4.90	0.00	0.00	17.35	0.00	0.13
Resíduo	12	276.70	0.07	3.96	0.00	0.00	19.09	0.00	0.11
Média geral		59.78	7.41	5.42	0.66	1.00	83.12	4.76	3.97

---

CV%	27.83	3.57	36.75	8.14	1.74	5.26	0.94	8.62
-----	-------	------	-------	------	------	------	------	------

(COMP), comprimento do fruto (cm), (LARG), largura do fruto (cm); (DEN), densidade do fruto ( $\text{d cm}^{-3}$ ); (MFF), massa fresca do fruto (g); (MSPA), massa seca da parte aérea (g); (VOL), volume do fruto (g); (pH), potencial de hidrogênio, (BRIX), sólidos solúveis ( $^{\circ}$ ), (MCAR) espessura do mesocarpo do fruto, em função da comparação entre os tratamentos trabalhados.<sup>NS</sup> Não significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de F.\* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de F.\*\* - Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F. FV – Fonte de Variação. GL – Graus de Liberdade. CV- Coeficiente de variação. Morrinhos, Estado de Goiás (GO), Brasil (2023).

Para as análises acima mencionadas, que foram realizadas em laboratório junto a matéria seca, não foram constatadas diferenças significativas exceto para densidade e matéria seca da parte aérea. Corroborando com Pekarek, *et al.* (2010), que ao analisar o efeito de carryover em tomate, há mínima diferença nas variáveis dimensionais como comprimento, largura, volume e espessura do mesocarpo, não resultando em redução de rendimento.

Outra variável analisada que é importante para a classificação de qualidade do tomate é o teor de graus Brix, que mede a quantidade de sólidos solúveis em uma solução, sendo vastamente utilizada em indústria para a determinação de açúcares presentes em sucos de frutas (ZENEBO, *et al.*, 2020). Segundo Assunção *et al.* (2018), os teores aceitáveis para a indústria ficam dentro da faixa 3,5 a 4,7, não diferindo das médias encontradas no presente trabalho.

A massa fresca dos frutos de tomate industrial tende a ficar aproximadamente entre 50,3 e 96,6 g, sendo a faixa ideal no processamento dos frutos nas unidades de beneficiamento deste produto (PERES, *et al.* 2020). Os resultados obtidos das análises laboratoriais da massa fresca dos frutos avaliados não apresentaram anormalidade desta média sendo de 83,0 g.

A relação de massa sobre o volume de um determinado material fornece a densidade específica e é considerada uma propriedade na determinação do controle de qualidade (PEZZINI, 2019). Dentre os tratamentos teve diferença significativa a 5% de probabilidade (Figura 5).



**Figura 5** - Densidade de fruto ( $d \text{ cm}^{-3}$ ), em função da comparação entre os tratamentos trabalhados. \*Médias seguidas por letras distintas, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). T1: capina manual; T2: Calaris<sup>®</sup> (atrazina+mesotrione); T3: Primóleo<sup>®</sup> (atrazina); T4: Primóleo<sup>®</sup>+Callisto<sup>®</sup> (atrazina+mesotrione) e T5: Primóleo<sup>®</sup>+Soberan<sup>®</sup> (atrazina+tembotrione), Morrinhos, Estado de Goiás (GO), Brasil (2023).

O tratamento de mistura entre atrazina em conjunto com mesotrione, sendo da junção de Primóleo<sup>®</sup>+Callisto<sup>®</sup> (T4), obteve maior valor na densidade do fruto sendo de  $1,027 \text{ g cm}^{-3}$ , o tratamento de mistura entre atrazina em conjunto com tembotrione de Primóleo<sup>®</sup>+Soberan<sup>®</sup> (T5), capina manual (T1), atrazina Primóleo<sup>®</sup> (T3) obtiveram médias iguais estatisticamente, já a mistura de atrazina com mesotrione obtida pelo Calaris<sup>®</sup>, (T2); mostrou-se com média de densidade abaixo de todos os outros tratamentos.

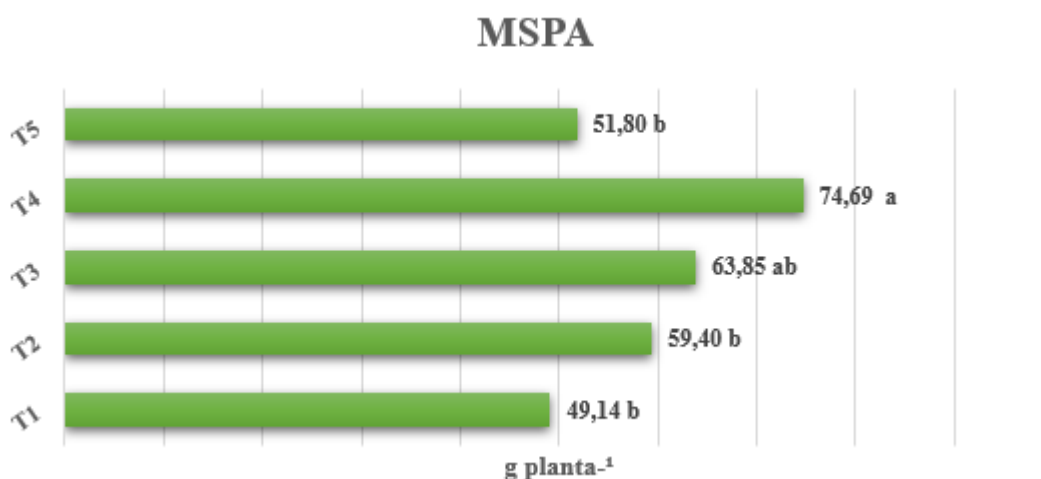
Como observado por Lu *et al.* (2021), as variáveis fisiológicas do tomateiro estão fortemente ligadas ao ambiente e ao tipo de textura do solo e a planta está sendo cultivada, sofrendo alterações mediante as características edafoclimáticas da região.

Mesmo que apresentando mínima diferença entre os tratamentos, não interferem na classificação e recebimento do tomate nas indústrias. Conforme Furlaneto, *et al.* (2022), a densidade não se torna um critério essencial no recebimento do fruto na indústria, mas sim algumas como coloração, brix e acidez.

O pH ideal para polpa de tomate industrial é menor que 4,5, quanto maior, mais auxilia na promoção de microrganismos no produto, além de afetar o rendimento do processo de extração da polpa, necessitando de maior tempo de aquecimento (ALMEIDA NETA, *et al.* 2019). Valores muito próximos encontrados neste trabalho de 4,72 a 4,79.

Segundo Capraro, *et al.* (2016), a polpa de tomate rica em nutrientes torna-se grande atrativo para microrganismos maléficos à saúde humana, incluindo a *Salmonella spp.* A maneira mais eficaz de reduzir a proliferação é a manutenção do pH da polpa em valores próximos a 4.

Ao realizar a análise da variável de matéria seca da parte aérea pode-se observar que estatisticamente houve diferença entre as médias dos tratamentos trabalhados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Figura 6).



**Figura 6** - Matéria seca da parte aérea (MSPA) em (g planta<sup>-1</sup>), em função da comparação entre os tratamentos trabalhados. \*Médias seguidas por letras distintas, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). T1: capina manual; T2: Calaris<sup>®</sup> (atrazina+mesotrione); T3: Primóleo<sup>®</sup> (atrazina); T4: Primóleo<sup>®</sup>+Callisto<sup>®</sup> (atrazina+mesotrione) e T5: Primóleo<sup>®</sup>+Soberan<sup>®</sup> (atrazina+tembotrione). Morrinhos, Estado de Goiás (GO), Brasil (2023).

O teor da matéria seca acumulada na planta do tomateiro provém de manejo adequado e sanidade da planta, estando sadia pode realizar seus processos metabólicos e com a mínima competição entre água, nutriente e luz (KINHAMA, *et al.* 2023).

Como visto por Itoh *et al.* (2020), a cultura do tomate bem manejada associa-se no incremento de matéria seca da planta, levando a correlação entre os sólidos solúveis (Brix) nos frutos, pois mais nutrientes a planta obtém, e, assim aumentando o peso médio do fruto.

De acordo com Brankov *et al.* (2023) a aplicação direta de herbicidas, com modo de ação na inibição da enzima hidroxifenil-piruvato-dioxigenase (HPPD), no tomate pode não causar danos na diminuição da matéria seca quando a molécula do produto está adsorvida no solo, sendo nulo o seu efeito de carryover.



O manejo do T4 foi o tratamento que se diferenciou estatisticamente dos demais. Segundo Matte *et al.* (2018) a combinação de atrazina e mesotrione mostra-se bastante eficaz para controle de plantas daninhas no milho, obtendo 100% de controle de daninhas em até 28 dias após a aplicação, dependendo do solo, até mais.

### 3.3 Análises de clorofila e carotenoide

As análises de clorofila apresentaram diferença significativa apenas para a clorofila a (CIA) sendo o tratamento com Calaris de 104,57  $\mu\text{g cm}^{-2}$  a 5% de probabilidade e para caroteno obtendo a diferença estatística a 1% de significância para tratamento de Primóleo+Callisto de 44,17  $\mu\text{g cm}^{-2}$ , não sendo diferente a clorofila b (CIB), nem as relações entre clorofila a e clorofila b (CIA/CIB) (Tabela 5).

**Tabela 5** - Resumo de análises de variância (Quadrados Médios) de características avaliadas clorofila e carotenoides.

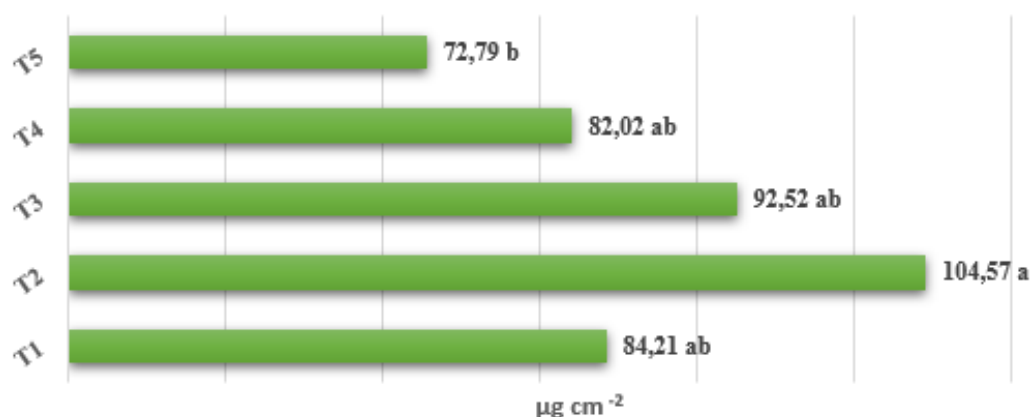
FV	GL	CIA.	CIB.	CAROTENOIDES	CIA/CIB
Tratamentos	4	573.67*	31.34 <sup>NS</sup>	463.30**	0.08 <sup>NS</sup>
Blocos	3	261.10	29.83	23.37	0.11
Resíduo	12	168.15	14.58	10.29	0.09
CV%		14.87	15.93	12.57	8.24

(CIA), clorofila a ( $\mu\text{g cm}^{-2}$ ), (CIB), clorofila b ( $\mu\text{g cm}^{-2}$ ); (CAROTENO), carotenoides ( $\mu\text{g cm}^{-2}$ ); (CIA/CIB), relação entre clorofila a e clorofila b ( $\mu\text{g cm}^{-2}$ ), em função da comparação entre os tratamentos trabalhados..<sup>NS</sup> Não significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de F.\* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de F.\*\* - Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F. FV – Fonte de Variação. GL – Graus de Liberdade. CV- Coeficiente de variação. Morrinhos, Estado de Goiás (GO), Brasil (2023)

Alguns tipos de compostos introduzidos no solo por meio de fertilização e aplicações agrícolas podem alterar o crescimento e desenvolvimento do tomateiro, agindo na inibição do teor de clorofila e aumentado significativamente atividades enzimáticas (ZHANG, *et al.* 2023).

Como visto por Todorova *et al.* (2022) após aplicações de diferentes herbicidas seletivos a cultura, a planta pode alterar suas características de teor de clorofila a, clorofila b, e carotenoides, se passar por estresse pós-aplicação. Dentre os resultados obtidos foi encontrado diferenças das médias pelo teste de tukey a 5% de probabilidade (Figura 7).

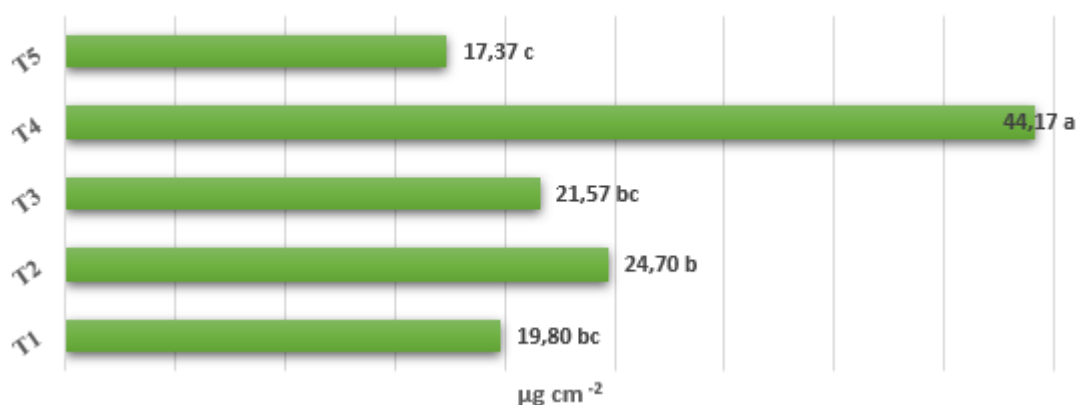
## TEOR CLOROFILA A



**Figura 7** - Clorofila *a* ( $\mu\text{g cm}^{-2}$ ), em função da comparação entre os tratamentos trabalhados. \*Médias seguidas por letras distintas, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). T1: capina manual; T2: Calaris (atrazina+mesotrione); T3: Primóleo (atrazina); T4: Primóleo+Callisto (atrazina+mesotrione) e T5: Primóleo+Soberan (atrazina+tembotrione). Morrinhos, Estado de Goiás (GO), Brasil (2023).

O carotenoide é um pigmento importante na fotoproteção do sistema fotossintético, o qual protege dos danos foto-oxidativos causados por excesso de luz, e sua concentração pode ter correlação entre o estresse de diversas variáveis no ambiente (EFREMOV, *et al.* 2022). Quando comparadas as médias observam a diferença estatística (Figura 8).

## TEOR CAROTENOIDES



**Figura 8** - Carotenoides ( $\mu\text{g cm}^{-2}$ ), em função da comparação entre os tratamentos trabalhados. \*Médias seguidas por letras distintas, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). T1: capina manual; T2: Calaris® (atrazina+mesotrione); T3: Primóleo® (atrazina); T4: Primóleo+Callisto® (atrazina+mesotrione) e T5: Primóleo+Soberan® (atrazina+tembotrione). Morrinhos, Estado de Goiás (GO), Brasil (2023).

O aumento no teor de carotenoides no T4 pode não estar ligado com a aplicação da atrazina+mesotrione, levando em consideração que o acúmulo de carotenoide na planta pode ser por diferentes interações com o ambiente, e principalmente dependente de questões hormonais. Como observado por Ele, *et al.* (2022), as vias biossintética dos carotenoides pertencem ao desconhecido, e as interações com o ambiente e sinais hormonais podem interferir na regulação transicional do carotenoide.

De acordo com Cao, *et al.* (2021) a biossíntese do carotenoide pode vir de diversos genes presentes na planta, ao todo são 62 genes biossintéticos de carotenoide, e são estritamente sensíveis a alguns fitohormônios como o etileno e ácido abscísico, influenciando na produção de carotenoides na planta.

Os tratamentos T2 e T4 que receberam os produtos com inibidores de carotenoides, foram um dos que mais obtiveram acúmulo de carotenoide dentre todos os tratamentos. Segundo Lygin *et al.* (2018), os inibidores da HPPD quando causam efeitos de carryover, um dos principais pontos observados é a diminuição do teor de carotenoides, esses herbicidas inibem a ação da enzima HPPD, que não expressa a produção do cofator responsável pela biossíntese de carotenoides.

Nos tratamentos que o mesotrione foi aplicado, não sofreram ação negativa no acúmulo de carotenoide, não sendo ativo o efeito de carryover. Como visto por Xu, *et al.* (2019), o mesotrione quando age na planta tem ação direta na HPPD, enzima chave para a plastoquinona, que está ligada diretamente a biossíntese do carotenoide, e a degradação da molécula é muito agressiva, a planta afetada apresenta branqueamento por inibir a produção do pigmento, representando a redução do carotenoide na planta.

O tratamento T4 foi o tratamento que se diferenciou estatisticamente de todos os outros, corroborando com o resultado encontrado por Taber & Lawson (2010), a aplicação de Callisto em milho doce não afeta o tomate cultivado em sequência na mesma área, não sendo encontrado nem uma alteração visual ou fisiológica por efeito de carryover de Callisto em tomate.

O tratamento que recebeu tembotrione estatisticamente demonstrou menor acúmulo no teor de clorofila, há grande carência de estudos específicos em relação ao carryover de tembotrione em tomate. De acordo com Yildirim *et al.* (2023) a interferência de tembotrione na cultura do tomate ocorre pela deriva da aplicação deste herbicida em milho doce, causando danos diretos a cultura.

A disponibilidade de água, juntamente com a salinidade do solo, interfere diretamente nos teores de carotenoides, assim em um sistema irrigado e ou em períodos de muita chuva, como observados nos últimos anos safra, pode alterar teores de carotenoides por estresse hídrico (SILVA, *et al.* 2016).

A intensidade luminosa a qual a planta está exposta a campo, pode alterar a biossíntese de carotenoide, a luz azul, vermelha distante como os raios UV-B e UV-A, influenciam no acúmulo de carotenoide, cada fator deste atua em genes diferentes da rota de produção do carotenoide (BADMUS *et al.* 2022).

A disponibilidade de água é um dos fatores que podem interferir no incremento do teor de carotenoides na planta, à medida que as solanáceas têm disponibilidade maior de água, é constatado o aumento do teor de carotenoides (DUAH, *et al.* 2021). De acordo com Ripoll, *et al.* (2016), o estresse causado pela falta ou excesso de água em tomate, pode influenciar os teores desse pigmento, pela planta começar a produção de compostos oxidativos, sendo necessário manter essa disponibilidade adequada a cada estágio fenológico da cultura

A salinidade do solo causa estresse na planta, e a resposta dada e a intensificação das trocas gasosas a nível estomático, além das mudanças estruturais ocorridas principalmente no cloroplasto, levando a maior produção de espécies reativas a oxigênio (EROs) (LUNGOCI *et al.* 2022).

### 3.4 Classificação e produtividade

Em todas as classificações que foram realizadas no ato da colheita sendo dividido pelos danos e por coloração do fruto, não foi observada nenhuma diferença estatística, na produtividade levando em consideração os frutos de cores alaranjadas e vermelhas (Tabela 6).

**Tabela 6** - Resumo de análises de variância (Quadrados Médios) de características de classificação e produtividade.

FV	GL	GRAVE	GERAIS	BONS	VERMELHO	ALARANJADO	VERDE	PROD.
Tratamentos	4	3.50 <sup>NS</sup>	2.12 <sup>NS</sup>	24.99 <sup>NS</sup>	16.35 <sup>NS</sup>	3.43 <sup>NS</sup>	0.48 <sup>NS</sup>	1237.46 <sup>NS</sup>
Blocos	3	1.28	1.64	28.50	27.24	1.55	1.41	1549.72
Resíduo	12	1.24	0.74	11.08	11.57	1.65	0.58	532.50
CV%		50.41	64.34	16.28	28.66	15.35	44.50	17.81

Grave (kg), gerais (kg); bons (kg); vermelho (kg); alaranjado (kg); verde (kg) e produtividade (ton ha<sup>-1</sup>) em função da comparação entre os tratamentos trabalhados. <sup>NS</sup> Não significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de F.\* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de F.\*\* - Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F. FV – Fonte de Variação. GL – Graus de Liberdade. CV- Coeficiente de variação. Morrinhos, Estado de Goiás (GO), Brasil (2023).

A interação negativa entre biomassa, deficiências nos frutos e diminuição da produtividade por herbicidas inibidores da HPPD, ocorre quando há exposição da planta de tomate diretamente a estes herbicidas, não surtindo efeito em carryover, consolidando com o resultado obtido. Como visto por Brankov, *et al.* (2023), inibidores da HPPD expressam efeitos significativos em aplicação direta ou deriva destes herbicidas em plantas de tomate, com capacidade de danos de 80%.

Mesmo sendo observado o aumento de carotenoides no tratamento realizado com mistura entre atrazina em conjunto com mesotrione (T4), o qual participa da coloração do fruto, não foi obtido nenhuma diferença significativa na cor dos frutos. Segundo Tang, *et al.* (2022) os carotenoides específicos, sendo eles o licopeno e betacaroteno, estão ligados diretamente na coloração do fruto de tomate, vermelho e alaranjado respectivamente.

Os resultados obtidos através da classificação do tomate de acordo com a coloração, em todos os tratamentos realizados estão dentro dos padrões exigidos pelas indústrias. De acordo com Kurina, *et al.* (2021) há ampla variabilidade genética de materiais para serem cultivados, mas houve uma seleção dos genótipos de tomate que se enquadram na coloração de vermelho para alaranjado, para atender a demanda do mercado.

A produtividade está ligada diretamente a sanidade da planta e ao manejo realizado durante o cultivo. Quando há boa fertilidade, água disponível e ausências de doenças e pragas por um bom manejo realizado, a produtividade da cultura do tomate mostra-se promissora e atrativa, sendo negativa na ausência de cuidados no cultivo (PERES, *et al.* 2020).

#### **4. CONCLUSÕES**

A aplicação de atrazina, mesotrione e tembotrione em culturas antecedentes ao tomate na mesma área não afeta negativamente a sua produtividade. Os tratamentos com

atrazina associado com mesotrione apresentam melhores resultados fisiológicos, obtendo incremento na densidade do fruto, matéria seca da parte aérea e teores de carotenoides.

## **5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALMEIDA NETA, M. N.; MOTA, W. F. D.; PEGORARO, R. F.; PACHECO, M. C.;  
BATISTA, C. M.; & SOARES, M. D. C. Rendimento agrônômico e qualidade de tomates

industriais sob doses de NPK. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 24, p. 59-64, 2019. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/CWB7mQ4vKTfKr6w5JYxvW7t/?lang=en&format=pdf> >. Acesso em: 05 de maio de 2023.

ASSUNÇÃO, N.; ALVES, F.; FERNANDES, F.; SENA, M. E.; & MAGALHÃES, C. Novos híbridos de tomateiro com potenciais para uso agrícola/New tomato hybrids with potential for agricultural use. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 10, n. 1, pp. 33-35, 2018. Disponível em: < <https://periodicos.ufmg.br/index.php/ccaufmg/article/view/3010/1831> >. Acesso em: 03 de maio de 2023.

BADMUS, U.O.; AČ, A.; KLEM, K.; URBAN, O. & JANSEN, M.A. Uma meta-análise dos efeitos da radiação UV no pool de carotenóides vegetais. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 183, n. 0, pp.36-45, 2022. Disponível em: < <https://www-sciencedirect.ez369.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0981942822002121> >. Acesso em: 18 de jul. de 2023.

BORBA, M.E.A.; MACIEL, G.M.; JÚNIOR, E.F.; JÚNIOR, C.M.; MARQUEZ, G.R; SILVA, I.G.; & ALMEIDA, R. S. Trocas gasosas e eficiência do uso da água na seleção de genótipos de tomateiro tolerantes ao estresse hídrico. **Genética e Pesquisa Molecular**, v. 16, n. 2, 2017. Disponível em: < <https://www.geneticsmr.org/articles/gas-exchanges-and-water-use-efficiency-in-the-selection-of-tomato-genotypes-tolerant-to-water-stress-7318.html> >. Acesso em: 28 de abr. de 2023.

BRANKOV, M.; VIEIRA, B.C; RAJKOVIĆ, M.; SIMIĆ, M.; VUKADINOVIĆ, J.; MANDIĆ, V; & DRAGIČEVIĆ, V. Deriva de herbicida vs. resiliência da cultura - a influência de micro-taxas. **Plant, Soil and Environment**. v. 69, n. 4, pp.161-169, 2023. Disponível em: <<http://pse.agriculturejournals.cz/pdfs/pse/2023/04/03.pdf>>. Acesso em: 13 de maio de 2023.

BUZANINI, A.C.; & BOYD, N.S. Tolerância de tomate e pimentão a herbicidas de pré-emergência aplicados pós-transplante na produção de plasticultura. **Weed Technology**, v. 37, n. 1, pp.67-70, 2023. Disponível em: < <https://www-cambridge.ez369.periodicos.capes.gov.br/core/journals/weed-technology/article/tomato-and-bell-pepper-tolerance-to-preemergence-herbicides-applied-posttransplant-in->



plasticulture-production/5CB32A42554F78C346E1C9FC9E5F289E>. Acesso em: 02 de jun. de 2023.

CAO, W.; WANG, P.; YANG, L.; FANG, Z.; ZHANG, Y.; ZHUANG, M.; HONGHAO, L. V.; WANG, Y. & JI, J. Genes biossintéticos de carotenóides em repolho: identificação, evolução e análise de expressão em todo o genoma. **Genes**, v. 12, n. 12, pp. 2027, 2021. Disponível em: < <https://www.mdpi.com/2073-4425/12/12/2027>>. Acesso em: 18 de jul. de 2023.

CAPRARO, F. G.; MAGRI, T. G.; MORAES, H. S.; & DE SOUZA SANT'ANA, A. Sobrevivência de Salmonella em polpas tomates frescos de diferentes variedades. In: XXIV Congresso de Iniciação Científica da UNICAMP. v. 2, 2016.

CASTRO, E.; PUCCI, C.; DUARTE, S.; BURGOS, N.R.; & TSENG, T.M. Seletividade de herbicida melhorada em tomate pela ação de proteção de benoxacor e fenclorim. **Weed Technology**, v. 34, n. 5, pp.647-651, 2020. Disponível em: < <https://www-cambridge.ez369.periodicos.capes.gov.br/core/journals/weed-technology/article/improved-herbicide-selectivity-in-tomato-by-safening-action-of-benoxacor-and-fenclorim/98C4360007DD62C29C2679DAD775DE07>>. Acesso em: 02 de jun. de 2023.

COELHO, M.C.; RODRIGUES, A.S.; TEIXEIRA, J.A.; & PINTADO, M,E. Valorização integral de subprodutos do tomate para valorização de compostos bioativos: Benefícios para a saúde humana. **Food Chemistry**, v. 410, n. 0, pp.135319, 2023. Disponível em: < <https://www-sciencedirect.ez369.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0308814622032812>>. Acesso em: 02 de jun. de 2023.

COYAGO-CRUZ, E.; CORELL, M.; MORIANA, A.; HERNANZ, D.; BENÍTEZ-GONZÁLEZ, A.M.; STINCO, C.M.; & MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, A.J. Perfil de antioxidantes (carotenoides e fenólicos) de tomate cereja influenciado por déficit de irrigação, amadurecimento e cacho. **Química alimentar**, v. 240, n. 0, pp. 870-884, 2018. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814617313468>>. Acesso em: 02 de jun. de 2023.

DUAH, S.A.; SILVA, C.S.; NAGY, Z.; PÉK, Z.; NEMÉNYI, A., DAOOD, H.G.; VINOGRADOV, S & HELYES, L. Effect of Water Supply on Physiological Response and Phytonutrient Composition of Chili Peppers. **Water**, v.13, n.9, pp. 1284, 2021. Disponível em: < <https://www.mdpi.com/2073-4441/13/9/1284>>. Acesso em: 18 de jul. de 2023.

EFREMOV, G.I; DZHOS, E.A; ASHIKHMIN, A.A; KOCHIEVA, E.Z.; & SHCHENNIKOVA, A.V. Efeito do conteúdo de carotenóides e atividade do caroteno cis-trans isomerase CRTISO na cor do fruto do tomate. **Russian Journal of Plant Physiology** , v. 69, n. 4, pp.64. 2022. Disponível em: < <https://link-springer-com.ez369.periodicos.capes.gov.br/article/10.1134/S1021443722040045>>. Acesso em: 29 de maio de 2023.

ELE, Y.; WANG, Y.; ZHANG, M.; LIU, G.; TIAN, C.; XU, X.; PAN, Y.; SHI, X.; ZHANG, Z.; & MENG, L. SIBEL11 afeta o acúmulo de carotenóides do tomate regulando o SILCY-b2. **Fronteiras da Nutrição** , v. 9, n. 0, 2022. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm-nih.ez369.periodicos.capes.gov.br/pmc/articles/PMC9814965/>>. Acesso em: 29 de maio de 2023.

FARIA, A.T.; SILVA, E.M.G.; PEREIRA, G.A.M.; SOUZA, M.F.; SILVA, A.A. & REIS, M.R. Seleção de espécies indicadoras da sorção do tembotrione em solos com diferentes atributos. **Planta Daninha** v.36, 2018. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/pd/a/WgNrvxSxfYvFZ3CmKCt9T3g/abstract/?lang=en>>. Acesso em: 02 de maio de 2023.

FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION - FAO. **FAO Statistical Yearbook**. New York, 2019. Disponível em: <<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>>. Acesso em: 02 de jun. de 2023.

FURLANETO, F. D. P. B.; NASSER, M. D.; ARAÚJO, H. S.; RAMOS, J. A.; VITORINO, R. A.; & MONTEIRO, G. C. Qualidade dos frutos de tomate em cultivo protegido. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 11, pp. e417111133938-e417111133938, 2022. Disponível em: < <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/33938/28572>>. Acesso em: 03 de maio de 2023.

ITOH, M.; GOTO, C.; IWASAKI, Y.; SUGENO, W.; AHN, D.H.; E HIGASHIDE, T. Produção de frutas com alto teor de sólidos solúveis sem reduzir a produção de matéria seca em tomateiros cultivados em solução nutritiva salinizada controlada pela condutividade elétrica. **The Horticulture Journal**, v. 89, n. 4, pp.403-409, 2020. Disponível em: <[https://www.jstage.jst.go.jp/article/hortj/89/4/89\\_UTD-148/\\_article/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/hortj/89/4/89_UTD-148/_article/-char/ja/)>. Acesso em: 05 de maio de 2023.

KINHAMA, V. C.; PEDRO, E. N. C.; & PELINGANGA, O. M. Avaliação Fitossanitária nas culturas da Berinjela e do Tomateiro no campo experimental do Instituto Superior Politécnico do Cuanza Sul (Angola). **Meio Ambiente (Brasil)**, v. 5, n. 1, pp. 033-043, 2023. Disponível em: <https://www.meioambientebrasil.com.br/index.php/MABRA/article/view/199/181>>. Acesso em: 05 de maio de 2023.

KURINA, A.B.; SOLOVIEVA, A.E.; KHRAPALOVA, I.A.; & ARTEMYEVA, A.M. Composição bioquímica de frutos de tomate de várias cores. **Vavilov Journal of Genetics and Breeding**, v. 25, n. 5, pp. 514, 2021. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.ez369.periodicos.capes.gov.br/pmc/articles/PMC8453365/>>. Acesso em: 01 de jun. de 2023.

LIMA, G.P.P.; GÓMEZ, H.A.G.; SEABRA JUNIOR, S.; MARASCHIN, M.; TECCHIO, M.A.; & BORGES, C.V. Compostos funcionais e nutracêuticos de tomates afetados por práticas agronômicas, manejo pós-colheita e métodos de processamento: um mini análise. **Frontiers in Nutrition**, v. 9, n 0, pp.868492, 2022. Disponível em: <<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnut.2022.868492/full#B1>>. Acesso em: 02 de jun. de 2023.

LU, J.; SHAO, G.; GAO, Y.; ZHANG, K.; WEI, Q.; & CHENG, J. Efeitos do déficit hídrico combinado com textura do solo, densidade aparente do solo e variedade de tomate em frutos de tomate qualidade: uma meta-análise. **Agricultural Water Management**, v. 243, p.106427, 2021. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.ez369.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0378377420309276>>. Acesso em: 03 de maio de 2023.

LUNGOCI, C.; MOTRESCU, I.; FILIPOV, F.; JITAREANU, C. D.; TELIBAN, G. C.; GHITAU, C. S.; PIUI, I. & ROBU, T. The impact of salinity stress on antioxidant

response and bioactive compounds of *Nepeta cataria* L. **Agronomy**, v. 12, n. 3, pp. 562, 2022. Disponível em: < <https://www.mdpi.com/2073-4395/12/3/562>>. Acesso em: 19 de jul. de 2023.

LYGIN, A.V.; KAUNDUN, S.S.; MORRIS, J.A.; MCINDOE, E.; HAMILTON, A.R. & RIECHERS, D.E. Metabolic pathway of topramezone in multiple-resistant waterhemp (*Amaranthus tuberculatus*) differs from naturally tolerant maize. **Frontiers in Plant Science**, v. 9, n. 0 pp.1644, 2018. Disponível em: <<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2018.01644/full>>. Acesso em: 18 de jul. de 2023.

MA, M.; TAYLOR, P.W.; CHEN, D.; VAGHEFI, N.; & HE, J.Z. Principais Patógenos do Solo em Tomates para Processamento e Estratégias de Manejo. **Microorganisms**, v. 11, n. 2, pp. 263, 2023. Disponível em: < <https://www.mdpi.com/2076-2607/11/2/263#B4-microorganisms-11-00263>>. Acesso em: 02 de jun. de 2023.

MAGALHÃES, H.F.; CORRÊA, F.R.; DA SILVA, N.F.; DA SILVA CAVALCANTE, W.S.; RIBEIRO, D.F.; & RODRIGUES, E. Aplicação de mesotrione e atrazina em pós-emergência da cultura do sorgo. **Revista Brasileira de Ciências**, v. 2, nº. 2, pp. 49-60, 2023. Disponível em: <<https://www.brazilianjournalofscience.com.br/revista/article/view/277/149>>. Acesso em: 02 de maio de 2023.

MARÔCO, J. Análise estatística com o SPSS statistics. Report Number, análise e gestão da informação. 5ª Edição, p.992, 2011.

MATTE, W.D.; DE OLIVEIRA JÚNIOR, R.S.; MACHADO, F.G; CONSTANTIN, J.; BIFFE, D.F.; GUTIERREZ, F.D.S.D.; & DA SILVA, J.R.V. Eficácia de [atrazine+ mesotrione] para o controle de plantas daninhas na cultura do milho . **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 17, n. 2, pp.587-1, 2018. Disponível em: < <http://www.rbherbicidas.com.br/index.php/rbh/article/view/587>>. Acesso em: 13 de maio de 2023.

MEDEIROS, B.A.P.; DA SILVA BROCHADO, M.G.; DE PAIVA FERREIRA, G.A.; DA COSTA LIMA, A.; MIELKE, K.C.; & MENDES, K.F. Conhecimento Prático de Lesões Causadas por Deriva Simulada de Herbicida em Plantas Jovens de

Tomate. **Agrochemicals**, v. 2, n. 1, pp.150-169, 2023. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2813-3145/2/1/11>>. Acesso em: 02 de jun. de 2023.

PEKAREK, R.A.; GARVEY, P.V.; MONKS, D.W.; JENNINGS, K.M.; & MACRAE, A.W. Transporte de sulfentrazona para vegetais e algodão. **Tecnologia de ervas daninhas**, v 24, n. 1, pp. 20-24 2010. Disponível em: < <https://www-cambridge.ez369.periodicos.capes.gov.br/core/journals/weed-technology/article/abs/sulfentrazone-carryover-to-vegetables-and-cotton/9B48B9CD603D10115173BCFBF2F171FE>>. Acesso em: 03 de maio de 2023.

PERES, L. A. C.; TERRA, N. F.; & REZENDE, C. F. A. Produtividade do tomate industrial submetido a adubação organomineral em cobertura/Productivity of industrial tomato submitted to organo-mineral fertilization in cover. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, pp. 10586-10599, 2020. Disponível em: < <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/7416/6470>> Acesso em: 03 de maio de 2023.

PEZZINI, D. F. Trabalhando o conceito de densidade Educação Básica. **Revista Insignare Scientia-RIS**, v. 2, n. 3, pp. 71-77, 2019. Disponível em: < <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/11181>> Acesso em: 03 de maio de 2023.

RADCHENKO, M.; PONOMAREVA, I.; POZYNYCH, I; & E MORDERER, Y., 2021. Stress and use of herbicides in field crops. **Agricultural Science and Practice**, v. 8, n. 3, p. 50-70, 2022. Disponível em: < [https://www.agrisp.com/pdf/2021\\_03\\_05.pdf](https://www.agrisp.com/pdf/2021_03_05.pdf)>. Acesso em: 28 de abr. de 2023.

RIPOLL, J.; URBAN, L.; BRUNEL, B. & BERTIN, N. Water deficit effects on tomato quality depend on fruit developmental stage and genotype. **Journal of Plant Physiology**, v. 190, n.0, pp. 26-35, 2016. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0176161715002424>>. Acesso em: 18 de jul. de 2023.

SANGEETHA, K.; RAMYAA, R.B.; KHANEGHAH, A.M.; & RADHAKRISHNAN, M.; Extração, caracterização e aplicação de óleo de semente de tomate na indústria de alimentos: uma revisão atualizada. **Journal of Agriculture and Food Research**, v.11 n.

0, pp.100529, 2023. Disponível em: < <https://www-sciencedirect.ez369.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S2666154323000364>>.

Acesso em: 02 de jun. de 2023.

SILVA, D.V.; SANTOS, J.B.; CARVALHO, F.P.; FERREIRA, E.A.; FRANÇA, A.C.; FERNANDES, J.S.C.; GANDINI, E.M.M. & CUNHA, V.C. Seletividade de herbicidas pós-emergentes na cultura da mandioca. **Planta Daninha**, v. 30, n. 0, p.835-841, 2012.

Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/pd/a/JJLXLKP4Np4DnJzZV7XbLPN/?lang=pt&format=pdf> >.

Acesso em: 09 de agosto de 2023.

SANTOS, R. P.; DA CRUZ, A. C. F.; IAREMA, L.; FERNANDES, K. R. G.; KUKI, K. N.; & OTONI, W. C. Avaliação da eficiência do dimetilsulfóxido na extração de pigmentos foliares de *Vitis vinifera* x *V. rotundifolia* e *V. riparia* propagadas in vitro. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. S2, pp. 888-89, 2007. Disponível em: < <https://www.seer.ufrgs.br/rbrasbioci/article/download/115291/62588>>. Acesso em: 20 de jun. de 2023.

SILVA, A. R. A.; BEZERRA, F. M. L.; DE LACERDA, C. F.; DE SOUSA, C. H. C.; & CHAGAS, K. L. Pigmentos fotossintéticos e potencial hídrico foliar em plantas jovens de coqueiro sob estresses hídrico e salino. **Revista Agro@ mbiente On-line**, v. 10, n. 4, pp. 317-325, 2016. Disponível em: <

<https://revista.ufr.br/agroambiente/article/view/3650>>. Acesso em: 01 de jun. de 2023.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use the analysis of experimental data. *Afr. J. Agric.Res*, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.

TABER, HG, & LAWSON, V. Efeitos residuais dos herbicidas Callisto, Impact e Laudis em pepino, pimenta, vagem e tomate. **Relatórios de Progresso de Fazendas de Demonstração e Pesquisa da Universidade Estadual de Iowa**, v. 2009, n. 1, 2010.

Disponível em: < <https://www.iastatedigitalpress.com/farmreports/article/4933/galley/4799/view/>>.

Acesso em: 18 de jul. de 2023.

TANG, J.; LI, Y.; LIU, Z.; WEI, M.; SHI, Q; & YANG, F. Análises integradas de transcriptômica e metabolômica revelam os mecanismos moleculares da luz vermelha na

biossíntese de carotenóides em tomate fruta. **Qualidade e Segurança Alimentar**, n. 6, v. 0, pp. 1-12, 2022. Disponível em: < <https://academic-oup-com.ez369.periodicos.capes.gov.br/fqs/article/doi/10.1093/fqsafe/fyac009/6519804>>. Acesso em: 01 de jun. de 2023.

TODOROVA, D.; ALEKSANDROV, V.; ANEV, S.; & SERGIEV, I. Alterações da fotossíntese em plantas de trigo induzidas por herbicida, seca do solo ou inundação. **Agronomia**, v. 12, n. 2, pp. 390, 2022. Disponível em: < <https://www.mdpi.com/2073-4395/12/2/390>>. Acesso em: 29 de maio de 2023.

WARMUND, M.R.; ELLERSIECK, M.R.; & SMEDA, R.J. Sensibilidade e Recuperação de Cultivares de Tomate Após Deriva Simulada de Dicamba ou 2, 4-D. **Agricultura**, v. 12, n. 9, pp. 1489, 2022. Disponível em: < <https://www.mdpi.com/2077-0472/12/9/1489>>. Acesso em: 02 de jun. de 2023.

WELLBURN, A. R. Determinação espectral de clorofilas aeb, bem como carotenóides totais, usando vários solventes com espectrofotômetros de diferentes resoluções. **Journal of plant physiology**, v. 144, n. 3, pp. 307-313, 1994. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0176161711811922>>. Acesso em: 20 de jun. de 2023.

WORLD PROCESSING TOMATO COUNCIL - WPTC. **WPTC Harvest Update**. Parma, 2022. Disponível em: < [https://www.tomatonews.com/force\\_doc.php?file=c50d46545467b815c44e583ddcdd7731c1c4ae2f.pdf](https://www.tomatonews.com/force_doc.php?file=c50d46545467b815c44e583ddcdd7731c1c4ae2f.pdf)>. Acesso em: 02 de jun. de 2023.

XU, K.; RACINE, F.; HE, Z. & JUNEAU, P. Impactos do inibidor da hidroxifenilpiruvato dioxigenase (HPPD) (mesotriona) nos processos fotossintéticos em *Chlamydomonas reinhardtii*. **Poluição Ambiental**, v. 244, n.0, pp.295-303, 2019. Disponível em: < <https://www-sciencedirect.ez369.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0269749118331798>>. Acesso em: 18 de jul. de 2023.

YILDIRIM, M.; KAYA, S. & MUCAN, U. Influence of Simulated Tembotrione Drift on Growth and Yield of Drip-Irrigated Tomato. **Gesunde Pflanzen**, pp.1-7, 2023. Disponível em: < <https://link-springer->

com.ez369.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s10343-023-00891-8>. Acesso em: 18 de jul. de 2023.

ZENEBON, O.; PASCUET, N. S.; & TIGLEA, P. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. **São Paulo: Instituto Adolfo Lutz**,. p. 1020, 2020. Disponível em: <<https://www-cambridge.ez369.periodicos.capes.gov.br/core/journals/weed-technology/article/abs/sulfentrazone-carryover-to-vegetables-and-cotton/9B48B9CD603D10115173BCFBF2F171FE>>. Acesso em: 03 de maio de 2023.

ZHANG, Z.; LIU, X.; LI, N.; CAO, B.; HUANG, T.; LI, P.; LIU, S.; ZHANG, Y; & XU, K. Efeito da ofloxacina sobre o crescimento, a fotossíntese e a cinética de fluorescência da clorofila em tomateiro. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 194, n. 0, pp. 374-382, 2023. Disponível em: <<https://www-sciencedirect.ez369.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0981942822005307>>. Acesso em: 29 de maio de 2023.

ZHAO, J.; TAN, S.; LI, H.; WANG, Y.; YAO, T.; LIU, L; & LIU, K. Nanotubos de carbono de paredes múltiplas remediaram a fitotoxicidade do Quinclorac para o tomate. **Boletim de Contaminação Ambiental e Toxicologia**, v. 109, n. 3, pp.477-483, 2022. Disponível em: <<https://link-springer-com.ez369.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s00128-022-03582-8>>. Acesso em: 02 de jun. de 2023.